

АНАЛИЗ ПРОМЫШЛЕННЫХ РЕВОЛЮЦИЙ: ОТ МЕХАНИЗАЦИИ ДО ЦИФРОВОЙ ЭПОХИ

Моргунов Е.В.¹⁾, Чернявский В. С.²⁾

1) кандидат экономических наук, заведующий лабораторией Института социально-экономических проблем народонаселения ФНИСЦ РАН, Москва, Россия; morgun1976@mail.ru

2) кандидат экономических наук, старший инженер ЦЭМИ РАН, Москва, Россия; vchern2007@bk.ru

Аннотация: В представленном исследовании проведен комплексный анализ базовых технологий и изобретений, характеризующих четыре промышленные революции, последовательно сменявшие друг друга с начала XVIII века по настоящее время. Каждый из этих технологических переворотов кардинальным образом трансформировал производственные процессы, энергетические системы и социально-экономические отношения. Анализ четырех промышленных революций показывает устойчивую тенденцию к сокращению временных промежутков между технологическими переворотами. Современный же этап технологического развития, несмотря на свою гипотетическую природу, демонстрирует потенциал для трансформации всех сфер человеческой деятельности - от производства до повседневной жизни.

Ключевые слова: исторический анализ, промышленная революция, гидроэнергетика, механизация, электрификация, конвейерное производство, компьютеризация, автоматизация, роботизация, интернет-технологии, киберфизические системы.

ANALYSIS OF INDUSTRIAL REVOLUTIONS: FROM MECHANIZATION TO THE DIGITAL AGE

Morgunov E.V.¹⁾, Chernyavsky V. S.²⁾

1) Candidate of Economic Sciences, Head of the Laboratory of the Institute of Socio-Economic Problems of Population of the FNSC RAS, Moscow, Russia; morgun1976@mail.ru

2) Candidate of Economic Sciences, Senior Engineer, CEMI RAS, Moscow, Russia; vchern2007@bk.ru

Abstract: The presented study provides a comprehensive analysis of the basic technologies and inventions characterizing four industrial revolutions that have successively replaced each other from the beginning of the XVIII century to the present. Each of these technological revolutions has radically transformed production processes, energy systems, and socio-economic relations. The analysis of the four industrial revolutions shows a steady tendency to reduce the time intervals between technological revolutions. The current stage of technological

development, despite its hypothetical nature, demonstrates the potential for transformation of all spheres of human activity - from production to everyday life.

Keywords: historical analysis, industrial revolution, hydropower, mechanization, electrification, conveyor production, computerization, automation, robotics, Internet technologies, cyber-physical systems.

Введение

В представленном исследовании проведен комплексный анализ базовых технологий и изобретений, характеризующих четыре промышленные революции, последовательно сменявшие друг друга с начала XVIII века по настоящее время. Каждый из этих технологических переворотов кардинальным образом трансформировал производственные процессы, энергетические системы и социально-экономические отношения.

1. Первая промышленная революция (1750-1900 гг.): эпоха гидроэнергии и механизации.

1.1. Гидроэнергетика как основа ранней индустриализации. Использование гидроэнергии имеет глубокие исторические корни. Еще в античные времена водяные мельницы применялись для орошения земель и приведения в действие различных механических устройств [2,12]. В промышленном масштабе гидроэнергия стала использоваться для работы текстильных фабрик, лесопилок, рудных мельниц и других производственных объектов.

Переломным моментом стало создание в начале XX века гидроэлектростанций, что позволило значительно увеличить мощность и эффективность использования водных ресурсов. Первые ГЭС стали важным шагом в переходе к централизованному энергоснабжению промышленных предприятий.

1.2. Механизация производственных процессов. Процесс механизации представлял собой фундаментальный переход от ручного труда и использования тягловых животных к машинному производству. Краеугольным камнем этой трансформации стало изобретение паровой машины, над усовершенствованием которой работали такие ученые, как Дени Папен (1698 г.) и Джеймс Уатт (1769 г.) [3].

Паровая машина не только снизила зависимость промышленности от гидроэнергетических ресурсов, но и стала движущей силой транспортной революции, приведя к появлению железных дорог в XIX веке. Механизация производства продолжает оставаться одним из ключевых направлений технического прогресса, эволюционируя в современные системы автоматизации.

2. Вторая промышленная революция (1900-1950 гг.): электрификация и массовое производство.

2.1. Научные основы и практическое применение электричества. Открытие электрона Джозефом Томсоном в 1897 году и последующие работы Эрнеста Резерфорда заложили теоретическую базу для практического использования электричества. Однако первые опыты с электричеством

проводились еще раньше - так, генератор постоянного тока (динамо-машина) был изобретен Аньошем Йедликом в 1827 году [6,7].

Важнейшим достижением стало создание современных паровых турбин Чарльзом Парсонсом (1884 г.) и трехфазного трансформатора Михаилом Доливо-Добровольским (1890 г.). Эти изобретения позволили организовать эффективную передачу электроэнергии на большие расстояния, что сделало экономически выгодным строительство централизованных электростанций.

Первая в мире гидроэлектростанция была построена Уильямом Армстронгом в 1878 году в его имении Крэгсайд (Англия). Эта станция, использовавшая воду из местного озера для вращения динамо-машины фирмы Siemens, стала прообразом современных энергосистем [4].

