

ПРЕДПОСЫЛКИ ВНЕДРЕНИЯ КОНЦЕПЦИИ «ИНДУСТРИЯ 4.0»

PRECONDITIONS OF IMPLEMENTATION OF THE INDUSTRY 4.0 CONCEPT

T. Mezina

Summary. The article is devoted to the selection and analysis of the prerequisites for the implementation of the concept of "Industry 4.0". The study indicated that the causes and incentives for the development of the fourth industrial revolution should be considered in the indivisible triumvirate of industrial, economic, environmental and social factors. Special attention is paid to the fact that the introduction of the concept Industry 4.0 is associated with a number of difficulties, which are caused by the uneven development of both business entities and countries as a whole. Also identified are the challenges that the governments of the countries and the heads of enterprises will have to meet in the process of introducing new smart technologies.

Keywords: Industry 4.0, industrial revolution, production, scientific and technical progress, industrialization.

Мезина Татьяна Владимировна

*К.э.н., доцент, Финансовый университет при
Правительстве Российской Федерации
Mezinatv@mail.ru*

Аннотация. Статья посвящена обозначению и анализу предпосылок внедрения концепции «Индустрия 4.0». В процессе исследования обозначено, что причины и стимулы развития четвертой промышленной революции целесообразно рассматривать в неделимом триумвирате промышленно-экономических, экологических и социальных факторов. Отдельное внимание уделено, тому, что внедрение концепции Индустрия 4.0 связано с рядом трудностей, обусловленных неравномерным развитием как субъектов хозяйствования, так и стран в целом. Также обозначены вызовы, которые предстоит преодолеть правительствам государств и руководителям предприятий в процессе внедрения новых смарт-технологий.

Ключевые слова: Индустрия 4.0, промышленная революция, производство, научно-технический прогресс, индустриализация.

Мир в настоящее время стремительно меняет свою конфигурацию, поэтому актуальным на сегодняшний день является переосмысление мировоззренческих установок современных технологических изменений.

Технологии в современном мире развиваются чрезвычайно быстро. В результате этого формируются новые общественные отношения, смещаются и перестраиваются ресурсные приоритеты и пропорции, видоизменяется качественная основа производства, трансформируется роль и место человека в социуме [1].

Третье тысячелетие ознаменовано разворачиванием новой волны промышленного развития. Данному процессу свойственно существенное повышение уровня и изменение характера индустриализации развитых стран и стран догоняющего типа развития. Так вследствие, в начале 2000-х гг. на 46-м Международном экономическом форуме в Давосе по инициативе ученых, бизнесменов и политиков Германии было провозглашено начало новой четвертой промышленной (индустриальной) революции, которая вошла в научную литературу и обиход как Индустрия 4.0.

Четвертую промышленную революцию («Индустрию 4.0», эру «кибер») связывают со слиянием технологий и стиранием границ между физическими, цифровыми и биологическими сферами. Комбинация технологий,

новые способы сбора и анализа данных, аддитивные технологии производства, искусственный интеллект, биотехнологии, робототехника, нанотехнологии, автономные транспортные средства, 3-D печать, инновации — все это характеризует четвертый этап развития промышленной революции [2]. Ее особенностью является мультидисциплинарность, глубина изменений, которые охватывают все сферы человеческой жизни, а также трансформация представлений о самом человеке и его задачи.

Четвертая промышленная революцию влечет за собой четыре основных последствия для всех сфер функционирования общества: изменение ожиданий потребителей; совершенствование качества продуктов за счет данных, повышающих производительность активов; формирование новых форм партнерства вместе с осознанием компаниями важности новых форм сотрудничества; трансформация операционных моделей в новые цифровые модели.

Вместе с тем, следует отметить, что ключевой особенностью будущих трансформаций является персонализация массовых продуктов, т.е. постепенный переход к выпуску товаров, которые идеально приспособлены под требования каждого конкретного потребителя, на основе распределенного производства. Развитие такого производства ускоряет процессы дематериализации, заменяя материальную составляющую продукции

