

# Индустрия 4.0: понятие, концепции, тенденции развития<sup>1</sup>

**Тарасов Иван Владимирович** – заместитель директора Центра отраслевых исследований и консалтинга, аспирант Департамента менеджмента Финансового университета при Правительстве Российской Федерации

Сфера научных интересов: операционная эффективность бизнеса, инновационное и стратегическое развитие компаний, построение бизнес-моделей  
E-mail: [internet.user@mail.ru](mailto:internet.user@mail.ru)

**Научный руководитель** – д.э.н., проф. Трачук А.В., руководитель Департамента менеджмента

**Tarasov Ivan Vladimirovich** – the deputy director of the Center of branch researches and consulting of Financial University under the Government of the Russian Federation

**Research interests:** operational efficiency of business, innovative and strategic development of the companies, construction business - models  
E-mail: [internet.user@mail.ru](mailto:internet.user@mail.ru)

## Аннотация

В статье рассматриваются понятие и концепции Индустрии 4.0, характеризующейся внедрением «киберфизических систем» в заводские процессы. В статье обоснованы четыре принципа концепции четвертой промышленной революции: функциональной совместимости человека и машины – возможности контактировать напрямую через интернет; прозрачности информации и способности систем создавать виртуальную копию физического мира; технической помощи машин человеку – объединения больших объемов данных и выполнения ряда небезопасных для человека задач; способности систем самостоятельно и автономно принимать решения.

**Ключевые слова:** четвертая промышленная революция, киберфизические системы, Индустрия 4.0, цифровизация экономики

## INDUSTRY 4.0: CONCEPT & DEVELOPMENT

In article are considered concept and concepts of the Industry 4.0, being characterized by introduction of "cyberphysical systems" in factory processes. In article four principles of the concept of the fourth industrial revolution are proved: functional compatibility of the person and the car – opportunity to contact directly on the Internet; transparency of information and ability of systems to create the virtual copy of the physical world; technical assistance of cars to the person – association of large volumes of data and performance of a number of unsafe tasks for the person; abilities of systems independently and independently to make decisions.

**Keywords:** fourth industrial revolution, cyberphysical systems, Industry 4.0, economy digitalization

## ВВЕДЕНИЕ

В 2017 году цифровая революция вошла в решающую фазу – к интернету подключился каждый второй житель Земли. По оценке Глобального института McKinsey (MGI), уже в ближайшие 20 лет до 50% рабочих операций в мире могут быть автоматизированы, и по масштабам этот процесс будет сопоставим с промышленной революцией XVIII–XIX веков.

Промышленная революция позволила отдельным странам добиться впечатляющих темпов экономического роста, и они на многие десятилетия стали лидерами мировой экономики [Трачук, Линдер, 2016б]. Сегодня у России появляется уникальный шанс реализовать свой потенциал в ходе цифровой революции и занять место среди ее лидеров [Трачук, 2013; 2012; Трачук, Линдер, 2017а; 2017б].

<sup>1</sup> Статья подготовлена на основе результатов исследования «Препятствия и драйверы структурных изменений в российской обрабатывающей промышленности», проведенного за счет средств бюджетного финансирования в рамках государственного задания Финансового университета, 2017 г.

Цифровизация меняет облик и структуру экономики стран и целых регионов. Внутриотраслевая конкуренция растет, рынки расширяются, конкурентоспособность отраслей отдельных стран на мировых рынках повышается. Результатом является рост национальных экономик [Трачук, 2014; Трачук, Линдер, 2017б].

Цифровая экономика ломает привычные модели отраслевых рынков. Она повышает конкурентоспособность их участников [Трачук, Линдер, Убейко, 2017; Трачук, Линдер, 2016а]. Тем самым цифровизация определяет перспективы роста компаний, отраслей и национальных экономик в целом. Появление цифровых игроков уже изменило облик целых отраслей – туристической, телекоммуникационной, полиграфической, пассажирских перевозок, в частности услуг такси [см., например, Лавров, 2017; Трачук, Линдер, Антонов, 2014; Трачук, Линдер, 2015].

Цифровые преобразования – один из главных факторов мирового экономического роста. По оценкам Глобального института McKinsey, в Китае до 22% увеличения ВВП к 2025 году может произойти за счет интернет-технологий. В США ожидаемый прирост стоимости, создаваемый цифровыми технологиями, впечатляет не меньше – здесь он к 2025 году может составить 1,6–2,2 трлн долл. США.

