Н.М. РОЗАНОВА
доктор экономических наук, профессор,
сотрудник кафедры микро- и макроэкономического анализа
экономического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова

ИНДУСТРИЯ 5.0: ЗОЛОТОЙ ВЕК ИЛИ ПРЫЖОК В ТЕМНОТУ?

Технологические новации XXI в. вводят в нашу жизнь Индустрию 5.0 с особыми экономическими свойствами и со своей спецификой межфирменных взаимодействий. В статье представлен научный анализ новых явлений, порождаемых Индустрией 5.0, тенденций, которые будут определять экономическую действительность следующие 15–20 лет. Роботизированная механистическая реальность Индустрии 4.0 постепенно сменяется гуманистическими тенденциями социоцентричной, экологичной и устойчивой системы «человек–машина», в которой человек выполняет роль креативного участника, помощником которого выступает коллаборативный робот-партнер. Цифровая экосистема приходит на смену классической фирме, что порождает и новые возможности для развития экономики, и новые риски с точки зрения цифровой монополизации виртуальных отраслей. Оптимальный баланс прибыльности и устойчивости требует активного вмешательства государства, основой которого является глубокое понимание характеристик Индустрии 5.0.

Ключевые слова: *отраслевая экономика, Индустрия 5.0, инновации, цифровая экономика, фирма, цифровые экосистемы.*

УДК: 330.342.24

EDN: JXQKBZ

DOI: 10.52180/2073-6487_2023_6_61_77

В 2011 г. на компьютерной выставке в Ганновере (Германия) была выдвинута инициатива «Индустрия 4.0», получившая впоследствии широкое международное распространение благодаря книге Клауса Шваба [1]. Переход на полностью автоматизированное цифровое производство на базе кибер-физических систем, замещение работника роботами и интеллектуальными системами, выходящими за границы предприятия, казалось, должны были обеспечить через «Индустрию 4.0» полное благополучие человечества. Но прошло всего шесть лет и в Ганновере в 2017 г. появилась концепция «Индустрия 5.0».

Почему так произошло? Какие новые тенденции в технике и экономике выражает «Индустрия 5.0»? Каковы несомненные достоинства нового тренда и с какими рисками мы столкнемся, стремясь в очередной раз найти золотой век? В статье обобщаются те тенденции, которые проявились в последние несколько лет в индустриальном мире глобальной экономики, показываются как положительные свойства, так и угрозы, которые влечет за собой новая цифровая реальность.

Индустрия 5.0: новая реальность цифровой экономики

Бездумная и безумная повсеместная автоматизация выявила ключевые проблемы Индустрии 4.0: вытеснение человека из экономической жизни; угроза окружающей среде, нашей планете в целом; отсутствие баланса между различными аспектами экономики (нерациональное производство и потребление, резкая социальная дифференциация, высокая социальная нестабильность, потеря границы между работой и повседневной жизнью) [2].

В 2016 г. Кейданрен, важнейшая бизнес-федерация Японии, распространила концепцию «Общество 5.0», основой которого является человеко-ориентированная экономика. В 2020–2023 гг. в рамках Европейской Комиссии были разработаны документы, анализирующие технологические и организационные тенденции, направленные на улучшение экономической ситуации в Европе и повышение производительности труда европейских компаний, объединенные общим концептуальным подходом «Индустрия 5.0»[1]. В 2023 г. была даже анонсирована специальная награда *Industry 5.0* для финансируемых ЕС проектов, отвечающих требованиям новой концепции.

К развитию трендов «Индустрии 5.0» подошли и некоторые частные ИТ компании. Так, компания *SAP* формирует свои ИТ продукты на основе тренда перехода от Индустрии 4.0 (преобладания кибер-

[1] *Muller J.* Enabling Technologies for Industry 5.0 Luxembourg. Publications Office of the European Union. 2020 г.; *Breque M., De Nul L., Petridis A.* Industry 5.0 – Towards a Sustainable, Human-Centric and Resilient European Industry. January 2021. European Commission. Directorate-General for Research and Innovation. https://research-and-innovation.ec.europa.eu/knowledge-publications-tools-and-data/publications/all-publications/industry-50-towards-sustainable-human-centric-and-resilient-european-industry_en; Industry 5.0, a Transformative Vision for Europe. December 2021. European Commission. Directorate-General for Research and Innovation; Industry 5.0 Roundtable. European Commission. Meeting Report. Brussels. April 27. 2022. https://research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/industrial-research-and-innovation/industry-50_en#what-is-industry-50 (дата обращения: 12.10.2023).

физических систем) к Индустрии 5.0 (персонализированная гуманистическая автоматизация)[2].

Высшее руководство РФ также ощущает дуновение новой ситуации. Как заявил Председатель Правительства РФ М. Мишустин во время выступления на просветительском марафоне «Новое знание» (2021 г.), пятая промышленная революция может случиться в ближайшие 10–20 лет, поэтому Россия для закрепления лидерства должна применять новые технологии, Россия должна использовать «уникальную возможность» технологического перехода для удержания лидирующих позиций[3].

Фундаментальные свойства Индустрии 5.0 концептуализировал генеральный директор ЕС по исследованиям и инновациям Дж. Мюллер в своем докладе[4]: «Видение инновационной, гибкой, социоцентричной и конкурентной отрасли, которая уважает планетарные границы и минимизирует негативные воздействия на окружающую среду, получило название «Индустрия 5.0». Эта концепция открывает новые тренды, связанные с технологией, экономикой, государственным регулированием и корпоративным управлением».