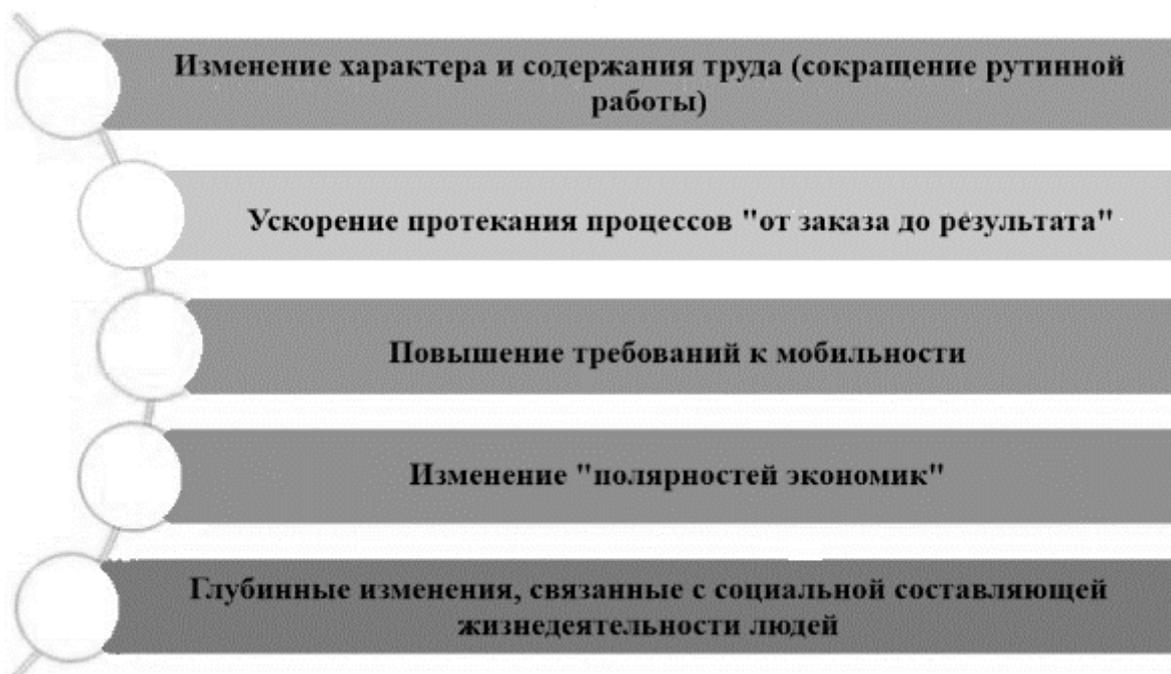


Рис. 1 Основные факторы развития Индустрии 4.0

на информационную путем полной автоматизации и имплементации ИТ в производственные процессы и систему управления предприятиями, и открывает новые возможности для оптимизации производственных затрат [3].

Как следствие, четвертая революция вызывала возрождение интереса исследователей к теоретическим проблемам индустриального общества. Представления о трансформации экономик развитых стран в направлении превращения их в постиндустриальные, информационные, сервисные и т.п. постепенно сменились идеями о модификации и новом расцвете индустриального общества. В свою очередь, развивающиеся страны, которые сделали ставку на промышленный сектор, демонстрируют не только высокие темпы экономического роста, но и высокие темпы экономического развития, наращивают свой научно-технический потенциал, увеличивают производство высокотехнологичной, наукоемкой продукции.

В то же время, очевидно, что развертывание четвертой промышленной революции вызвало кардинальные изменения в мировой экономике и укладе жизни людей, которые имеют, как положительные, так и отрицательные последствия, причем последние могут привести к социально-экономическим потрясениям и хаосу.

Исходя из этого, актуализируется необходимость проведения анализа и исследования предпосылок внедрения Индустрии 4.0, становится важным четко иденти-

фицировать возможности и угрозы, которые инициирует четвертая промышленная революция и разрабатывать планы действий по максимальному использованию благоприятных моментов и предотвращению негативного воздействия.

Таким образом, указанные обстоятельства обуславливают актуальность, теоретическую и практическую значимость выбранной темы исследования.

Идеи новой индустриализации в целом изложены в трудах А. Алексеева, С. Антонова, В. Лифшица, В. Афанасьева, А. Бабаевой и др.

Проблемы и перспективы развития промышленности в условиях внедрения Индустрии 4.0 исследуют в своих научных изысканиях Р. Болдуин, П. Бианчи, А. Бунфур, С. Инь, С. Луо, М. Муро, Д. Родрик, А. Ройко, Г. Бибик, В. Геец, Ю. Киндзерский, С. Крайчук, Л. Мельник и др.