По оценкам специалистов, потенциальный экономический эффект от цифровизации экономики России увеличит ВВП страны к 2025 году на 4,1–8,9 трлн руб. (в ценах 2015 года), что составит от 19 до 34% общего ожидаемого роста ВВП [Трачук, Линдер, 2017г].

Такие смелые экономические прогнозы связаны не только с эффектом от автоматизации существующих процессов, но и с внедрением принципиально новых, прорывных бизнес-моделей и технологий. Среди них – цифровые платформы, цифровые экосистемы, углубленная аналитика больших массивов данных, технологии «Индустрии 4.0», такие, как 3D-печать, роботизация, интернет вещей. По оценке Глобального института McKinsey, только интернет вещей до 2025 года будет ежегодно приносить мировой экономике от 4 до 11 трлн долл. США.

Четвертая промышленная революция, известная за рубежом как «Индустрия 4.0», первоначально появилась в западных странах в 2011 г. как проект, направленный на повышение конкурентоспособности обрабатывающей промышленности. Специалисты предложили интегрировать в промышленные процессы так называемые «киберфизические системы» (CPS), или автоматизированные машины и обрабатывающие центры, подключенные к интернету. Ставится цель создать такие системы, которые позволили бы машинам самостоятельно (автономно) изменять при необходимости производственные шаблоны. Цифровой (связанный с интернетом) подход затрагивает все этапы жизненного цикла продукта, включая дизайн и создание прототипа, наладку и обслуживание производственной линии, контроль и оптимизацию производства, а также данные, полученные в результате обратной связи от клиентов и потребителей. «Индустрия 4.0» меняет в корне не только процесс производства, но и сферу услуг, связанных с выпускаемой продукцией. Киберфизические системы производства в корне изменяют традиционную логику производства, поскольку каждый рабочий объект будет сам определять, какую работу необходимо выполнить для производства. Эта абсолютно новая архитектура промышленных систем может быть внедрена постепенно посредством цифровой модернизации существующих производственных мощностей. И это означает, что данную концепцию можно реализовать не только на абсолютно новых предприятиях, но и поэтапно разворачивать на существующих предприятиях в процессе эволюционного развития.

#### **Индустрия 4.0: понятие и концепции**

Понятие «Индустрия 4.0» впервые было введено немецким федеральным правительством как стратегический план развития немецкой промышленности, основанный на объединении в едином информационном пространстве промышленного оборудования и информационных систем, что позволит им взаимодействовать между собой и с внешней средой без участия человека.

Цифры «4.0» означают, что это направление развития промышленности имеет настолько большой потенциал, что неминуемо приведет к четвертой индустриальной (промышленной) революции.

Первая, как известно, началась с изобретением Джеймсом Уаттом парового двигателя и на протяжении XVIII–XIX веков создала первичную индустриализацию в Европе. Эта классическая революция была связана с другими инновациями — прядением нити из хлопка и использованием кокса в металлургии.

С 1820-го по 1900-й ВВП на душу населения в 12 ведущих странах Европы увеличился в три раза, с \$1 тыс. до \$3 тыс. (международные доллары в ценах 1990 года [Simon K., Dr. Reinhard Gr. (2016)]).

Вторая революция произошла в начале XX века с появлением электричества, а также изобретением Генри Фордом конвейера, благодаря которому удалось не только создать массовый рынок, но и сделать доступным автомобиль. Примерно через 30 лет благодаря этой революции уровень жизни стал расти быстрее. Так, если \$4 тыс. европейцы смогли достичь только к 1928 году, то \$5 тыс.— уже к 1939-му. Предвоенная индустриализация и развитие промышленности полностью изменили экономический ландшафт [Bauer H., Patel M., Veira J. (2016)].

Наконец, третья революция началась в 1960-х, когда экономики европейских стран оправились после войны, был изобретен компьютер, получило развитие числовое программное управление (ЧПУ) и микропроцессоры, а позже — промышленные роботы. Бурно развивалась химия. К 1980 году ВВП на душу населения вырос еще на \$7 тыс., до \$14 тыс. (рис.1).



Рис. 1 Изменений технологий и производства с первой по четвертую промышленную революцию

Источник: отчет

Таким образом, любая промышленная революция при переходе из одного исторического периода в другой базируется на трех основных составляющих:

- сырье, а также источники и способы передачи энергии;
- технологии;
- организация производства и управление.