Человеко-центричность, экологическая устойчивость и антихрупкость (гибкость в сочетании с высокой адаптивностью к изменениям) – таковы ключевые черты Индустрии 5.0.

Технологическая база Индустрии 5.0 на уровне производственной единицы предусматривает плавный переход от системы планирования ресурсов *ERP*[5], доминировавший в конце XX в., к интегрированным операционным системам предприятия по типу *IEM* (*Intelligent Enterprise Managing*[6]). Типичная проблема предприятия 4.0 – ограни-

---

[2] Что такое «industry cloud»? В рамках стратегии industry cloud компания SAP предлагает специализированные отраслевые решения, помогающие оптимизировать, расширять и трансформировать основные бизнес-процессы компании. https://www.sap.com/central-asia-caucasus/insights/industry-5-0.html (дата обращения: 28.10.2023).

[3] Мишустин не исключил пятой промышленной революции в ближайшие 10-20 лет. 2 сентября 2021. https://tass.ru/ekonomika/12281923 (дата обращения: 12.10.2023).

[4] Концепция Индустрии 5.0 обсуждалась участниками из научно-исследовательских и технологических организаций, а также финансирующих организаций по всей Европе на двух виртуальных семинарах 2 и 9 июля 2020 г. ЕС.

[5] Система планирования ресурсов предприятия (ERP) – программное обеспечение, помогающее предприятиям автоматизировать основные бизнес-процессы и управлять ими для достижения оптимальной производительности. ERP-система координирует поток данных между корпоративными бизнес-процессами, предоставляет единый источник достоверных данных и оптимизирует бизнес-процессы по всему предприятию.

[6] *Intelligent Enterprise Managing* – это так называемое интеллектуальное управление предприятием, подход к управлению, который применяет технологии и новые парадигмы обслуживания для решения задач повышения эффективности бизнеса.

чения предельной производительности ресурсов при увеличении масштабов выпуска. Парадигма *IEM* развивает такую технологию для структурирования производственных и сбытовых процессов организации, которая преодолевает проблемы масштабирования, позволяя не снижать эффективность при наращивании объемов производства[7]. Грамотная виртуализация в рамках *IEM* позволяет внедрить экосистемность, мобильность и социальность непосредственно в операционные механизмы компании, трансформируя отдельные предприятия цепочки создания ценности в универсальную цифровую экосистему (ЦЭС). На это указывают А. Галушенко и А. Олефиренко в своих работах о парадигме интегрированной системы управления предприятием как универсальной (независимой от организации) операционной системы предприятия от реальной цифровой трансформации реальной экономики к экономической сингулярности [3; 4].

Интегрированные операционные системы нового поколения независимы от производителей конкретного программного обеспечения и могут производить автономное исполнение бизнес-процессов с минимальным участием персонала на основе самообслуживания пользователей. Мультифункциональные *IEM*-платформы позволяют моделировать эволюцию организации в среде конкурентного рынка и предлагают системное решение задачи оптимальной конфигурации компании.

При этом ценность человеческого интеллекта возрастает. Если в Индустрии 4.0 человек, по сути, функционирует как физический придаток технического устройства (роботов), то в Индустрии 5.0 появляются новые девайсы – коботы (совместные коллаборативные роботы), а человек действует как расширенный оператор[8]. Расширенный оператор – рабочее место, которое помогает адаптировать производственные процессы к потребностям работников, причем коботы здесь поддерживают, помогают и расширяют возможности человека, давая рекомендации по выполнению ключевых задач и обеспечению безопасности. Работники в большей степени вовлекаются в промыш-

Это концепция утверждает, что интеллект является основным ресурсом в производстве и предоставлении услуг.

[7] Детальный анализ технических и организационных преимуществ платформы IEM представлен в материалах сайта IEM Community Russia & CIS, в частности: статьи «IEM Парадигма»: https://iemcommunity.ru/iem-paradigm/; «IEM Предприятие», https://iemcommunity.ru/iem-enterprise/iem-enterprise; «IEM Система»: https://iemcommunity.ru/iem-system/iem-system и др. (дата обращения: 28.10.2023).

[8] Принципы разработки и функционирования расширенного оператора с технологическими примерами, включая наглядные фотоматериалы, представлены в докладе ИТ компании SAP: https://www.sap.com/central-asia-caucasus/insights/industry-5-0.html (дата обращения: 25.10.2023).

ленную среду, получают более значимое влияние на производственные процессы, но и большую ответственность как контролеры виртуальных средств. Человек опять находится в центре производственного процесса, но его активность дополняется интеллектуальными системами и виртуальными помощниками, что позволяет нивелировать грань между разными типами промышленных рабочих, обеспечив высокую степень заменяемости людей между собой, а не людей машинами[9].

Коботы дополняют и расширяют производственные возможности индивида с помощью инновационных технологических средств, но не подменяют и не заменяют человеческий фактор механическим девайсом. Востребованными оказываются интеллектуальные персональные возможности труда. Ю.А. Аренс, Н.А. Каткова, Е.А. Халимон, И.С. Брикошина подчеркивают особенности Индустрии 5.0 как сферы сотрудничества между людьми и интеллектуальными системами. «При этом речь идет о роботах, помогающих людям работать лучше быстрее, используя передовые технологии: интернет вещей, большие данные и технологии виртуальной реальности. Люди и системы будут действовать как партнеры, а не как конкуренты» [5, с. 15]. Австралийский исследователь С. Нахаванди делает акцент на том, что система «работник – кобот» является человекоцентричной и гуманистичной в отличие от технологий Индустрии 4.0 [6].