В этих и других работах освещены различные аспекты нового тренда развития экономики — «Индустрия 4.0», проблемы его внедрения в реальное производство и т.п. Кроме того, учеными сформированы концептуальные основы и стратегические направления развития и имплементации концепции Индустрии 4.0 на промышленных предприятиях разных видов экономической деятельности, проанализированы предпосылки, преимущества и недостатки внедрения информатизации и автоматизации бизнес-процессов.

Вместе с тем, несмотря на определенное количество современных трудов зарубежных и отечественных ученых, в которых исследуются проблемы возникновения и внедрения четвертой промышленной революции, научные достижения ученых носят фрагментарный характер. На сегодняшний день требует обобщения и систематизации информация относительно предпосылок, тенденций, эффектов, направлений и инструментов управления развитием индустрии 4.0 на разных уровнях хозяйствования, а также определение роли различных институтов в этом процессе, что в целом составляет целевую направленность данной статьи.

Проблема влияния достижения науки, техники, новейших технологий, производства на развитие социума является одной из магистральных проблем философского дискурса. Научно-технические достижения рассматривались как важный фактор социокультурного развития, начиная с XVII века.

Учитывая указанное, считаем, что рассмотрение предпосылок внедрения концепции Индустрии 4.0 необходимо осуществлять через призму неделимого триумвирата промышленно-экономического, социального и экологического развития.

На рис. 1 приведен общий перечень факторов, которые составляют движущую силу развития Индустрии 4.0.

Обратим более подробное внимание на каждый из указанных измерений развития.

Промышленно-экономическое измерение

В социально-философской парадигме под промышленной (индустриальной) революцией понимают переход на качественно новый уровень развития техники и технологий, который приводит к резкому увеличению производительности труда и объемов выпуска продукции [4].

Впервые сама идея перехода от третьей промышленной революции к Индустрии 4.0 возникла в апреле 2011 года на Ганноверской промышленной выставке-ярмарке. До этого в европейской научной литературе в развитии промышленности и технологий традиционно выделяли три промышленных революции. Первая промышленная революция привела к механизации производства. Основу второй промышленной или технологической революции составляло открытие электроэнергии, которая способствовала развитию массового производства. Основными составляющими третьей промышленной или цифровой революции стали электроника и информационно-коммуникационные технологии,

с помощью которых удалось автоматизировать производство, что способствовало формированию постиндустриального общества. Неограниченное движение и обмен информацией обусловили развитие постиндустриального общества путем расширения информационной инфраструктуры.

В настоящее время научные взгляды на концепцию Индустрия 4.0 отличаются, учитывая фокус внимания на определенных особенностях цифровизации экономики. Например, McKinsey [5] определяет Индустрию 4.0 как оцифровку производственного сектора со встроенными датчиками практически во всех компонентах продукта и производственного оборудования, повсеместных киберфизических системах. Индустрия 4.0 управляется четырьмя кластерами прорывных технологий. Первый состоит из данных, вычислительной мощности и соединения — одним из примеров являются маломощные широкополосные сети. Аналитика и интеллект составляют второй, тогда как взаимодействие между человеком и машиной — третий кластер, включающий, например, интерфейсы соприкосновения, расширенную реальность. Четвертый — это цифро-физические преобразования: расширенная робототехника и 3D-печать.

Чаще всего сущность концепции «Индустрия 4.0» в научных исследованиях трактуют как:

1. цифровую трансформацию систем промышленного производства от начала до конца жизненного цикла продукции [6];
2. новый этап организации и контроля относительно цепочки добавленной стоимости в течение всего жизненного цикла продуктов, где растущий спрос клиентов на персонализацию является движущей силой и гибкостью, а модели услуг, с использованием информационных технологий, идут рука об руку с переходом к более автономному принятию решений, изменением ролей для рабочей силы, новыми промышленными, организационными и совместными парадигмами и кибер-физическими системами, связанными с безопасностью путем проектирования и преобразования данных из различных ИТ и ОТ-систем в интеллект [7];
3. четвертая промышленная революция — имеет несколько измерений это: следующая большая «волна» экономической активности и инноваций; сближение цифровых, человеческих и физических доменов, когда программное обеспечение «накрывает весь мир»; разрушитель существующих силовых структур; радикальный сдвиг будущей работы, образования и навыков (это не человек против машины ...); триггер для нового набора норм вокруг технологии и чело-