В конце XVIII века главным сырьем были уголь и железо, главной технологией – пар и преобразования тепловой энергии в механическую. Что касается механизации и организации управления, то они как таковые, тогда отсутствовали, разве что был регулятор Уатта на паровой машине. Во второй половине XIX начале XX века с появлением электричества открылись возможности для начала работ по научной организации труда, появились конвейеры, идеи тейлоризма. Несколько позже появились работы по теории автоматического управления и различного рода табуляторы.

Четвертый этап промышленной революции характеризуется внедрением «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 запросы потребителей. Например, изделие в процессе выпуска сможет само определить оборудование, способное произвести его. И все это в полностью автономном режиме без участия человека. Таким образом, концепция четвертой промышленной революции базируется на четырех принципах:

- функциональной совместимости человека и машины – возможности контактировать напрямую через интернет;
- прозрачности информации и способности систем создавать виртуальную копию физического мира;

- технической помощи машин человеку – объединения больших объемов данных и выполнения ряда небезопасных для человека задач;
- способности систем самостоятельно и автономно принимать решения.<sup>2</sup>

#### Основные тенденции на рынке Индустрии 4.0

С того момента концепция стала получать все большее распространение. Другим знаковым и громким упоминанием этой концепции стал Всемирный экономический форум (ВЭФ) в Давосе в 2016 году. Основатель и председатель ВЭФ Клаус Мартин Шваб назвал происходящие в экономике изменения четвертой промышленной революцией (индустрией 4.0) и охарактеризовал ее место в экономической истории следующим образом: «Первая промышленная революция началась во второй половине XVIII века, когда появилась возможность при помощи воды и пара перейти от ручного труда к машинному. Вторая характеризовалась развитием массового конвейерного производства, связанного с освоением электричества. Мы живем в эпоху пока еще третьей промышленной (или цифровой) революции, начавшейся во второй половине прошлого века с создания цифровых компьютеров и последующей эволюции информационных технологий. Сегодня она постепенно трансформируется в четвертую промышленную революцию, которая характеризуется слиянием технологий и размытием граней между физическими, цифровыми и биологическими мирами».<sup>3</sup>

Об этом свидетельствуют и основные тенденции на рынке Индустрии 4.0:

- *рост инвестиций в новые технологии.* Как обсуждалось ранее, Индустрия 4.0 предполагает значительный рост инвестиций в основные средства и нематериальные активы. Это можно увидеть, если выделить инвестиции в технологии Индустрии 4.0 [см., например, Трачук, Линдер, 2017в]. На рис. 2 приведены совокупные инвестиции Германии, которая еще в 2011 году обозначила приоритетность технологического развития страны.

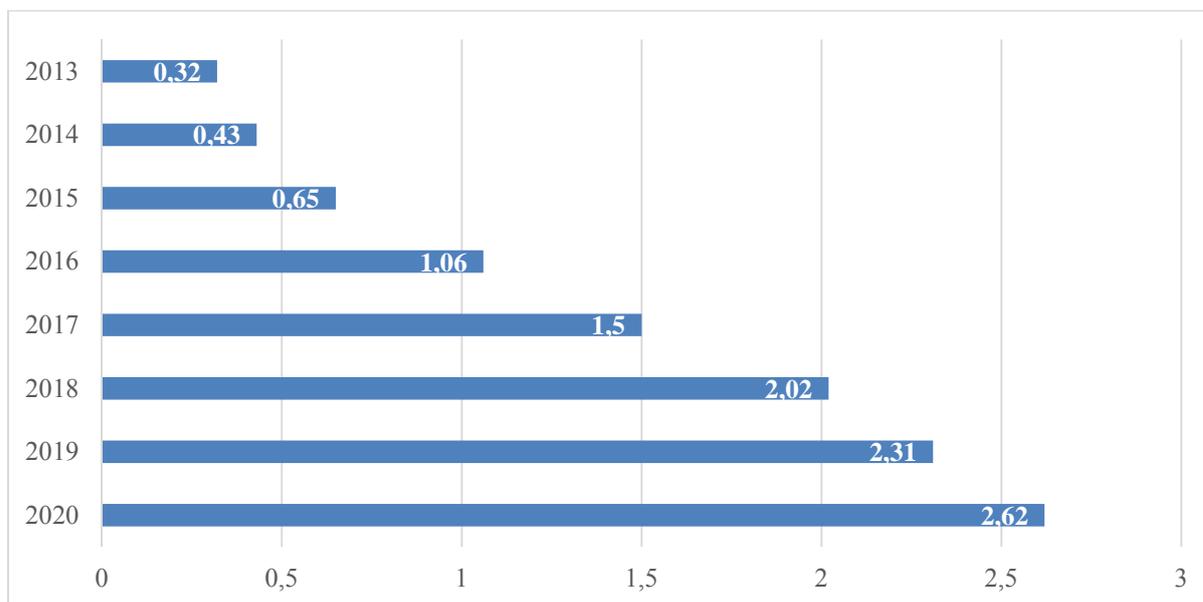


Рис. 2 Совокупные годовые инвестиции Германии в ИИ.4.0, млрд руб.