2.2. Конвейерная революция в производстве. Конвейерное (поточное) производство, получившее широкое распространение в начале XX века, коренным образом изменило организацию промышленных процессов [11]. Хотя простейшие конвейеры были известны еще в древности, настоящий переворот произошел после внедрения системы Генри Форда в 1908 году.

Конвейеризация превратила сложный процесс сборки, требовавший высокой квалификации рабочих, в серию простых, стандартизированных операций. Это привело к резкому росту производительности труда, хотя и сделало работу на производстве более монотонной. В перспективе именно конвейерные линии стали первыми объектами для внедрения промышленных роботов.

3. Третья промышленная революция (1950-2000 гг.): цифровая трансформация

3.1. Эволюция вычислительной техники.

Развитие компьютерных технологий прошло несколько этапов:

- ламповые компьютеры (ЭНИАК, 1946 г.; МЭСМ, 1950 г.);
- транзисторные системы (NCR, 1957 г.);
- интегральные микросхемы (США, 1958-1959 гг.; СССР, 1961 г.).

Советские разработки, включая первую отечественную микросхему, созданную в Таганрогском радиотехническом институте под руководством Л. Колесова (1961 г.), демонстрировали конкурентоспособность СССР в этой области.

3.2. Автоматизация и роботизация промышленности. Современные системы автоматизации включают:

- автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП);
- системы автоматизированного проектирования (САПР);
- гибкие автоматизированные производства (ГАП).

Роботизация, в отличие от классической автоматизации, предполагает использование перепрограммируемых промышленных роботов. Лидерами в этой области являются Южная Корея, Сингапур и Япония, где отмечается наибольшая плотность роботов на одного работника [1].

4. Четвертая промышленная революция (2000 г. - н.в.): эра киберфизических систем.

4.1. Интернет как глобальная инфраструктура. Рост числа интернет-пользователей с 10 млн (1997 г.) до 5 млрд (2023 г.) создал принципиально новую среду для технологического развития. Интернет-технологии стали основой для создания:

- цифровых двойников производственных систем;
- умных фабрик (Industry 4.0);
- систем предиктивной аналитики.

4.2. Киберфизические системы. Концепция киберфизических систем (КФС), предложенная в 2006 году, предполагает глубокую интеграцию вычислительных мощностей с физическими объектами. Такие системы характеризуются:

- распределенной архитектурой;
- способностью к самонастройке и адаптации;
- возможностью прогнозирования изменений.

Заключение

Анализ четырех промышленных революций показывает устойчивую тенденцию к сокращению временных промежутков между технологическими переворотами:

1. 1750-1900 гг. (150 лет);
2. 1900-1950 гг. (50 лет);
3. 1950-2000 гг. (50 лет);
4. 2000 г. - настоящее время.

Современный этап технологического развития, несмотря на свою гипотетическую природу [14], демонстрирует потенциал для трансформации всех сфер человеческой деятельности - от производства до повседневной жизни.

Список использованных источников

1. Bill, M. World Robotics 2023 report. - IFR, 2023. - 49 p.
2. Hill, D. A History of Engineering in Classical and Medieval Times / D.Hill . -Routledge, 1996. - 280 p.
3. Kitsikopoulos, H. Innovation and Technological Diffusion. An economic history of early steam engines / H.Kitsikopoulos /. – Routledge, 2019. – 202 p.
4. McLaren, P.G. Elementary Electrical Power & Machines (Ellis Horwood Series in Electrical and Electronic Engineerin) / P.G.McLaren /. - Halsted Press, 1984. -265 p.
5. McNeil, I. An Encyclopedia of the History of Technology / Edited By Ian McNeil. – Routledge, 1996. - 1084 p.
6. Patterson, W. Transforming Electricity the Coming Generation of Change /W.Patterson /. - Routledge, 1999. - 218 p.

7. Ахиезер, А.И. Физики: Биографический справочник / Под ред. А.И. Ахиезера. - Изд. 2-е, испр. и доп. - М.: Наука, 1983. - 400 с.
8. Быков, М.И. Практические аспекты роботизации производства / М.И.Быков // Главный инженер. Управление промышленным производством. - 2024. - №10.
9. Лёрэн, Х. Четвертая промышленная революция: Целевые ориентиры развития промышленных технологий и инноваций / Х.Лёрэн /. - ВЭФ, 2019. - 48 с.
10. Петров, С.Т. Цифровая революция. Цифровая экономика. Цифровая ноосфера / С.Т. Петров. - Москва: Издательство «Перо», 2022 - 60 с.
11. Рязанцев, В.Д. Большая политехническая энциклопедия / Авт.-сост. В.Д. Рязанцев. - М.: Мир и образование, 2011. - 704 с.
12. Сидорович, В. Мировая энергетическая революция: Как возобновляемые источники энергии изменят наш мир / В.Сидорович /. - М.: Альпина Паблишер, 2015. - 208 с.
13. Шваб, К. Технологии четвертой промышленной революции: [перевод с английского] / Клаус Шваб, Николас Дэвис. - Москва: Эксмо, 2018. - 320 с.
14. Шваб, К. Четвертая промышленная революция / К. Шваб. - «Эксмо», 2016. -138 с. - (TopBusinessAwards).