Таблица 1. Факторы и предпосылки, обуславливающие внедрение достижений Индустрии 4.0

Факторы, предпосылки	Характеристики
Совместимость	Способность машин, устройств, сенсоров и людей взаимодействовать и общаться друг с другом через Интернет вещей
Прозрачность	Создание в виртуальном мире цифровой копии реальных объектов, то есть таких систем, функции которых полностью повторяют все, что происходит с физическим клоном. В результате накапливается максимально полная информация обо всех процессах, происходящих с оборудованием, «умными» продуктами, производством в целом, при условии непрерывного считывания информации с датчиков их учета и хранения
Техническая поддержка	Компьютерные системы помогают людям принимать решения благодаря сбору, анализу и визуализации всей полученной информации. Одновременно эта поддержка может заключаться в полном замещении людей машинами при выполнении опасных или рутинных операций
Децентрализация управленческих решений	Максимально полная автоматизация, то есть везде, где машина может эффективно работать без вмешательства человека. Таким образом, рано или поздно должно произойти человекозамещение, при котором работники будут выполнять только роль контролеров, имеющих возможность подключиться в экстренных и нестандартных ситуациях



Рис. 2 Технологий и тренды, которые возникают и развиваются в мире в связи с 4-й промышленной революцией

- вещества (мы меняем технологии, технологии меняют нас) [8];
4. способы, благодаря которым разумные, связанные технологии встраиваются в организации, а также в повседневную жизнь людей. Идея новичка может разрушить устоявшуюся отрасль или широкий набор цифровых данных, допол-

ненный искусственным интеллектом, а сложные модели могут конкурировать с опытом, собранным в течение многих лет. Знания, которые десятилетиями получало предприятие, становятся более доступными для новых структур с меньшим опытом, но правильными технологиями [9].

Итак, с учетом вышесказанного, можно отметить, что с точки зрения промышленно-экономического развития первичными предпосылками внедрения Индустрии 4.0 является, как правило, автоматизация, совершенствование производственных процессов и оптимизация производительности/производства; более глубинные предпосылки, связанные с инновациями и переходом к новым бизнес-моделям и источникам дохода.

В таблице 1 приведены более развернутые промышленные факторы, которые стимулируют развитие и определяют необходимость применения на практике наработок и достижений четвертой промышленной революции.

Приведение в действие факторов, указанных в таблице 1, требует существенной перестройки существующих производственных систем с акцентированием внимания на экономном производстве, на выпуске персонализированной продукции, на принципах Agile, то есть гибкой методологии разработки. Последняя заключается в применении серии подходов к созданию программного обеспечения, ориентированного на использование итеративной разработки, динамическое формирование требований и обеспечение их реализации в результате постоянного взаимодействия производственного комплекса и потребителя. Руководствуясь принципам Agile происходит переход на выпуск партий размером в один-единственный продукт при неуклонном соблюдении принципа экономии, что обеспечивается роботизированным производством как наиболее энергоэффективным, с меньшим количеством отходов и брака. При таких тенденциях предприятиям, которые, согласно технологическому процессу, производят одинаковые товары, придется полностью реструктурироваться, внедряя новую систему распределенного производства.

На рис. 2 приведен комплекс технологий и трендов, которые возникают и развиваются в мире в связи с 4-й промышленной революцией.

Как и в предыдущих промышленных революциях, влияние этих изменений может привести к прорывам в различных отраслях, предприятиях и общинах, что оказывает влияние не только на производственные процессы, но и на жизнь рядового человека, на его взаимодействие с другими участниками и самим социумом. Четвертая промышленная революция осуществляется чрезвычайно быстрыми темпами, с помощью управляемых технологий, которые развиваются с экспоненциальной скоростью. На фоне демографических изменений и беспрецедентного глобального подключения — не только технологического, но социального и экономического — промышленность 4.0 может раскрыть гораздо больше возможностей, чем предыдущие, но при этом, она способна генерировать и гораздо больший риск.

Социальное измерение

Вхождение Индустрии 4.0 в жизнедеятельность современного общества вызывает необходимость формирования у него новых мировоззренческих установок. Рассмотрим более подробно, каких именно.