Источник: Исследование консалтинговой компании Ecovis

- *рост количества слияний и поглощений и стратегических альянсов.* Поскольку современные технологии развиваются феноменальными темпами, компании не успевают развивать все необходимые компетенции самостоятельно [Вирабян, 2017]. Поэтому в промышленном секторе можно отметить тренд на увеличение количества слияний и поглощений (см. рис. 3).

<sup>2</sup> Ipi 4.0, ИННОПРОМ-2017 / <http://frprf.ru/ipi/>

<sup>3</sup> Клаус Шваб / Всемирный экономический форум / <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>



Рис. 3 Количество сделок на рынке слияний и поглощений в мире, в которые вовлечены промышленные высокотехнологичные компании

Источник: Анализ рынка Dealogic, Capital IQ и William Blair

- рост рынка продаж решений по автоматизации. Очевидным следствием является рост рынков и объемов продаж всех обеспечивающих технологий, что доказывает динамичное развитие Индустрии 4.0 [Левина, 2017]. На рис. 4 приведена динамика роста объемов рынка автоматизации.

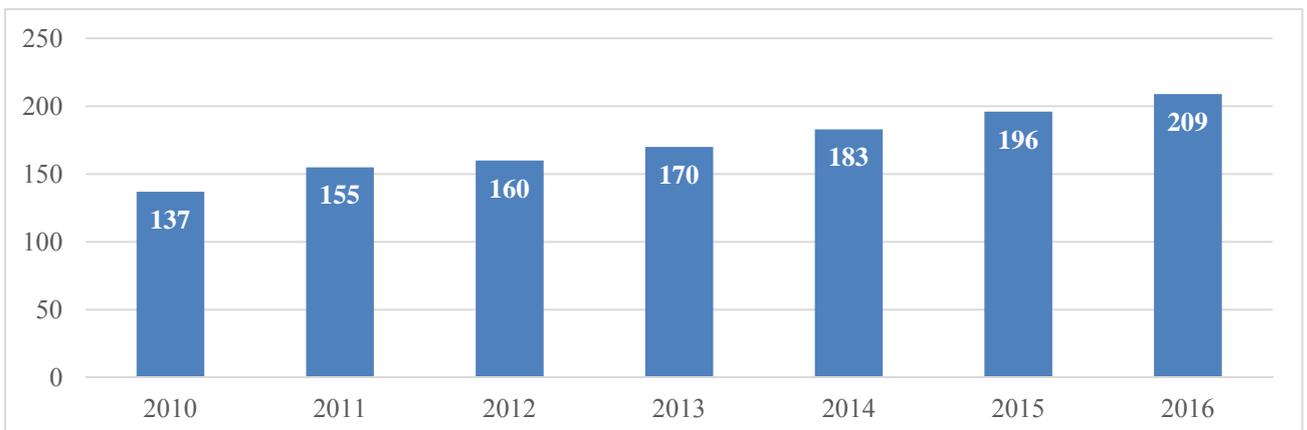


Рис. 4 Мировая динамика объема рынка промышленной автоматизации, млрд долл.

Источник: интернет-портал статистической информации Statista.com

Практически все сектора, создающие технологии Индустрии 4.0, продемонстрировали заметный рост. Частным примером является динамика продаж промышленных роботов.



Рис. 5 Мировая динамика продаж промышленных роботов, в тыс. ед.

Источник: интернет-портал статистической информации Statista.com

Эти другие тренды в значительной степени формируют будущее промышленности и должны учитываться как государством, так и бизнесом.