Совместные роботы функционируют в качестве «умного» помощника человека, быстро и гибко реагируя на человеческие инструкции и действия. Тем самым достигается синергетический эффект на основе объединения сильных сторон человека (креативности) и преимуществ механических устройств (быстродействие)[10].

Коботы дополняются экзоскелетами – новыми особыми технологическими устройствами, помогающими вовлечь в экономическую активность людей со скромными физическими и ментальными способностями, а также работников в отдаленных районах базирования.

Технологические усовершенствования в индустрии 5.0 способствуют формированию персонализированной человеколюбивой автоматизации, свидетельством повышения значимости которой служит возникновение новой должности во многих крупных компаниях – цифровых экосистемах, должность *Chief Robotics Officer* (*CRO*) – дирек-

[9] Индустрия 5.0: виртуальная фабрика, цифровые двойники и промышленная метавселенная. Бизнес-журнал. 2023. Март. https://b-mag.ru/industrija-5-0-virtualnaja-fabrika-cifrovye-dvojniki-i-promyshlennaja-metavselennaja/ (дата обращения: 28.10.2023).

[10] Industry 5.0: Adding the Human Edge to Industry 4.0 Индустрия 5.0: добавление человеческого потенциала в Индустрию 4.0. Аналитика SAP. SAP insights. https://www.sap.com/central-asia-caucasus/insights/industry-5-0.html (дата обращения: 28.10.2023).

тор по робототехнике, обеспечивающий синергию между людьми и машинами.

Претерпевает значительные изменения и интеллектуальная «база» промышленности – искусственный интеллект. Искусственный интеллект Индустрии 5.0 базируется на принципе роевого интеллекта. Роевой интеллект (*swarm intelligence*) характеризует коллективное поведение элементов (частиц) децентрализованной самоорганизующейся сложной системы. Множество агентов (в ИТ их называют боиды[11]) локально взаимодействуют между собой и с окружающей средой. Аналог машинного роевого интеллекта находится в биологической системе разумного группового поведения (муравьев, пчел, волков). Роевой интеллект базируется на нескольких важных принципах, в том числе: гибкость в принятии коллективного решения; самоорганизация; независимость от качества управления; масштабируемость; мультизадачность[12] [8].

Искусственный интеллект в Индустрии 5.0 выступает в качестве помощника человека, не заменяя естественный интеллект. Человек действует как креативный директор программ ИИ, что обеспечивает

---

[11] *boids* (*birds id* – птичьи объекты) – так в 1986 г. американский К. Рейнольдс назвал свою программу, имитирующую несинхронизированные взаимодействия птиц в стае [7].

[12] Специалисты так характеризуют качества роевого интеллекта: « К преимуществам РИ можно отнести сразу несколько аспектов: 1) надежность выполнения проектов. Проекты, над которыми работает колония, не зависят от эффективности участия каждого конкретного агента. Более того, даже если некоторые особи делают что-то неправильно или вообще гибнут, это никак не отражается на конечном результате; 2) гибкость в принятии решений. Группа агентов, объединенная в рамках РИ, способна чрезвычайно быстро реагировать как на внешние угрозы, так и на внутренние проблемы в колонии; 3) самоорганизация – это одно из самых интересных свойств в системах РИ. Отсутствие центра контроля и командования позволяет колонии принимать быстрые, верные и беспрецедентно гибкие решения и быть полностью независимой от качества управления; 4) масштабируемость. Управление небольшой группой людей требует определенных усилий, а руководство большой организацией – громадных усилий. Чем больше народа задействовано в организации, тем ниже неэффективность всего этого объединения. Колония боидов, действующая по принципам РИ, эффективна всегда. Она может быть образована как несколькими агентами, так и десятками – сотнями тысяч. Рой любого масштаба не требует никакого руководства и максимально рационально сам решает все поставленные перед ним задачи; 5) предсказательная способность. Рой умеет «предсказывать» действия раздражителя. Поскольку все решения принимаются в колонии децентрализованно, они могут опережать поведение среды или раздражителя. Возможны случаи, когда рой начинает правильно реагировать на некое событие из будущего до того, как это событие начинает происходить; 6) мультизадачность. Самоорганизация роя и независимость действий агентов делают возможным выполнение нескольких задач сразу. (*Лагутенков А.* Роевой интеллект, или Не только человек обладает сознанием. // БИТ. Бизнес & Информационные технологии. 2018. № 3 (76). https://bit.samag.ru/archive/article/1983 (дата обращения: 29.10.2023)).

как промышленную устойчивость, так и экологическую гармонию. Способность быстро и эффективно реагировать на любые изменения в окружающей среде (достоинство искусственного интеллекта) дополняется и формируется во взаимодействии с людьми в режиме реального времени. В частости, этому способствует умное зондирование – использование человеческого мозга как прямого контроля производственных процессов и источника сигнала для автоматизированных систем. Специальная гарнитура фиксирует активацию мозга расширенного оператора и передает сигнал механическому девайсу (например, роботизированной руке). Это позволяет перейти к экологически устойчивым технологическим услугам.

Доступность системных ресурсов компьютера по требованию (бизнес-модели *IaaS* «инфраструктура как услуга» (*Infrastructure as a Service*), *SaaS* «программное обеспечение как услуга» (*Software as a Service*), *NaaS* «сеть как услуга» (*Net as a Service*)) делает возможным присоединяться к крупной цифровой экосистеме даже небольшим фирмам (например, малым наукоемким предприятиям) и отдельным индивидам. Тем самым новая технология позволяет стирать различия между отраслями и сферами деятельности, объединяя в одну ЦЭС самые разнородные виды экономической активности (промышленное производство, транспорт и логистику, финансы, торговлю и постпродажное обслуживание).