Во-первых, социализация современного человека и формирование его мировоззренческого горизонта должны охватывать все возрастающую по объему технологическую составляющую, овладение которой является основой социального успеха и реализации человеком своих сущностных сил. Информационная грамотность, использование последних мировых технологических достижений во всех направлениях, формах социальной активности и частной жизни позволят быть конкурентоспособным индивидуумом, наполнить жизнь интересным, общественно значимым современным контентом, реализовать жизненную программу. Мировоззрение современного человека должно реагировать на вызовы современности, в частности на технологические новации Индустрии 4.0.

Во-вторых, мировоззренческой установкой Индустрии 4.0 является умение человека социально-эффективно функционировать в виртуальном мире, который создан с помощью компьютерных систем. Виртуальная реальность — это новая технология бесконтактного информационного взаимодействия, что дает иллюзию непосредственного вхождения и присутствия человека в реальном времени в разных уголках социального пространства [10]. Виртуальная реальность позволяет человеку погрузиться в искусственный мир и непосредственно действовать в нем в качестве рабочего, частного лица, социального активиста, творческого индивида. Характерными признаками виртуальной реальности является имитация реального социального окружения с высокой степенью реализма; моделирование желаемых социальных конструкций и социальных ролей в реальном масштабе времени; возможность влиять на окружение и иметь при этом обратную связь; способность получать необходимую информацию и консультацию экспертов, осуществлять коммуникацию в различных сетях.

В-третьих, Индустрия 4.0 ведет к существенным изменениям в структуре занятости и общественных запросах, касающихся организации и содержания труда, квалификации рабочих, их подготовки. Современный человек должен быть готов к нескольким изменениям своей профессии в течение трудовой жизни, иметь альтернативные пути получения средств к существованию в условиях кризиса или социальной нестабильности. Так, можно выделить несколько тенденций, которые влияют на конфигурацию рынка труда: растущая потребность в работниках, чья компетенция и творческая

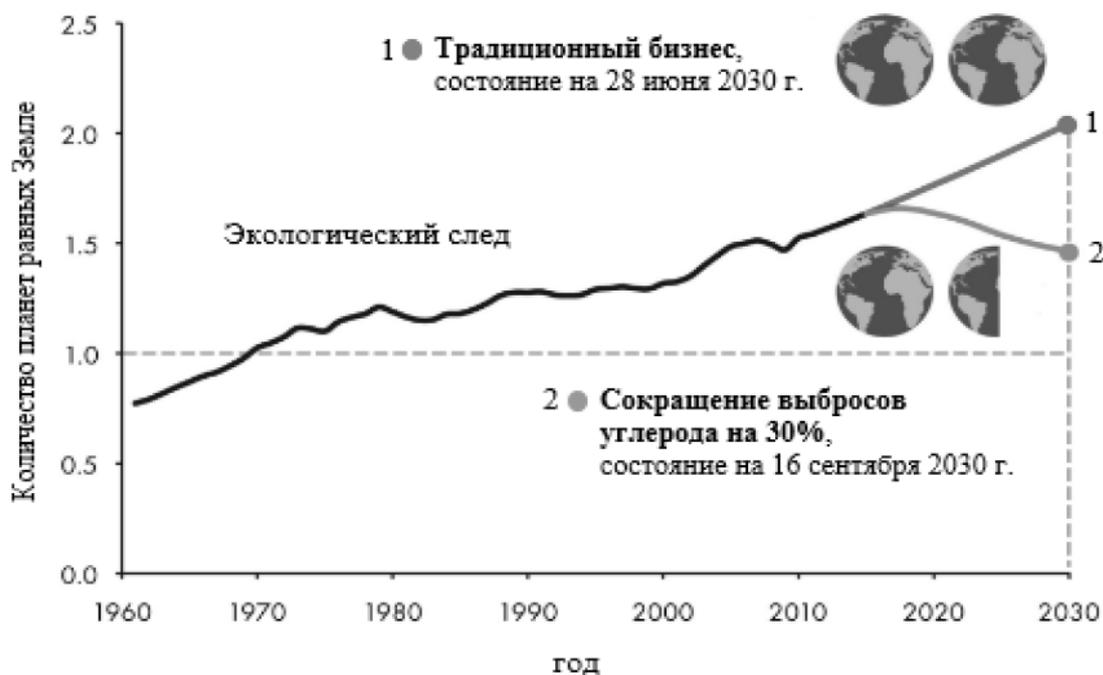


Рис. 3 Динамика и прогноз глобального экологического следа [11]

