

DOI: 10.58168/GrEGrR2026_78-85
УДК 332.1:330.4

**ОТ РЫНОЧНОЙ КООРДИНАЦИИ К ЦИФРОВОМУ ПЛАНИРОВАНИЮ:
ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ИНДУСТРИИ 4.0**
FROM MARKET COORDINATION TO DIGITAL PLANNING: THE INNOVATIVE
POTENTIAL OF INDUSTRY 4.0

Зимарин М.С., студент группы УИ2-231-ОБ
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
лесотехнический университет имени
Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия.

Азарова Н.А., к.э.н., доцент
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
лесотехнический университет имени
Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия.

Zimarin M.S., student of the UI2-231-OB st
group Voronezh State University of Forestry
and Technologies named after G.F. Morozov,
Voronezh, Russia.

Azarova N.A., Candidate of Economics
Sciences, Associate Professor
Voronezh State University of Forestry and
Technologies named after G.F. Morozov,
Voronezh, Russia.

Аннотация. В статье рассматривается инновационный потенциал технологий Индустрии 4.0 в контексте трансформации механизмов экономической координации. Особое внимание уделяется тому, как цифровизация, роботизация, Интернет вещей, цифровые двойники, предиктивная аналитика и машинное обучение меняют возможности управления производственными процессами. На основе марксистского подхода анализируется противоречие между возрастающей сложностью современных производственных систем и рыночной формой их регулирования. Делается вывод о том, что развитие цифровых технологий создает материально-технические предпосылки для перехода от стихийной рыночной координации к более рациональному, динамическому и научно обоснованному экономическому планированию.

Abstract. The article examines the innovative potential of Industry 4.0 technologies in the context of transforming mechanisms of economic coordination. Particular attention is paid to how digitalization, robotization, the Internet of Things, digital twins, predictive analytics, and machine learning change the possibilities of managing production processes. Based on the Marxist approach, the article analyzes the contradiction between the increasing complexity of modern production systems and the market-based form of their regulation. The conclusion is drawn that the development of digital technologies creates the material and technical prerequisites for a transition from spontaneous market coordination to more rational, dynamic, and scientifically grounded economic planning.

Ключевые слова: Индустрия 4.0, инновации, цифровое планирование, экономическая координация, плановая экономика, цифровизация, роботизация, Интернет вещей, производительные силы, рыночная анархия.

Keywords: Industry 4.0, innovation, digital planning, economic coordination, planned economy, digitalization, robotization, Internet of Things, productive forces, market anarchy.

В современном экономическом пространстве мировой экономики все чаще используются понятия «цифровая трансформация», «умное производство», «Индустрия 4.0» и «Четвертая промышленная революция». В корпоративных пресс-релизах эти термины обычно связываются с внедрением новых датчиков, роботизированных систем, алгоритмов оптимизации, облачных платформ и средств обмена данными. Однако за внешне понятным техническим содержанием этих инновационных процессов скрывается более глубокое социально-экономическое значение.

Если рассматривать «Индустрию 4.0» не как набор отдельных технологий, а как новый этап развития производительных сил, становится очевидно, что она меняет саму возможность управления производством. Современные цифровые системы позволяют собирать, обрабатывать и анализировать огромные массивы данных в реальном времени. Это означает, что производственные процессы становятся не только более автоматизированными, но и более «разумными», то есть способными к прогнозированию, самокоррекции и координации [3,7].

В этом контексте особую актуальность приобретает марксистский тезис о том, что развитие производительных сил вступает в противоречие с существующими производственными отношениями. Плановая экономика в таком подходе может рассматриваться не как утопическая конструкция, искусственно навязанная обществу, а как форма организации хозяйства, к которой объективно ведет развитие самих технологий [6,10]. Чем сложнее становятся производственные цепочки, тем менее рациональной выглядит их координация исключительно через рыночный механизм.