Производство 5.0 опирается на двухстороннюю взаимообратную связь между ресурсами, продуктом и потребителем. Место однонаправленного движения продукта от выпускающей структуры к рынку и далее к конечному потребителю занимает двухсторонний процесс потоков информации от производства к клиенту, с одной стороны, и от клиента к производству, с другой. Потребитель участвует в разработке и настройке продуктов для своих собственных нужд. Массовая кастомизация как интерактивный диалог между потребителем и производителем заменяет эпоху массового производства стандартизированных товаров. Это дает возможность создавать полностью персонализированные продукты и развивать сознательное потребление на стороне клиента.

Нас привлекают несомненные положительные технологические последствия Индустрии 5.0 – энергоэффективность, эффективность использования ресурсов, циркулярная экономика с минимизацией отходов, устойчивое развитие промышленности. Эти позитивные характеристики стимулировали некоторых исследователей выдвинуть концепцию интеллектуальных киберсоциальных экосистем как объектов Индустрии 5.0 в качестве будущего (и немного уже настоящего) «золотого века» человеческой цивилизации. Так, А.В. Бабкин , Е.В. Шкарупета, В.А. Плотников в своей статье, раскрывая различные подходы

и эволюцию взглядов на данную проблему, указывают, что «На стыке промышленных эволюций четвертого и пятого этапов возникают новые объекты – интеллектуальные киберсоциальные экосистемы, использующие меняющиеся под воздействием сквозных цифровых технологий сильные стороны киберфизических экосистем в сочетании с человеческим и искусственным интеллектом... Киберсоциальная экосистема позволяет выявить влияние киберфизических систем на человека и наоборот…» [9, с. 47]. Они также подчеркивают возрастающую роль человека: «В киберфизической экосистеме в Индустрии 4.0 люди рассматривались в качестве источников информации для киберфизических систем, т. е. датчиков (человек как сенсор). В киберсоциальной экосистеме Индустрии 5.0 человек становится со-творцом, неотъемлемой частью киберсоциальной экосистемы (человек как непосредственный компонент экосистемы)» [9, с. 50].

Однако так ли все безоблачно в виртуальном мире цифровых экосистем?

Проанализируем влияние Индустрии 5.0 на структуру и поведение деловой организации.

Деловая организация в индустрии 5.0: возможности и угрозы

Деловая организация является ключевым субъектом экономической деятельности, обеспечивая людей товарами и услугами и объединяя разрозненные хозяйственные элементы в единую национальную экономику. Поскольку Индустрия 5.0 оказывает влияние на формат и поведение деловой организации, постольку трансформации подвергается фундамент экономической жизни страны.

Исчезновение классической фирмы – таков главный итог развития Индустрии 5.0.

Технологические нововведения, характерные для Индустрии 5.0, элиминируют или значительно ослабляют признаки классической фирмы. Традиционно фирма, как основной производящий субъект экономики, характеризуется такими свойствами, как:

- самостоятельный экономический агент;
- юридическая независимость (юридическое лицо);
- организационная самостоятельность;
- коллектив людей (трудовой коллектив);
- производственная самостоятельность;
- финансовая самостоятельность.

Фирма как субъект хозяйствования имеет в собственности или управлении имущество, необходимое для осуществления своей деятельности и являющееся обеспечением обязательств.

В Индустрии 5.0 действующим лицом становится цифровая экосистема, функционирующая на принципах виртуализации (путем создания цифровых двойников), платформизации и использования мобильной экономики. ЦЭС объединяет элементы, разрозненные во времени, пространстве и типах отраслей.

Если для классической фирмы роль в экономическом пространстве заключалась в создании ценностей (путем производства товаров и оказания услуг), то для ЦЭС (гибридной фирмы) ключевая функция состоит в соединении спроса и предложения (поставщиков и потребителей контента) для создания ценностей. Вместо материальных продуктов цифровые экосистемы предлагают товары и услуги «по требованию». Конечно в итоге что-то где-то необходимо производится, но так как клиенты ориентируются на виртуальные торговые точки и виртуальные финансовые учреждения, многие ЦЭС по факту превращаются в цифровых «диких кошек» («*wild cats*»). Подобно тому, как в экономике США в XIX в. частные банки очень быстро создавались и так же быстро исчезали на просторах Америки (с деньгами клиентов), получив за это наименование «диких кошек» (которых сложно поймать), современная деловая организация виртуального типа может легко трансформироваться из добросовестного хозяйствующего субъекта к призрачную фирму-однодневку. Искушение тем более велико, что цифровые инструменты позволяют создавать сайты, внешне похожие на Интернет-источники крупных компаний и банков, но уводящие посетителей к мошенническим схемам. Например, Д. Кукобин, анализируя в своей статье так называемые ловушки цифровых мошенников, на примере компании *RuStore* показал, что только за 2023 г. было выявлено более 10 тыс. фальшивых интернет-приложений, включая сайты известных онлайн платформ *Sberbank Online*, *Yandex.Money*, *Binance*, *Telegram*[13].