За время, прошедшее с момента возникновения термина, большое количество ученых заинтересовалось этой концепцией, которые углубились в изучение аспектов новой промышленности. Также он привлек пристальное внимание критиков, которые указывают на то, что никакой революции в классическом понимании не происходит, что текущие изменения – это не более чем углубленная автоматизация, а сам термин является трендовым названием.<sup>4</sup>

#### Список литературы:

1. Трачук А.В., Линдер Н.В. (2017а) Распространение инструментов электронного бизнеса в России: результаты эмпирического исследования // Российский журнал менеджмента. 2017. Т. 15. № 1. С. 27–50.
2. Трачук А.В., Линдер Н.В. (2017б) Инновации и производительность: эмпирическое исследование факторов, препятствующих росту методом продольного анализа // Управленческие науки. 2017. Т. 7. № 3. С. 43–58.
3. Трачук А.В., Линдер Н.В. (2017в). Инновации и производительность российских промышленных компаний // Инновации, 2017 № 4 (222). С. 53 – 65.
4. Трачук А.В., Линдер Н.В. (2017г) Прогнозирование динамики развития электронного бизнеса в России // Аудит и финансовый анализ. 2017. № 3–4. С. 604–612.
5. Трачук А.В., Линдер Н.В. (2016а) Адаптация российских фирм к изменениям внешней среды: роль инструментов электронного бизнеса // Управленческие науки. № 1. С. 61–73.
6. Трачук А.В., Линдер Н.В. (2016б) Методика многофакторной оценки инновационной активности холдингов в промышленности // Научные труды Вольного экономического общества России. 2016. Т. 198 С. 298–308.
7. Трачук А.В., Линдер Н.В. (2015) Трансформация бизнес-моделей электронного бизнеса в условиях нестабильной внешней среды // Эффективное Антикризисное Управление. № 2. С. 58–71.
8. Трачук А.В., Линдер Н.В., Антонов Д.А. (2014) Влияние информационно-коммуникационных технологий на бизнес-модели современных компаний // Стратегические решения и риск-менеджмент. № 5. С. 60–69.
9. Трачук А.В., Линдер Н.В. (2014) Стратегия формирования устойчивых конкурентных преимуществ инновационно-ориентированными промышленными компаниями // Стратегическое планирование и развитие предприятий: Матер. Пятнадцатого всерос. симпозиума / Под ред. Г.Б. Клейнера. М.: ЦЭМИ РАН, 2014. С. 181–183.
10. Трачук А. В. (2014). Бизнес-модели для гиперсвязанного мира // Управленческие науки современной России. Т. 1, № 1. С. 20–26.

<sup>4</sup> European Parliament, Policy department A: Economic and scientific policy / Industry 4.0

11. *Трачук А.В., Линдер Н.В., Убейко Н.В.* (2017). Формирование динамических бизнес-моделей компаниями электронной коммерции // *Управленец*. 2017. № 4 (68). С. 61–74.
12. *Лавров К.И.* (2017) Трансформация бизнес-моделей компаний телекоммуникационного сектора в условиях сокращающегося рынка // *Стратегические решения и риск-менеджмент*. 2017. № 4 (103). С. 30–41.
13. *Вирабян С.Н.* (2017) Измерение эффективности сделок по слиянию и поглощению: особенности применения метода DEA // *Стратегические решения и риск-менеджмент*. 2017. № 4 (103). С. 58–65.
14. *Левина А.М.* Формирование конкурентных преимуществ компаниями высокотехнологичных отраслей: модель и ее основные компоненты // *Стратегические решения и риск-менеджмент*. 2017. № 3. С. 88–97.
15. *Трачук А.В.* (2013). Формирование инновационной стратегии компании // *Управленческие науки*. 2013. № 3. С. 16–25.
16. *Трачук А. В.* (2012) Инновации как условие долгосрочной устойчивости российской промышленности // *Стратегические решения и риск-менеджмент*. 2012. № 6 (75). С. 66–71.
17. *Bauer H., Patel M., Veira J.* (2016) The Internet of Things: sizing up the opportunity
18. New York (NY): McKinsey & Company. Режим доступа:
19. <http://www.mckinsey.com/industries/high-tech/our-insights/the-internet-of-things-sizing-up-the-opportunity/> (дата обращения: 29.03.2017).
20. *Simon K., Dr. Reinhard Gr.* (2016) Industry 4.0—Opportunities and Challenges of the Industrial Internet assessment.pwc.de/i40/study.pdf/ (дата обращения: 24.04.2017).
21. The Factory of the Future. Industry 4.0 – The challenges of tomorrow / KPMG.
22. European Parliament, Policy department A: Economic and scientific policy / Industry 4.0
23. *Клаус Шваб* / Всемирный экономический форум / <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>
24. European Parliament, Policy department A: Economic and scientific policy / Industry 4.0
25. «Индустрия 4.0»: создание цифрового предприятия / PricewaterhouseCoopers.