Одним из центральных недостатков рыночной экономики является ее реактивный характер. Рынок не предупреждает диспропорции, а реагирует на них уже после того, как они возникли. Изменения спроса, кризисы перепроизводства, банкротства, перебои в логистике и перераспределение капитала между отраслями и сферами производства выступают механизмами последующей корректировки. Иными словами, рынок регулирует хозяйственную жизнь не через сознательное согласование общественных потребностей и ресурсов, а через последствия ошибок и противоречий.

Карл Маркс характеризовал кризисы капиталистической экономики как форму насильственного восстановления нарушенного равновесия [10]. Это означает, что равновесие между производством и потреблением восстанавливается не рационально и заранее, а через разрушение части производительных сил, обесценивание товаров, банкротства предприятий, безработицу и социальные потрясения.

На протяжении длительного времени рыночный механизм представлялся как наиболее эффективная и гибкая форма координации экономической деятельности, обеспечивающая свободу предпринимательства и конкуренцию. Однако по мере развития технологий и усложнения производственных цепочек стали проявляться ограничения рыночной координации. Современные производственные цепочки стали глобальными, многоуровневыми и чрезвычайно зависимыми от точной координации. Ошибки в прогнозировании спроса, нарушенные логистические связи или сбои в поставках отдельных компонентов способны вызывать серьезные последствия для целых отраслей.

На практике данные противоречия проявляются в дисбалансах между производством и потреблением: в одних регионах могут возникать избыточные товарные запасы, тогда как в других сохраняется дефицит; предприятия сталкиваются с перепроизводством продукции, не обеспеченной платежеспособным спросом; финансовый сектор все чаще развивается относительно автономно от реального производства. Все это показывает, что рыночная анархия не исчезла, а лишь приобрела более сложные формы.

Одним из наиболее известных аргументов против плановой экономики является тезис о невозможности централизованного экономического расчета. Людвиг фон Мизес и Фридрих Хайек утверждали, что никакой единый плановый орган не способен обладать всей полнотой информации, необходимой для эффективного распределения ресурсов [1,2]. В рамках данного подхода подчеркивается, что сведения о потребностях, ресурсах, ценах, локальных условиях и предпочтениях не сосредоточены в одном центре, а распределены между множеством участников экономической системы. В связи с этим рыночный механизм, основанный на системе цен, рассматривается как основной инструмент координации хозяйственной деятельности. [2].

В XX веке данная критика во многом отражала реальные ограничения своего времени. Уровень развития вычислительной техники, средств связи и систем обработки данных не позволял оперативно собирать и анализировать большие объемы экономической информации. В связи с этим планирование нередко опиралось на бумажную отчетность, сложные

административные процедуры и длительные циклы согласования. Это могло приводить к инерционности управленческих решений, снижению гибкости системы и трудностям при моделировании как отдельных предприятий, так и экономики в целом.

Следует подчеркнуть, что ограничения планирования в XX веке были связаны не только с экономическими, но и с технологическими условиями своего времени. Недостаточный уровень развития вычислительной техники, связи, автоматизации и методов обработки данных существенно снижал возможности оперативного управления хозяйственными процессами. В современных условиях развитие цифровых технологий меняет саму постановку вопроса о потенциале экономического планирования.

Концепция «Индустрия 4.0» включает в себя Интернет вещей, киберфизические системы, цифровые двойники, машинное обучение, предиктивную аналитику, распределенные вычислительные мощности и автоматизированные системы управления [7]. Эти технологии позволяют получать информацию о состоянии производственных процессов практически в реальном времени.

Эмпирические данные подтверждают, что цифровизация и автоматизация производства уже приобрели массовый характер. Согласно данным International Federation of Robotics, в 2024 году в мире было установлено 542 тыс. промышленных роботов, что более чем вдвое превышает показатель десятилетней давности. Общее количество промышленных роботов, находившихся в эксплуатации по всему миру, достигло 4,664 млн. единиц [4]. Эти данные показывают, что автоматизация перестает быть локальным технологическим экспериментом и превращается в устойчивую тенденцию развития мирового производства (рисунок 1).