В первую очередь от интернет-мошенников страдают индивидуальные граждане. Так, в 2021 г. без согласия клиента было совершено около одного миллиона интернет-операций на сумму 13,6 млрд руб., что больше аналогичных показателей за 2020 г. почти на 40%. Доля возвращенных средств составила всего 7%[14]. Бизнес также страдает от действий интернет-мошенников. Поддельные аккаунты, добавление

[13] *Кукобин Д.* Ловушки цифровых мошенников: как распознать и защититься? // ComNews. 23.10.2023. https://www.comnews.ru/digital-economy/content/229628/2023-10-23/2023-w43/1016/lovushki-cifrovykh-moshennikov-kak-raspoznat-i-zaschititsya (дата обращения: 28.10.2023).

[14] *Стригин А.* Основным инструментом для цифрового мошенничества остается сотовый телефон // Российская газета. 17.05.2022 г. https://rg.ru/2022/05/17/osnovnym-instrumentom-dlia-cifrovogo-moshennichestva-ostaetsia-sotovyj-telefon.html (дата обращения: 1.11.2023).

в корзины интернет-магазинов товаров со стороны поддельных пользователей-пустышек для того, чтобы создать дефицит некоторых товаров, фальшивые адреса для рассылки рекламных писем, махинации с кликами (фрод-клики) и лайками, некорректные заказы – это лишь небольшой объем недобросовестной конкуренции в виртуальном пространстве, результатом которой становятся реальные потери компаний. Например, фрод-клики в рекламе приносят рекламодателям годовой ущерб в размере более 40 млрд долл.[15]

Согласно Министерству внутренних дел РФ, каждое четвертое преступление совершается с использованием ИТ-технологий [10, с. 63]. Исследование, проведенное А. Сергеевым и О. Широковой среди пользователей интернет-ресурсов, показало, что только 44% респондентов информированы в достаточной степени о наличии и видах интернет-мошенничества, чтобы предпринимать эффективные меры защиты [10, с. 69]. При этом 86% респондентов заявляют о том, что они прямо или косвенно сталкивались с цифровым мошенничеством [10, с. 63].

Исследователи Эдинсбургского университета – С. Анстис, С. Барнетт, С. Чен, Н. Леонард, Р. Дейберт – анализируя негативные внешние последствия киберпространства для гражданского общества, писали о том, что в 2019 г. газета *The New York Times* сообщала, что услуги цифрового шпионажа оцениваются рынком в 12 млрд долл. США [11, p. 251].

С цифровыми экосистемами связана проблема и самостоятельности в принятии деловых решений, а следовательно, определение деловых предприятий для целей статистического учета. Стирание граней между промышленностью, торговлей, транспортом, финансами, между различными отраслями экономики приводит к тому, что отдельные производящие элементы ЦЭС не являются фирмами в экономическом смысле, хотя продолжают в статистике учитываться в качестве предприятий той или иной отрасли. Например, цифровая экосистема «Сбер» может быть отнесена к самым разным отраслям: аптека; доставка посылок; перевозка грузов; покупки товаров; музыка; такси – таков неполный перечень тех услуг, за которыми мы обращаемся в Сбербанк. Собственно финансовые (банковские) услуги занимают все более сокращающуюся долю деловых операций «Сбера». Расплывчатость отраслевой активности ЦЭС означает риск искажения статистической информации, которая используется в том числе и для принятия экономических решений в сфере государственной политики.

[15] Цифровое мошенничество: виды, угрозы для бизнеса, способы борьбы. https://botfaqtor.ru/blog/tsifrovoe-moschennichestvo-i-ego-vidy/ (дата обращения: 20.10.2023).

Цифровые экосистемы и их элементы регистрируются как юридические лица. Статус юридического лица влечет за собой определенные обязательства, залогом выполнения которых служит деловое имущество. Однако зачастую ЦЭС не обладают никаким (или очень минимальным) материальным имуществом, а активы включают всего лишь программное обеспечение (которое также может браться в аренду в виде цифрового «облака». В рамках ЦЭС преобладает креативный класс свободных художников (предпринимателей, творцов, блогеров, мастеровых) – «производство» без торговой марки, без расчетного счета в банке, без имущества.

Таким образом, формальность юридического лица не обеспечивает добросовестность в деловых виртуальных отношениях. Имущественная ответственность классической фирмы по своим обязательствам не может быть реализована в гибридной деловой организации Индустрии 5.0.

К слишком формальному представлению ЦЭС как юридического лица добавляется функционирование цифровых экосистем в рамках плоских сетей. В отличие от Индустрии 4.0, где преобладают многоуровневые иерархические сети, технологическая база Индустрии 5.0 объединяет самые разные по составу и масштабу элементы виртуального мира в одноранговую сеть. Исследования В. Агиррегабирия, Дж. Гу, Ю. Луо, П. Мира [12], а также анализ Б. Херковича. и Х. Рамоса [13] свидетельствуют о том, что в отличие от иерархических сетей с четко выраженной направленностью управляющего импульса сверху вниз, по довольно жесткой вертикали от высшего менеджмента к менеджменту низшего звена, в плоских сетях, доминирующих почти повсеместно в отраслях 5.0, ключевой особенностью является отсутствие «ответственного лица», поскольку руководящие функции обладают свойством перемещаться от одного узла сети к другому по мере продвижения информационных потоков среди равных, а не иерархических агентов. Кто в таком случае несет итоговую ответственность за деловые операции в сетевых рамках?

На рынке сетевые цифровые гиганты действуют как новые монополии (на это, например, указывают Ю. Авайя и В. Кришна, анализируя информационный обмен в картелях [14]). Появляются новые формы цифровой монопольной власти, основанные на внимательности клиентов. Внимание, осознанное принятие решений оказывается редким ресурсом в эпоху информационного изобилия. Так как виртуальные платформы собирают очень большой объем информации о своих посетителях (даже еще не клиентах), алгоритмический менеджмент позволяет проводить очень тонкие формы ценовой дискриминации для всех участников цифрового взаимодействия, как для продавцов контента и поставщиков ресурсов, так и для покупателей [15].

Исследователи Г. Эллисон, С. Эллисон, А. Волицки, Н. Роос, В. Смирнов отмечают возникновение эффекта запутывания (*obfuscation effect*) – манипулирование поведением рациональных потребителей [16; 17; 18]. Традиционно считается, что потребитель отклоняется от оптимизирующего поведения в силу недостаточной рациональности (ограниченной рациональности). Однако цифровые механизмы позволяют запутывать даже рационально мыслящих индивидов. Эффект запутывания состоит в том, что цифровые монополии время от времени понижают цены на некоторые из своих товаров. Потребители повышают закупки этих товаров, а из-за невнимательности клиентов спрос на такие продукты продолжает расти даже тогда, когда цены увеличились. Межвременной разброс цен может быть значительным, но отследить всевозможные ценовые варианты не всегда просто. По времени заказа, по региону исполнения заказа, по особенностям клиента платформы цены на один и тот же товар могут существенным образом различаться. ЦЭС проводят стратегию динамического ценообразования, которое никак не регулируется и не подпадает под действие антимонопольных законов.

Внутренняя структура ЦЭС как гибридной фирмы опирается на децентрализацию управления при удаленной работе большинства (если и не всего) персонала. Нерегулярность, нестабильность членов трудового коллектива (преобладает проектная работа со временным персоналом и творческие одиночки) превращает наем работника в услугу «по требованию», что означает исчезновение четких структурных элементов классической фирмы. Если с одной стороны рынка труда мы видим отсутствие стабильного трудового коллектива, то с другой стороны наблюдается отсутствие работодателя. Алгоритмический менеджмент позволяет предоставлять работу «по требованию», участнику платформы тогда, когда в этом есть необходимость. Виртуальная платформа балансирует спрос на труд с предложением труда без прямого участия человеческого фактора.

Алгоритмический менеджмент отыскивает даже небольшие временные и пространственные анклавы, в которых может быть задействован работник, повышая тем самым интенсивность его труда. Экономисты Е. Ризи и Р. Пронцато [19] показали, что эффективная, на первый взгляд, деятельность работника в условиях алгоритмического менеджмента, на самом деле оказывается цифровой потогонной системой, поскольку виртуальная платформа активна 24 часа в день, 7 дней в неделю, 365 дней в год. Соответственно, таков и контроль за деятельностью человека в рамках цифровой реальности. В то же время процедура обеспечения индивида работой и его зарплата находится вне понимания самого работника, так как этот механизм обеспечивается программными, а не человеческими средствами. Как показывает исследование деятельности компании *Uber* в Португалии (Лиссабон),

цифровые экосистемы могут порождать новые формы отчуждения труда [20] в виде чрезмерной интенсификации труда при платформенном капитализме. Следствием цифровой интенсификации трудовых усилий становятся проблемы с физическим и психическим здоровьем работника и риск быстрого выгорания из-за чрезмерной и мало понятной рабочей нагрузки.

Под действием виртуализации рыночные отношения приобретают гибридный характер: стирается грань между производителем (поставщиков продукта), торговцем и потребителем. Цифровые экосистемы прибегают к стратегиям использования клиентов в качестве рекламиста и соавтора продукта. Разнообразные ценовые скидки предоставляются тем индивидам, которые оставляют отзывы о товаре в Интернете (как правило, хвалебные), ссылаются на товар в своих блогах и социальных сетях. При разработке нового продукта виртуальные платформы предлагают для публичного обсуждения и голосования варианты оформления, особенности структуры или элементы содержания. Тем самым ЦЭС оказывают непосредственное влияние на конкурентный ландшафт: деловые организации соперничают не друг с другом, а с текущими и потенциальными клиентами.

* * *

Фундаментальные новации и кардинальные преобразования в цифровом информационном поле позволяют говорить о формировании новой экономической реальности XXI в. – Индустрии 5.0. Цифровая эпоха переходит от пространства «Индустрия 4.0» к пространству «Индустрия 5.0» с качественно другими свойствами. В пространстве «Индустрия 5.0» классическая фирма перестает быть ключевым игроком экономической реальности, уступая место новой экономической сущности – цифровой экосистеме (ЦЭС). При этом новые явления Индустрии 5.0 как создают благоприятные возможности для развития отраслей, рынков и национальных экономик, так и формируют особые риски и угрозы для экономических агентов, производителей и потребителей.

Технологические новации в виде перспективной связки «человек-кобот», представление ИТ программ как «облачных» услуг «по требованию» практически всем желающим, опора на интегрированные операционные системы, мультифункциональность и гибкость роевого интеллекта расширяют творческие возможности людей в рамках традиционных производственных процессов. Вместе с тем стирание границ между отраслями и видами экономической деятельности в рамках виртуальных гибридных компаний нового поколения, цифровая интенсификация труда при помощи алгоритмического менеджмента, распространение плоских сетей с минимальными уровнями деловой ответ-

ственности формируют новое экономическое пространство, в котором развиваются цифровые монопольные эффекты, цифровое мошенничество разного рода и сложности понимания взаимосвязи между работой и вознаграждением для рядовых сотрудников цифровых экосистем. Это создает финансовые, рыночные и психологические риски как для отдельных участников экономических цифровых процессов, так и для экономической безопасности национального государства.

