

## КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ РАЗЛИЧИЯ ИНДУСТРИИ 4.0 И ИНДУСТРИИ 5.0

**Е. А. Кузьмин**

*младший научный сотрудник, Центр структурной политики, Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург, Россия, kuzmin.ea@uiec.ru*

Рассмотрены ключевые аспекты Индустрии 4.0 и Индустрии 5.0. Выявлены противоречия и точки соприкосновения между рассматриваемыми технологическими парадигмами. Установлено, что, несмотря на общую технологическую основу, эти две парадигмы предлагают различное видение принципов построения производственных процессов, по-разному смотрят на участие человека в них. Индустрия 4.0, с ее акцентом на автоматизацию и цифровизацию, заложила фундамент для революционных изменений в промышленности, в то время как Индустрия 5.0 стремится дополнить и расширить этот подход, включив акцент на интеграцию человеческого фактора в технологические процессы. Мы пришли к выводу, что для достижения устойчивого развития необходимо совмещение и гармонизация инструментов обеих парадигм. Индустрия 4.0 предоставляет мощные инструменты и технологии, способствующие повышению эффективности, в то время как Индустрия 5.0 добавляет к этому рамки социальной ответственности.

**Ключевые слова:** Индустрия 4.0; Индустрия 5.0; технологические парадигмы.

## CONCEPTUAL DIFFERENCES BETWEEN INDUSTRY 4.0 AND INDUSTRY 5.0

**E. A. Kuzmin**

*researcher, center for structural policy, Institute of Economics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia, kuzmin.ea@uiec.ru*

Key aspects of Industry 4.0 and Industry 5.0 are considered. Contradictions and points of contact between the considered technological paradigms are identified. It has been established that, despite the common technological basis, these two paradigms offer different visions of the principles of constructing production processes and have different views on human participation in them. Industry 4.0, with its emphasis on automation and digitalization, has laid the foundation for revolutionary changes in industry, while Industry 5.0 seeks to complement and expand this approach by including an emphasis on the integration of human factors into technological processes. We came to the conclusion that to achieve sustainable development, it is necessary to combine and harmonize the tools of both paradigms. Industry 4.0 provides powerful tools and technologies to improve efficiency, while Industry 5.0 adds a social responsibility framework to the mix.

**Keywords:** Industry 4.0; Industry 5.0; technological paradigms.

### **Введение**

История технологического развития представляет собой путь через последовательные стадии индустриальных революций, каждая из которых ознаменовала собой значительные изменения в обществе и экономике [1]. Этот путь начинается с Индустрии 1.0, характеризующейся переходом от ручных методов производства к машинным, с использованием паровой и водяной энергии. Вторая промышленная революция, основанная на электрификации и массовом производстве, положила начало современной эпохе автомобилестроения и химической промышленности [2]. Третья промышленная революция, или Индустрия 3.0, была отмечена внедрением информационно-коммуникационных технологий, что привело к компьютеризации и автоматизации. Индустрия 4.0 характеризуется еще большей автоматизацией с акцентом на слиянии физических и информационных систем [3]. Она открыла новые технологические

возможности и привела к повсеместной цифровизации производства, созданию «умных фабрик» [4–8].

На пороге пятой промышленной революции, Индустрии 5.0, мир стоит перед новым этапом развития. Индустрия 5.0 дополняет существующую парадигму Индустрии 4.0, выделяя социо-инновации как движущую силу перехода к устойчивой, ориентированной на человека промышленности [9]. Пятое поколение индустрии ставит примат сотрудничества человека и машины, человека и технологий. Здесь человеческий творческий потенциал сочетается с возможностями технологий для решения более сложных задач. Индустрия 5.0 направлена на достижение социальных приоритетов развития, ориентированных на ценности [1].

Эти и другие отличия привели нас к обзору тенденций и технологий, которые определяют переход от Индустрии 4.0 к Индустрии 5.0. Проведенный обзор подчеркивает значимость технологических инноваций и их влияние на будущее промышленного производства, обозначая пути развития и возможные преобразования, которые будут определяться уже следующей концепцией индустриализации.