инициатива позволяют решать сложные технические проблемы; увеличение спроса на труд информационного типа и в сфере качественного обслуживания; повышение спроса на высококвалифицированных работников традиционных профессий, способных производить конкурентоспособную продукцию; снижение потребности в неквалифицированных рабочих в результате роботизации производства. Новые технологии кардинально меняют характер труда во всех отраслях и профессиях. Фундаментальная неопределенность касается объемов замены труда автоматизацией. Многие профессии в будущем перейдут из сферы влияния людей к роботам. Отметим также, что внедрение Индустрии 4.0 основательно изменит цепочку создания добавленной стоимости, что приведет к исчезновению некоторых традиционных отраслей общественного производства.

В-четвертых, рост темпов технологических изменений обуславливает необходимость значительно чаще повышать квалификацию работников, их готовность переучиваться, осваивать новую квалификацию. Темпы автоматизации и роботизации производства в будущем будут постоянно расти. Важнейшими инструментами выживания в трудовой сфере будет даже не фактор новых профессий эры кибер, а именно фактор специальных навыков. Из них наиболее востребованными будут: комплексное решение проблем, критическое мышление, креативность, управление людьми, координация дей-

ствий с другими, эмоциональный интеллект, формирование собственных суждений и принятие на их основе эффективных решений, сервис-ориентация, взаимодействие на основе переговоров, когнитивная гибкость.

Итак, развертывание четвертой промышленной революции приводит к изменению в мировоззренческих ориентациях человека о труде, в отношении к новейшим технологиям; требует расширения мировоззренческого горизонта и обучения в течение всей жизни.

Экологическое измерение

С изменением структуры экономики изменяется и структура потребностей общества. Важнейшей частью этих изменений исследователи называют потребность в экологически сбалансированном производстве. В качестве точек роста в перспективе можно отметить производство продуктов и технологий энергосбережения, очистки воды, воздуха, почвы. В результате возрастает вероятность снижения спроса на традиционную продукцию добывающих отраслей.

Разработка новых источников энергии, создание новых видов транспорта, систем коммуникаций находятся в центре внимания не только ученых, но и руководителей государств, правительств развитых стран, ряда стран догоняющего типа роста. Изменение технологических и институциональных основ производства в процессе

новой волны индустриализации влияет на экологизацию производства.

Согласно Программе ООН по окружающей среде начиная с 70-х годов XX в. глобальной экономической деятельностью «углеродного» типа достигнут предел биологической емкости и ассимиляционной способности биосферы. Ежегодный экологический след превысил биологическую емкость планеты и по состоянию на январь 2018 г. составил в среднем 1,6 биоёмкости Земли (рис. 3).

С учетом вышеприведенного, был определен новый тренд — циркулярная экономика, которая составляет основу четвертой промышленной революции. Индустрия 4.0 предусматривает рациональное использование природных и технических ресурсов, максимально эффективное энергосбережение, ремонт вместо новой покупки и аренду вместо собственности, вторичную переработку всех отходов и получение из них новых товаров, сырья, энергии.

Итак, развитие циркулярной экономики в состоянии привести к ряду положительных эффектов, как чисто экономических, так и социально-экологических. Циркулярная экономика может непосредственно повлиять на благосостояние, ибо переход от крупных единовременных выплат к значительно меньшим платежам за аренду и прокат позволит малообеспеченным слоям населения воспользоваться ранее недоступными для них товарами и услугами. Кроме того, повышение эффективности расходования ресурсов само по себе приводит к определенному уменьшению цен на конечные товары и услуги.

Таким образом, интерес к циркулярной экономике в мире растет экспоненциально. Компании, которые становятся на этот путь, открывают для себя принципиально новые возможности для развития не только за счет получения дополнительной ценности из своих продуктов и материалов, но и за счет отказа от догм устаревшей экономической модели, что в свою очередь создает благоприятные условия внедрения и расширения результатов четвертой промышленной революции.