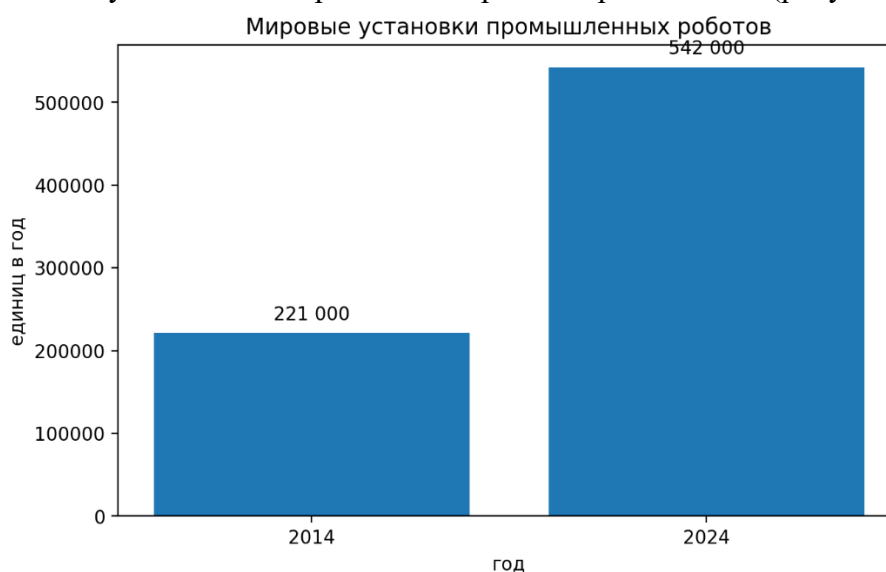


Рисунок 1 – Динамика мировых установок промышленных роботов, 2014–2024 гг.

Цифровые двойники предприятий способны моделировать работу оборудования, производственных линий и целых заводов. Они могут учитывать степень износа отдельных узлов, прогнозировать вероятность поломок, рассчитывать оптимальные режимы работы и заранее выявлять узкие места в производстве. Предиктивная аналитика позволяет не просто фиксировать уже произошедшие отклонения, а прогнозировать их заранее (рисунок 2).

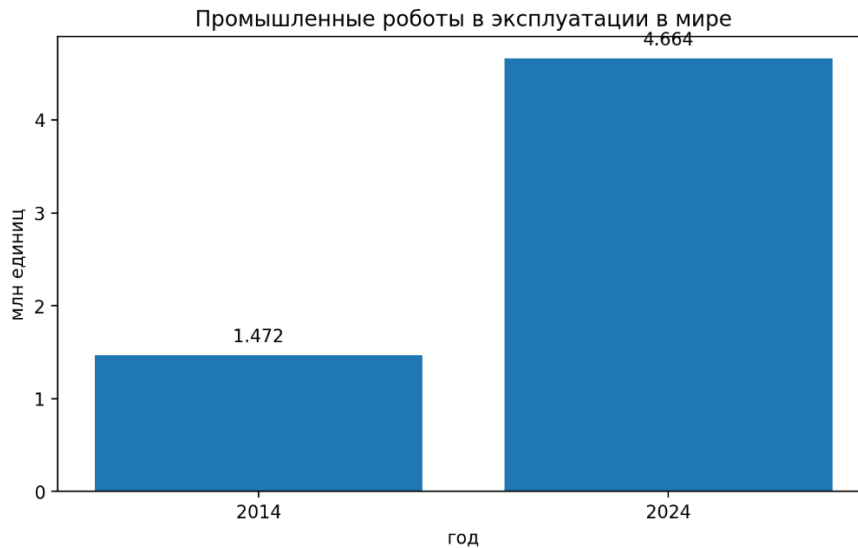


Рисунок 2 – Количество промышленных роботов в эксплуатации в мире, 2014–2024 гг.

Особое значение для экономического планирования имеет рост Интернета вещей. В отличие от плановых систем XX века, где сбор и передача информации были длительными и не всегда точными, современные IoT-системы обеспечивают получение данных непосредственно от оборудования, складов, транспортных систем и производственных линий в режиме реального времени. По данным IoT Analytics, количество подключенных IoT-устройств достигло 18,5 млрд. единиц в 2024 году, а к концу 2025 года ожидался рост до 21,1 млрд. единиц. К 2030 году прогнозируется увеличение этого показателя примерно до 39 млрд. единиц устройств [5] (рисунок 3).

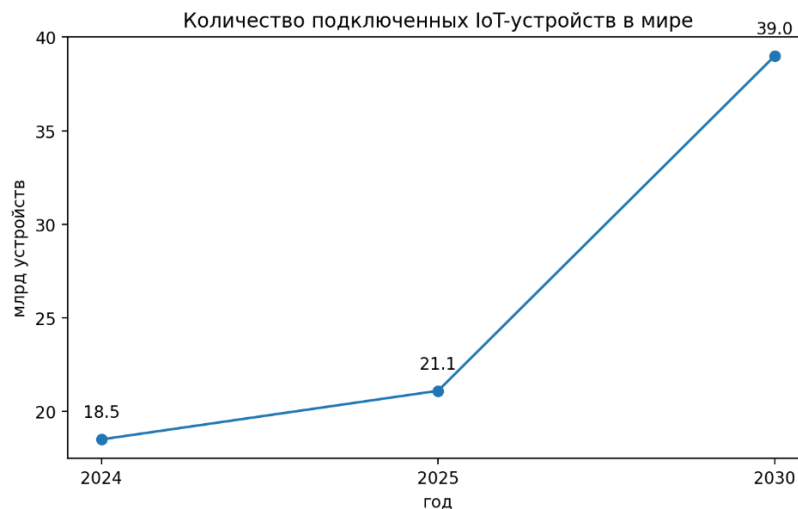


Рисунок 3 – Рост количества подключенных IoT-устройств в мире, 2024–2030 гг.

Машинное обучение, в свою очередь, открывает новые возможности для прогнозирования спроса. Современные алгоритмы позволяют анализировать широкий спектр данных: динамику продаж, сезонность, социальные тенденции, погодные и климатические условия, логистические ограничения, изменения потребительских предпочтений и макроэкономические показатели. На этой основе становится возможным более точное прогнозирование спроса и более рациональное согласование производственных решений с общественными потребностями.

Практический опыт крупных компаний и производственных площадок показывает, что подобные технологии уже применяются в реальном секторе экономики. Например, в рамках Global Lighthouse Network Всемирного экономического форума и McKinsey отмечается, что

цифровые «фабрики-маяки» в среднем демонстрируют рост производительности труда на 40% и сокращение сроков производственного цикла на 48% [8,9]. Кроме того, внедрение цифровых технологий сопровождается улучшением показателей качества продукции, повышением энергоэффективности и снижением негативного воздействия на окружающую среду.

В условиях современной рыночной экономики технологии Индустрии 4.0 используются преимущественно на уровне отдельных компаний – для повышения производительности, оптимизации затрат и укрепления конкурентных преимуществ. При этом экономика в целом сохраняет фрагментарный характер, поскольку производственные решения принимаются множеством самостоятельных участников рынка. Это формирует важное противоречие: внутри крупных корпораций производство становится все более планомерным, цифровизированным и управляемым на основе данных, однако координация между различными компаниями по-прежнему осуществляется преимущественно через рыночный механизм. Следовательно, цифровые технологии создают потенциал для расширения планомерной организации производства, но в рамках капиталистической системы этот потенциал реализуется ограниченно.

Для наглядности можно представить основные показатели цифровизации и автоматизации производства в виде таблицы 1.

Таблица 1 – Основные показатели цифровизации и автоматизации производства в мировом масштабе

Показатель	Значение	Источник	Социально-экономическая интерпретация
Установки промышленных роботов в мире в 2024 г.	542 тыс.	[5]	Автоматизация становится массовым явлением
Роботы в эксплуатации в мире в 2024 г.	4,664 млн	[5]	Производство все больше опирается на управляемые машинные системы
Подключенные IoT-устройства в 2024 г.	18,5 млрд	[9]	Растет объем данных, доступных для управления
Прогноз IoT-устройств к 2030 г.	около 39 млрд	[9]	Усиливается база для планирования в реальном времени
Эффект цифровых «фабрик-маяков»	+40% производительности, –48% сроков цикла	[1,10]	Индустрия 4.0 уже дает измеримый управленческий эффект

Приведенные данные свидетельствуют о том, что современное производство становится все более поддающимся измерению, прогнозированию и управлению. Это означает, что внутри самой капиталистической системы формируются технологические предпосылки для более рациональной координации экономических процессов.

При этом современное планирование не следует отождествлять с жесткой административной системой прошлого, основанной на бумажных директивах и фиксированных долгосрочных заданиях. Развитие цифровых технологий позволяет говорить о возможности динамического и адаптивного планирования, способного учитывать изменения спроса, состояние ресурсов, производственные мощности и логистические условия на основе постоянно обновляемых данных.

В таком понимании плановая экономика может рассматриваться не как механическое распределение показателей сверху, а как гибкая система согласования общественных

потребностей и производственных возможностей. Использование больших данных, цифровых платформ и искусственного интеллекта создает условия для построения более точных экономических моделей, своевременного выявления диспропорций и предотвращения кризисных явлений еще на ранних стадиях их формирования.

Такой подход позволяет по-новому рассмотреть марксистский тезис о взаимосвязи производительных сил и производственных отношений [6,10]. Если современные технологии создают возможность более осознанного и научно- обоснованного управления сложными производственными процессами, то роль стихийной рыночной координации требует критического переосмысления. В этих условиях рыночный механизм может рассматриваться не как единственно возможная форма организации хозяйства, а как исторически сложившаяся система, связанная с определенными отношениями собственности и интересами участников капиталистической экономики.

Таким образом, концепция «Индустрия 4.0» имеет значение, выходящее за рамки простой технологической модернизации производства. Она отражает качественные изменения в развитии производительных сил, при которых управление производственными и экономическими процессами становится все более основанным на данных, прогнозировании и цифровых системах координации.

Интернет вещей, цифровые двойники, машинное обучение, роботизация и предиктивная аналитика позволяют по-новому подойти к одной из ключевых проблем экономического планирования XX века – проблеме своевременного сбора, обработки и практического использования больших объемов информации. То, что ранее было затруднено из-за ограниченных вычислительных мощностей, слабого развития средств связи и недостаточной автоматизации, сегодня становится частью практики современных промышленных компаний.

Вместе с тем в условиях рыночной экономики данные технологии применяются преимущественно на уровне отдельных корпораций и направлены главным образом на повышение эффективности, снижение издержек и укрепление конкурентных позиций. Поэтому возникает противоречие между растущими техническими возможностями планомерной организации производства и сохранением рыночной формы координации экономики в целом.

С марксистской точки зрения, инновационный потенциал Индустрии 4.0 может рассматриваться как важная материально-техническая предпосылка для перехода к более сознательному, научно обоснованному и социально ориентированному управлению экономическими процессами. Следовательно, плановая экономика в современных условиях может быть переосмыслена не как жесткая административная модель прошлого, а как возможная форма динамической и цифровой координации хозяйственной деятельности, соответствующая новому уровню развития производительных сил.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Всемирный экономический форум. Global Lighthouse Network 2025: Всемирный экономический форум признал 12 новых площадок, осуществляющих комплексную трансформацию производства. – Женева, 2025. – URL: <https://www.weforum.org/press/2025/09/global-lighthouse-network-2025-world-economic-forum-recognizes-12-new-sites-driving-holistic-transformation-in-manufacturing/> (дата обращения: 30.04.2026).
2. Кастельс, М. Информационная эпоха: экономика, общество и культура / М. Кастельс. – 2-е изд. – Malden: Wiley-Blackwell, 2010.
3. Маркс, К. Капитал. Критика политической экономии / К. Маркс. – Т. 1. – М.: Политиздат, 1983.

4. Маркс, К. Немецкая идеология / К. Маркс, Ф. Энгельс. – М.: Политиздат, 1988.
5. Международная федерация робототехники. Мировая робототехника 2025 – промышленные роботы: глобальный спрос на роботов на фабриках удвоился за 10 лет. – Франкфурт-на-Майне, 2025. – URL: <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/global-robot-demand-in-factories-doubles-over-10-years> (дата обращения: 30.04.2026).
6. Мизес, Л. фон. Экономический расчет в социалистическом содружестве / Л. фон Мизес. Auburn, 1990. – URL: <https://mises.org/library/book/economic-calculation-socialist-commonwealth> (дата обращения: 30.04.2026).
7. Хайек, Ф. А. Использование знания в обществе / Ф. А. Хайек // The American Economic Review. – 1945. Vol. 35. № 4. – P. 519–530. – URL: <https://www.jstor.org/stable/1809376> (дата обращения: 30.04.2026).
8. Шваб, К. Четвертая промышленная революция / К. Шваб. – Женева: Всемирный экономический форум, 2016. – URL: https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Fourth_Industrial_Revolution.pdf (дата обращения: 23.04.2026).
9. IoT Analytics. Состояние IoT 2025: число подключенных IoT-устройств в мире выросло на 14% и достигло 21,1 млрд. – Гамбург, 2025. – URL: <https://iot-analytics.com/number-connected-iot-devices/> (дата обращения: 29.04.2026).
10. McKinsey & Company. Продолжающаяся эволюция Global Lighthouse. – Network, 2026. – URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/the-continuing-evolution-of-the-global-lighthouse-network> (дата обращения: 30.04.2026).

REFERENCES

1. The World Economic Forum. Global Lighthouse Network 2025: The World Economic Forum recognized 12 new sites implementing a comprehensive transformation of production. Geneva, 2025. URL: <https://www.weforum.org/press/2025/09/global-lighthouse-network-2025-world-economic-forum-recognizes-12-new-sites-driving-holistic-transformation-in-manufacturing> / (accessed: 04/30/2026).
2. Castells M. The Information Age: economics, society and culture. 2nd ed. Malden: Wiley-Blackwell, 2010.
3. K. Marx. Capital. Criticism of political economy. Vol. 1. Moscow: Politizdat, 1983.
4. Marx K., Engels F. German ideology. Moscow: Politizdat, 1988.
5. International Federation of Robotics. Global Robotics 2025 – Industrial robots: global demand for robots in factories has doubled in 10 years. Frankfurt am Main, 2025. URL: <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/global-robot-demand-in-factories-doubles-over-10-years> (date of access: 30.04.2026).
6. Mises L. background. Economic calculation in the socialist community. Auburn, 1990. URL: <https://mises.org/library/book/economic-calculation-socialist-commonwealth> (date of access: 30.04.2026).
7. Hayek F. A. The use of knowledge in society // The American Economic Review. 1945. Vol. 35. No. 4. P. 519-530. URL: <https://www.jstor.org/stable/1809376> (date of access: 30.04.2026).

8. Schwab K. The Fourth Industrial Revolution. Geneva: World Economic Forum, 2016. URL: https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Fourth_Industrial_Revolution.pdf (date of access: 04/23/2026).
9. IoT Analytics. The state of IoT 2025: the number of connected IoT devices in the world increased by 14% and reached 21.1 billion. Hamburg, 2025. URL: <https://iot-analytics.com/number-connected-iot-devices/> (date of access: 04/29/2026).
10. McKinsey & Company. The ongoing evolution of the Global Lighthouse Network. 2026. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/the-continuing-evolution-of-the-global-lighthouse-network> (date of access: 30.04.2026).