### **Теоретические основы**

Концепции Индустрии 4.0 и Индустрии 5.0 стали ключевыми направлениями в развитии современной промышленности. Эти две парадигмы, хотя тесно связаны, представляют собой различные подходы к использованию технологий и определения роли человеческого участия в производственных процессах. Индустрия 4.0 ознаменовала начало массовой цифровизации и автоматизации. Индустрия 5.0 углубляет эти тенденции, подчеркивая важность гармоничного сосуществования человека и цифрового мира.

Longo F. и др. [10] считают, что Индустрия 5.0 не является заменой или продолжением Индустрии 4.0, она существует благодаря тенденциям и потребностям общества и, следовательно, дополняет концепцию Индустрии 4.0. Braccini, A. M., и Margherita, E. G. [11] указывают, что устойчивое развитие является одной из движущих сил и Индустрии 4.0 в контексте отраслевой инициативы, которая за счет внедрения цифровых технологий превращает традиционное производство в «умное». Переход на I4.0 не означает автоматического сокращения уровня занятости, или потерю ключевой роли рабочей силы в процессах внедрения инноваций или в видении устойчивой организации как движущей силы перехода к I4.0. Хотя Индустрия 4.0 включает некоторые устойчивые практики, ее основной акцент на технологическом прогрессе может не всегда учитывать всех последствий их внедрения. Индустрия 5.0 более сфокусирована на устойчивости, а следовательно, подчеркивается необходимость учитывать социальные последствия технологических изменений.

### **Результаты**

Обобщая позиции обеих индустрий, мы проводим их сопоставление, в поисках противоречий и потенциальных точек соприкосновения (таблица).

Противоречия между Индустрией 4.0 и Индустрией 5.0 во многом связаны с различиями в их фокусах и целях. При этом обе ориентированы на инновационные технологии и улучшение производственных процессов. Однако, Индустрия 4.0 устанавливает приоритет максимальной автоматизации, что может привести к сокращению рабочих мест и уменьшению человеческого участия в производстве. В отличие от этого, Индустрия 5.0 ставит в приоритет совместное взаимодействие человека и машин, человека и цифрового мира, подчеркивая тем самым значение человеческого труда. Технологические решения Индустрии 4.0 часто предполагают централизованный контроль и управление, тогда как Индустрия 5.0 тяготеет к децентрализации и усилению роли локальных стимулов управления или самоорганизации. Индустрия 4.0 склонна видеть технологические решения как самоцель, в то время как Индустрия 5.0 стремится к гуманизации этих технологий, уделяя большое внимания социальным и этическим аспектам технологического развития. Концепция Индустрии 4.0 часто подразумевает конкуренцию, в то время как Индустрия 5.0 подчеркивает важность сотрудничества, партнерства и совместной работы различных заинтересованных сторон для достижения наилучших

результатов. Эти и другие различия подчеркивают изменения в подходах и ценностях, которые происходят в процессе перехода от Индустрии 4.0 к Индустрии 5.0, и отражают эволюцию в понимании роли технологий и человеческого фактора в промышленном производстве.

### Сопоставление Индустрии 4.0 и Индустрии 5.0

Признак	Индустрия 4.0	Индустрия 5.0
Фокус	Сосредоточена на автоматизации и цифровизации производственных процессов, внедрении Интернета вещей, больших данных, облачных технологий, и кибер-физических систем	Акцентирует внимание на сотрудничестве между человеком и машиной, гуманизации технологий, устойчивости и персонализации продукции
Человеческий фактор	Часто воспринимается как направленная на уменьшение человеческого участия в производственных процессах через автоматизацию	Подчеркивает важность человека, его творческого вклада в производственный процесс
Персонализация	Ориентирована на массовое производство и стандартизацию	Сосредоточена на массовой персонализации, удовлетворении индивидуальных потребностей. Гибкая адаптация производственных линий
Технологии	Использование роботов и автоматизированных систем, ориентированных на повышение эффективности и оптимизацию производства	Индустрия 4.0 заложила основу цифровизации и автоматизации производственных процессов. Индустрия 5.0 расширяет эти технологии, делая акцент на более глубокой интеграции между человеком и машинами. Внедрение коботов, которые работают в тандеме с человеком, а также технологий, содействующих экологической устойчивости
Устойчивость	Устойчивость является второстепенным аспектом, уступающим технологическим инновациям	Активное продвижение экологической устойчивости и ответственного потребления как ключевых элементов производственных процессов
Экологический аспект	Экологические соображения не являются первоочередными	Включает экологический аспект в производственные процессы, стремясь к уменьшению воздействия на окружающую среду

### Заключение

В ходе нашего исследования были рассмотрены ключевые аспекты Индустрии 4.0 и Индустрии 5.0. Мы установили, что, несмотря на общую технологическую основу, эти две парадигмы предлагают различное видение принципов построения производственных процессов, по-разному смотрят на участие человека в них. Индустрия 4.0, с ее акцентом на автоматизацию и цифровизацию, заложила фундамент для революционных изменений в промышленности, в то время как Индустрия 5.0 стремится дополнить и расширить этот подход, включив акцент на интеграцию человеческого фактора в технологические процессы. Мы пришли к выводу, что для достижения устойчивого развития необходимо совмещение и гармонизация инструментов обеих парадигм. Индустрия 4.0 предоставляет мощные инструменты и технологии, способствующие повышению эффективности, в то время как Индустрия 5.0 добавляет к этому рамки социальной ответственности. Важно понимать, переход от Индустрии 4.0 к Индустрии 5.0 не является заменой одной парадигмы другой, а скорее эволюционным развитием, где обе парадигмы могут сосуществовать и взаимодополнять друг друга, обеспечивая комплексный подход к устойчивому развитию промышленности в будущем.

## Благодарности

Статья подготовлена в соответствии с планом научно-исследовательских работ Института экономики УрО РАН.

## Библиографические ссылки

1. *Xu X., Lu Y., Vogel-Heuser B., Wang L.* Industry 4.0 and Industry 5.0 – Inception, conception and perception // *Journal of Manufacturing Systems*. 2021. № 61. P. 530–535.
2. *Yin Y., Stecke K.E., Li D.* The evolution of production systems from Industry 2.0 through Industry 4.0 // *International Journal of Production Research*. 2018. № 56(1-2). P. 848–861.
3. *Jiang Z., Yuan S., Ma J., Wang Q.* The evolution of production scheduling from Industry 3.0 through Industry 4.0 // *International Journal of Production Research*. 2022. № 60(11). P. 3534–3554.
4. *Hozdić E.* Smart factory for industry 4.0: A review // *International Journal of Modern Manufacturing Technologies*. 2015. № 7(1). P. 28–35.
5. *Mittal S., Khan M.A., Romero D., Wuest T.* Smart manufacturing: Characteristics, technologies and enabling factors. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers // Part B: Journal of Engineering Manufacture*. 2019. № 233(5). P. 1342–1361.
6. *Osterrieder P., Budde L., Friedli T.* The smart factory as a key construct of industry 4.0: A systematic literature review // *International Journal of Production Economics*. 2020. № 221. P. 107476.
7. *Büchi G., Cugno M., Castagnoli R.* Smart factory performance and Industry 4.0 // *Technological forecasting and social change*. 2020. № 150, article 119790.
8. *Chung S., Kim M.* How smart is a ‘smart factory’?: an organizational view // *Industrial and Corporate Change*. 2023.
9. *Breque M., De Nul L., Petridis A.* Industry 5.0: towards a sustainable, human-centric and resilient European industry [Electronic Resource]. Luxembourg : European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, 2021. URL: <https://data.europa.eu/doi/10.2777/308407> (дата обращения 10.12.2023).
10. *Longo F., Padovano A., Umbrello S.* Value-oriented and ethical technology engineering in industry 5.0: A human-centric perspective for the design of the factory of the future // *Applied Sciences*. 2020. № 10(12). P. 4182.
11. *Braccini A. M., Margherita E. G.* Exploring organizational sustainability of Industry 4.0 under the triple bottom line: The case of a manufacturing company // *Sustainability (Switzerland)*. 2019. № 11(1).