Повышение благосостояния всех участников Индустрии 5.0 связано с нахождением оптимального баланса между прибыльностью и устойчивостью, между финансовыми и социальными аспектами цифровых взаимодействий, между рутинными и творческими компетенциями работника. И здесь ведущая роль принадлежит государству. Регулирование и экономическая политика должны поставить в центр своего внимания реальные цифровые экосистемы, а не ограничиваться наблюдением за деятельностью юридически зарегистрированных фирм.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Шваб К.* Четвертая промышленная революция. М.: Эксмо, 2016.
2. *Агеев А.И.* Управление цифровым будущим // Мир новой экономики. 2018. Т. 12. № 3. С. 6–23. DOI: 10.26794/2220-6469-2018-12-3-6-23.
3. *Galushenko A., Olefirenko A.* Paradigm of Integrated Enterprise Managing (IEM) System as Universal (Organization-Independent) Enterprise Operating System from Real Digital Transformation of Real Economy to Economical Singularity // Asian Business Research Journal. 2020. No. 5. Pp. 28–42.
4. *Olefirenko A., Galuschenko A.* Major Features, Benefits, and Prerequisites for Intelligent Enterprise Managing System // Research in Social Sciences and Technology. 2018. Vol. 3. No. 3. Pp. 68–91.
5. *Аренс Ю.А., Каткова Н.А., Халимон Е.А., Брикошина И.С.* Пятая промышленная революция – инновации в области биотехнологий и нейросетей // E-Management. 2021. Т. 4. № 3. С. 11–19. https://doi.org/10.26425/2658-3445-2021-4-3-11-19 (дата обращения: 28.10.2023).
6. *Nahavandi S.* Industry 5.0 – A Human-Centric Solution. Sustainability. 2019. Vol. 11. No. 16: 4371. https://doi.org/10.3390/su11164371 (accessed 21.10.2023).
7. *Raynolds C.W.* Flocks, Herds, and Schools: A Distributed Behavioral Model // Computer Graphics. 1987. Vol. 21. No. 4. Pp. 25–34.
8. *Водолазский И.А., Егоров А.С., Краснов А.В.* Роевой интеллект и его наиболее распространенные методы реализации // Молодой ученый. 2017. № 4 (138). С. 147–153. https://moluch.ru/archive/138/38900/ (дата обращения: 31.10.2023).
9. *Бабкин А.В., Шкарупета Е.В., Плотников В.А.* Интеллектуальная киберсоциальная экосистема индустрии 5.0: понятие, сущность, модель // Экономическое возрождение России. 2021. № 4 (70). С. 39–62.
10. *Сергеев А.Ю., Широкова О.В.* Мошенничество в цифровом обществе в условиях социальных изменений // Цифровая социология. 2023. Т. 6. № 1. С. 59–71.

11. *Anstis S., Barnett S., Chan S., Leonard N., Deibert R.* The negative externalities of cyberspace insecurity and instability for civil society // In Cyberspace and Instability / Eds. Chesney R., Shires J., Smeets M. Edinburgh. Edinburgh University Press. 2023. Pp. 240–277.
12. *Aguirregabiria V., Gu J., Luo Y., Mira P.* Diffusion of COVID-19 in Social and Production Networks: Simulation Evidence from a Dynamic Model // Annals of Economics and Statistics. 2021. June. No. 142. Pp. 179–210.
13. *Herskovic B., Ramos J.* Acquiring Information through Peers // The American Economic Review. 2020. Vol. 110. No. 7. Pp. 2128–2152.
14. *Awaya Y., Krishna V.* Information Exchange in Cartels // The RAND Journal of Economics*. 2020. Vol. 51. No. 2. Pp. 421–446.
15. *Biglaiser G., Cremer J.* The Value of Incumbency When Platforms Face Heterogeneous Customers // American Economic Journal: Microeconomics. 2020. Vol. 12. No. 4. Pp. 229–269.
16. *Ellison G., Ellison S.F.* Search, Obfuscation and Price Elasticities in the Internet // Econometrica. 2009. Vol. 77. No. 2. Pp. 427–452.
17. *Ellison G., Wolitzky A.* A Search Cost Model of Obfuscation // The RAND Journal of Economics*. 2012. Vol. 43. No. 3. Pp. 417–441.
18. *Roos N., Smirnov V.* Collusion with Intertemporal Price Dispersion // The RAND Journal of Economics*. 2020. Vol. 51. No. 1. Pp. 158–188.
19. *Risi E., Pronzato R.* Smart Working is not so Smart: Always-On Lives and the Dark Side of Platformisation // Work Organisation, Labour & Globalisation. 2021. Vol. 15. No. 1. Pp. 107–125.
20. *Leonardi E., Pirina G.* Uber in the Portuguese Gig Economy: a Laboratory for Platform Capitalism // Work Organisation, Labour & Globalisation. 2020. Vol. 14. No. 2. Pp. 46–63.

*RAND Corporation («РЭНД корпорейшн»), США признан нежелательной организацией в России.

REFERENCES

1. *Schwab K.* The Forth Industrial Revolution. M.: Eksmo, 2016 (In Russ.).
2. *Ageev A.I.* Management of the Digital Future // The World of New Economy. 2018. Vol. 12. No. 3. Pp. 6–23. DOI: 10.26794/2220-6469-2018-12-3-6-23 (In Russ.).
3. *Galushenko, A., Olefirenko, A.* Paradigm of Integrated Enterprise Managing (IEM) System as Universal (Organization-Independent) Enterprise Operating System from Real Digital Transformation of Real Economy to Economical Singularity // Asian Business Research Journal. 2020. No. 5. Pp. 28–42.
4. Olefirenko A., Galuschenko A. Major Features, Benefits, and Prerequisites for Intelligent Enterprise Managing System // Research in Social Sciences and Technology. 2018. Vol. 3. No. 3. Pp. 68–91.
5. *Arens Yu.A., Katkova N.A., Khalimon E.A., Brikoshina I.S.* The Fifth Industrial Revolution as Innovations in Biotechnology and Neuronets // E-Management. 2021. Vol. 4. No. 3. Pp. 11–19. https://doi.org/10.26425/2658-3445-2021-4-3-11-19 (accessed: 28.10.2023). (In Russ.).
6. *Nahavandi, S.* Industry 5.0 – A Human-Centric Solution. Sustainability. 2019. Vol. 11. No. 16: 4371. Available at: https://doi.org/10.3390/su11164371 (accessed 21.10.2023)
7. *Raynolds C.W.* Flocks, Herds, and Schools: A Distributed Behavioral Model // Computer Graphics. 1987. Vol. 21. No. 4. Pp. 25–34.

8. *Vodolazskiy I.A., Egorov A.S., Krasnov A.V.* Swart Intellect and Its Methods of Realization // Young Researcher. 2017. No. 4 (138). Pp. 147–153. https://moluch.ru/archive/138/38900/ (accessed: 31.10.2023). (In Russ.).
9. *Babkin A.V., Shkarupeta E.V., Plotnikov V.A.* Intellectual Cyber-Social Ecosystem of Industry 5.0: Definition, Nature, Model // Economic Revival of Russia. 2021. No. 4 (70). Pp. 39–62. (In Russ.).
10. *Sergeyev A.Yu., Shirokova O.V.* Fraud in a Digital Society in the Context of Social Change // Digital Sociology. 2023. Vol. 6. No. 1. Pp. 59–71. (In Russ.).
11. *Anstis S., Barnett S., Chan S., Leonard N., Deibert R.* The negative externalities of cyberspace insecurity and instability for civil society // In Cyberspace and Instability / Eds. Chesney R., Shires J., Smeets M. Edinburgh. Edinburgh University Press. 2023. Pp. 240–277.
12. *Aguirregabiria V., Gu J., Luo Y., Mira P.* Diffusion of COVID-19 in Social and Production Networks: Simulation Evidence from a Dynamic Model // Annals of Economics and Statistics. 2021. June. No. 142. Pp. 179–210.
13. *Herskovic B., Ramos J.* Acquiring Information through Peers // The American Economic Review. 2020. Vol. 110. No. 7. Pp. 2128–2152.
14. *Awaya Y., Krishna V.* Information Exchange in Cartels // The RAND Journal of Economics* 2020. Vol. 51. No. 2. Pp. 421–446.
15. *Biglaiser G., Cremer J.* The Value of Incumbency When Platforms Face Heterogeneous Customers // American Economic Journal: Microeconomics. 2020. Vol. 12. No. 4. Pp. 229–269.
16. *Ellison G., Ellison S.F.* Search, Obfuscation and Price Elasticities in the Internet // Econometrica. 2009. Vol. 77. No. 2. Pp. 427–452.
17. *Ellison G., Wolitzky A.* A Search Cost Model of Obfuscation // The RAND Journal of Economics* 2012. Vol. 43. No. 3. Pp. 417–441.
18. *Roos N., Smirnov V.* Collusion with Intertemporal Price Dispersion // The RAND Journal of Economics* 2020. Vol. 51. No. 1. Pp. 158–188.
19. *Risi E., Pronzato R.* Smart Working is not so Smart: Always-On Lives and the Dark Side of Platformisation // Work Organisation, Labour & Globalisation. 2021. Vol. 15. No. 1. Pp. 107–125.
20. *Leonardi E., Pirina G.* Uber in the Portuguese Gig Economy: a Laboratory for Platform Capitalism // Work Organisation, Labour & Globalisation. 2020. Vol. 14. No. 2. Pp. 46–63.

Дата поступления рукописи: *02.11.2023 г.*

*RAND Corporation («РЭНД корпорейшн»), США признан нежелательной организацией в России.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Розанова Надежда Михайловна – доктор экономических наук, профессор, сотрудник кафедры микро- и макроэкономического анализа экономического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия
ORCID: 0000-0003-3660-0625
happyeconomics@list.ru

ABOUT THE AUTHOR

Nadezhda M. Rozanova – Dr. Sci. (Econ.), Professor, Department of Micro- and Macroeconomic Analysis, Faculty of Economics, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia
ORCID: 0000-0003-3660-0625
happyeconomics@list.ru

INDUSTRY 5.0: A GOLDEN AGE OR A LEAP INTO THE DARK?

Technological innovations of the XXI century are introducing Industry 5.0 into our life, with its special economic characteristics and interfirm activity. The article presents a scientific analysis of the new phenomena generated by Industry 5.0, and the new trends that will determine our economic reality in the next 15–20 years. The robotized mechanistic reality of Industry 4.0 is gradually being replaced by human-oriented, sociocentric, ecological and sustainable human-cobot system, where a human performs the role of a creative participant assisted by a collaborative robot partner. A digital ecosystem is replacing a classical firm, which generates both new possibilities for economic development and new risks in terms of digital monopolization within virtual industries. The optimal balance between profitability and sustainability requires efficient government regulation based on a deep understanding of the nature of Industry 5.0.

Keywords*: industrial economics, Industry 5.0, innovations, digital economy, firm, digital ecosystems.*

JEL: A13, D20, D21, F01, L10, L20, O14, O30, 033.