Отдельно следует отметить, что в различных регионах миро-системы внедрение элементов четвертой промышленной революции происходит чрезвычайно неравномерно. Это связано с тем, что страны, которые находятся на разных уровнях развития, имеют разный потенциал и возможности. В странах «третьего и четвертого мира» Индустрия 4.0 будет качественно другой по сравнению со странами «золотого миллиарда». В связи с этим растет пропасть между теми странами, которые уже прошли и теми, что еще не прошли модернизационные процессы. По данным ООН доля средне- и высокотехнологичной продукции перерабатывающей

промышленности в наименее развитых странах мира постоянно снижается или вообще отсутствует. Кроме того, внедрение киберфизических систем, создание для их деятельности соответствующих программ и машин даже в высокоразвитых странах требует значительных капитальных вложений. Для стран «третьего и четвертого мира», которые являются поставщиками сырьевых ресурсов, внедрение элементов четвертой промышленной революции возможно лишь при условии огромных инвестиций зарубежных компаний.

Несмотря на это, на Всемирном экономическом форуме в Давосе в 2016 году прозвучали достаточно оптимистичные прогнозы относительно перспектив внедрения элементов Индустрии 4.0. В частности, владелец индийской автомобильной корпорации Mahindra & Mahindra на встрече в Давосе выразил надежду, что четвертая промышленная революция снимет проблему интеграции в мировую экономику тех 65% его земляков, которые все еще живут в селах, без необходимости переселять их в города. А представители Африки заявили, что их страны получают возможность перескочить вторую и третью промышленные революции и сразу могут стать участниками четвертой.

Подводя итоги проведенного исследования, можно сделать следующие выводы. Четвертая промышленная революция на сегодняшний день уже является реальностью, она имеет большие возможности по увеличению уровня жизни населения в мировом масштабе. В будущем технологические инновации будут способствовать долгосрочной эффективности и производительности труда. Рост экономики связывается с созданием новых рынков: прогнозируется существенный рост эффективности логистики и глобальных сетей и уменьшение стоимости транспорта, коммуникаций и торговли. Вместе с тем новая революция углубит расслоение населения в связи с сокращением рынков труда в результате роботизации производственных процессов.

Предпосылки внедрения Индустрии 4.0 предусматривают трансформационные изменения в промышленно-экономическом, социальном экологическом развитии государств и отдельных субъектов хозяйствования, что в свою очередь ставит вызовы перед государством относительно политики в сфере образования, промышленности и занятости; перед предприятиями относительно готовности внедрять инновационные технологии, креативные управленческие решения и гибкие подходы в управлении персоналом; а также перед человеком по развитию его способностей. Использование преимуществ четвертой промышленной революции даст шансы как отдельным организациям, так и национальным экономикам перейти на путь опережающего инновационного развития.

ЛИТЕРАТУРА

1. Индустрия 4.0 стирает границы между физическим и цифровым миром // Химическая техника. — 2018. — № 11. — С. 19–21.
2. Шукалов А. В. От индустрии 3.0 к индустрии 4.0: обзор инноваций // Вопросы оборонной техники. 2018. — № 11–12. — С. 153–159.
3. Афолина Е. В. Перспективы реализации концепции «Индустрия 4.0» в отечественной промышленности // Друкерровский вестник. — 2018. — № 1(21). — С. 173–182.
4. Краус Н. Н. Какие изменения несет в себе «Индустрия 4.0» для экономики и производства? // Формирование рыночных отношений в Украине. — 2018. — № 9(208). — С. 128–135.
5. Фриче В. «Индустрия 4.0»: от мечты к реальности // Переработка молока. — 2018. — № 8(226). — С. 52–54.
6. Industry 4.0 and Engineering for a Sustainable Future / Mohammad Dastbaz, Peter Cochrane. Cham: Springer, 2019. — 235 p.
7. Industry 4.0: trends in management of intelligent manufacturing systems / Lucia Knapčíková, Michal Balog, editors. Cham, Switzerland: Springer, 2019. — 146 p.
8. Applications of artificial intelligence techniques in Industry 4.0/ Aydin Azizi. Singapore: Springer, 2019. — 386 p.
9. Никифоров А. Д., Тарасов Д. Р. Полная платформа цифровой экономики. «Индустрия 4.0» // Новая экономика и региональная наука. — 2018. — № 3(12). — С. 145–147.
10. Кондратьев В. Б. Глобальные цепочки стоимости, индустрия 4.0 и промышленная политика // Журнал новой экономической ассоциации. — 2018. — № 3(39). — С. 170–178.
11. Frank, Alejandro Germán; Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies // International journal of production economics. — 2019. — Volume 210. — P. 15–26.

© Мезина Татьяна Владимировна (Mezinatv@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации