

О некоторых предпосылках четвертой промышленной революции

On some background of the fourth industrial revolution

doi 10.26310/2071-3010.2020.259.5.003



В. П. Соловьев,

д. э. н., к. т. н., профессор, зам. директора, руководитель, Центр инновационного и технологического развития Института исследований научно-технического потенциала и истории науки им. Г. М. Доброва НАН Украины
✉ solovyov.vp@gmail.com

V. P. Soloviyov,

doctor of economics, professor, deputy director, head, Center for innovative & technological development of the Dobrov institute for S&T potential and science history studies of NAS of Ukraine

В данной статье дается характеристика некоторых социально-экономических аспектов, связанных с процессами периодических технологических преобразований. Дается расширенное толкование инноваций для экономического роста и инноваций для экономического развития. Коротко характеризуются три промышленные революции. Более подробно описывается деятельность различных типов экономических агентов, которые принимали участие в реализации основных стимулов первой промышленной революции. Высказываются предположения о предпосылках четвертой промышленной революции. Как показывает практика, закономерности экономических отношений в период первых промышленных революций соответствуют пониманию социальной и экономической целесообразности современности.

This article describes some of the socio-economic aspects associated with the processes of technological transformation. An expanded interpretation of innovation for economic growth and innovation for economic development is given. Three industrial revolutions are briefly characterized. The activities of various types of economic agents that took part in the implementation of the main incentives of the first industrial revolution are described in more detail. Assumptions are made about the premises of the fourth industrial revolution. As practice shown, the patterns of economic relations in that period correspond to an understanding of the social and economic feasibility of modernity.

Ключевые слова: экономический рост; экономическое развитие; промышленная революция; экономические циклы; роль предпринимательства; инновации.

Keywords: economic growth; economic development; industrial revolution; business cycles; the role of entrepreneurship; innovation.

Четвертая промышленная революция привлекает все большее внимание ученых и специалистов. Но одновременно возрастает и разнообразие толкований этого ожидаемого явления. Эти толкования базируются на различных исходных предпосылках, что приводит авторов к разным технологическим ожиданиям. Одни авторы, вслед за Клаусом Швабом, утверждают, что четвертая промышленная революция будет базироваться на смешанной технологии, характеризующей одновременно и физический, и цифровой, и биологический мир [1], что позволяет этим авторам изложить реальные возможности развития цифровой экономики во вполне определенных социальных условиях и достигнутой конфигурации технологической структуры производства [2]. Другие авторы считают особенностью четвертой промышленной революции скорее то, что она набирает обороты, «протекая внакладку с еще не распространенными по миру реалиями третьей промышленной революции», когда первостепенными могут оказаться «те нации и территории, которые сосредоточатся на улучшении не столько самих производственных технологий, сколько экономической среды для непрерывного обновления и применения» [3]. Прослеживаются попытки отождествить с четвертой промышленной революцией реализацию платформы «индустрия 4.0» в различных странах и континентах [4].

Столь широкая трактовка четвертой промышленной революции является свидетельством не только технологической значимости данного яв-

ления, но и наличия некоторого единого стержня ожидаемых социальных последствий наблюдаемых в мире технологических изменений. И в то же время, фактически, термин «четвертая промышленная революция» не имеет под собой достаточно глубокого исторического анализа закономерностей социально-технологического развития в периоды осуществления трех предыдущих промышленных революций [5].

Промоутер четвертой промышленной революции Клаус Шваб упоминает, что исходным пунктом, для его рассуждений, стало обсуждение в 2011 г. на Ганноверской ярмарке термина «индустрии 4.0». Этот термин родился и был предназначен для обозначения процесса коренного преобразования глобальных цепочек создания стоимости. Утверждалось, что, распространяя технологию «умных заводов», четвертая промышленная революция создаст мир, в котором виртуальные и физические системы производства гибко взаимодействуют между собой на глобальном уровне. Это обеспечит полную адаптацию продуктов к единым стандартам и будет способствовать созданию новых операционных моделей производства. При этом следует учесть, что в марте 2012 г. Правительство Германии утвердило план действий высокотехнологической стратегии для дальнейшей его реализации. Этот план действий определяет 10 «проектов будущего», включая «индустрию 4.0», которые рассматриваются в качестве решающего фактора в реализации задач современной инновационной политики как центра исследователь-

ской и инновационной деятельности [6]. В рамках этих проектов-маяков конкретные инновационные цели будут достигаться в течение 10-15 лет.

Но и здесь используются скорее экстраполяционные модели, чем выявляются глубинные закономерности технологического развития с учетом социальных и политических условий конкретных стран. Для того, чтобы попытаться выявить какие-то закономерности, хотя бы на гипотетическом уровне, примем один из постулатов Высокотехнологической стратегии, согласно которому путь от «индустрии 1.0» к «индустрии 4.0» включает такие технологические и производственно-организационные этапы [7]:

- первая промышленная революция — паровая энергетика, механизация, ткацкое производство;
- вторая промышленная революция — электроэнергия, сборочные линии, массовое производство;
- третья промышленная революция — компьютеры, электроника, автоматизация;
- четвертая промышленная революция (предположительно) — киберфизические системы, Интернет вещей, сети.

Как оказывается, здесь просматривается определенная периодичность событий по времени: первая промышленная революция (Джеймс Уатт) — 1780-1790 гг.; вторая промышленная революция (Майкл Фарадей и Джеймс Максвелл) — 1860-1870 гг.; третья промышленная революция (Алан Тьюринг и Конрад Цузе) — 1940-1950 гг. Если периодичность промышленных революций сохранится, то четвертая промышленная революция грядет к нам, со всеми своими сюрпризами, в период с 2020 по 2030 гг. По крайней мере, Международный экспертный совет Всемирного экономического форума 2015 г. по вопросам будущего программного обеспечения и общества, в котором участвовали восемьсот руководителей и экспертов отрасли информационных и коммуникационных технологий в подавляющем большинстве констатировали, что определенные переломные моменты в использовании новых технологий произойдут, именно, до 2025 г. [1].

Хотя революционность технологий, ставших основой первых трех промышленных революций, в основном, не вызывает сомнений, но их социально-экономическое влияние ощущается не равномерно по регионам планеты. Клаус Шваб обратил внимание на ограниченность восприятия результатов предыдущих революционных циклов [1]. Первой промышленной революции ждут еще до сих пор на 17% мировой территории, около 1,3 млрд человек все еще не имеют доступа к электричеству — основному фактору второй промышленной революции. Примерно половина населения земного шара, или 4 млрд человек, не ощутило пока в полной мере результатов третьей промышленной революции, поскольку большинство из них живут в развивающихся странах, где нет доступа к сети Интернет.

Следует отметить, что возможность предсказания технологического содержания четвертой промышленной революции весьма условна. Конечно, новые возможности искусственного интеллекта часто кажутся волшебством и весьма искушенным специалистам.

Этим объясняется попытка перенести основную «тяжесть» революционных преобразований ожидаемой промышленной революции именно на информационные технологии. Однако более привлекательным многим специалистам и политикам кажутся, так называемые, NBIC-технологии (нано-био-инфо-когни), которые, и по отдельности, и в совокупности символизируют эффективность современных технологических достижений более многогранно. Собственно, это направление поддерживается и Клаусом Швабом [1].

От того, какая технология окажется стержневой для четвертой промышленной революции, в значительной степени зависят социальные условия и последствия ее осуществления. А социальные условия и последствия реализации результатов первых трех промышленных революций, наблюдавшиеся в периоды этих революций, заставляют относиться к данной проблеме с большим вниманием. При этом технологическое содержание каждой из этих революций чрезвычайно простое: вода и пар, электричество, электронное отображение информации. Фактически, в своей основе, первые промышленные революции делают для человечества более доступными возможности «трех китов», на которых стоит мир — вещество, энергию, информацию.

Еще одна особенность технологий, являющихся стержневыми в первых трех промышленных революциях, заключается в том, что они не являются «новоявленными». Считается, что первый паровой двигатель был приведен в действие Героном Александрийским в I веке новой эры. Первые сведения о притягивании или отталкивании предметов с помощью электричества известны со времени Фалеса Милетского (VI век до нашей эры). Во время археологических раскопок на территории древнего Китая, Египта, других азиатских стран находились предметы, которые можно классифицировать как электрические батареи. В V веке до н. э. в Греции и Египте получил распространение абак. «Абак» — греческое слово, которое переводится как «счетная доска», что свидетельствует о наличии инструмента и стандарта обработки информации уже у древних.

Исходя из этих сведений, получается, что вряд ли стоит сегодня ожидать революционизирующего влияния каких-то сложно-комплексных технологий. Базой новой четвертой технологической революции вполне может оказаться какая-то из «хорошо» известных, но «плохо» освоенных (в приложении к современности) технологий. Причиной «расцвета» красочного букета интеллектуальных, более того, «умных» технологий можно объяснить завершением очередного периода экономики кругооборота, что заставляет бизнесменов «выжимать» из информационных технологий остатки их «революционного» потенциала, в надежде хотя бы сохранить коэффициент полезного действия от обновления производственных технологий за счет их цифровизации.

Задачей экономики роста, в соответствии с Й. Шумпетером является удовлетворение текущих потребностей, что, собственно, и является в период последовательного наращивания производительности труда смыслом всякого производства. При этом

новшества, даже весьма кардинальные (прорывные), не обязательно требуют «комплексных» мероприятий. В соответствии с Руководством Осло, достаточно, чтобы новшество соответствовало одному из «официальных» типов инновации: организационные, маркетинговые, продуктовые или процессные [11]. Для того, чтобы бизнесмену обеспечивать инновационность предприятия в соответствии с Руководством Осло, не нужно быть предпринимателем — достаточно быть хорошим менеджером и рачительным капиталистом.

Но новшества в период экономики развития, которые, как правило, овладевают миром не в ответ на массовые и постепенно нарастающие потребности общества, а лишь в том случае, когда предприниматель становится готовым не только продемонстрировать преимущества новых технологий «в узком кругу», но и заинтересовать массового потребителя в целесообразности диффузии «обновленного новшества» в достаточно широкой сфере применений. Таким образом, в данном случае инициатива оказывается за производством [9]. Однако, одновременно, темпы роста экономики постепенно перестают в полной мере удовлетворять ожидания потребителя. При таком стечении обстоятельств, субъектом готовым и, более того, стремящимся по своему разумению соединять и комбинировать факторы производства становится фигура предпринимателя.

Роль предпринимателя в понимании Шумпетера является временной. Он пишет, что «мы твердо придерживаемся того мнения, что то, или иное лицо в принципе является предпринимателем только в том случае, если оно «осуществляет новую комбинацию» [только строго в этот период] — оно перестает быть таковым, когда учрежденное им «дело» начнет дальше функционировать в рамках кругооборота, — и что поэтому предприниматель, остающийся таковым на протяжении десятилетий, встречается так же редко, как и коммерсант, который никогда в жизни не бывал хоть немного предпринимателем [9]».

Под «развитием» у Й. Шумпетера понимаются лишь такие изменения хозяйственного кругооборота, которые экономика порождает сама, но руками и энергией предпринимателя. Именно предприниматель, казалось бы, «предоставленный самому себе», действующий случайным образом и не приводимый в движение импульсами извне, со стороны народного хозяйства, которое не порождает новые в качественном отношении явления, но, тем не менее, дает толчок процессам приспособления этих явлений, подобно тому как это происходит при неконтролируемом изменении природных показателей [9].

Развитие в этом понимании формально является, с одной стороны, «чисто экономическим», а с другой — есть особое, различимое на практике и в сознании явление, которое не встречается среди явлений, присущих кругообороту (тенденции к равновесию), а действует на них лишь как внешняя сила, представляющая собой смещение равновесного состояния, характерного для определенного интервала времени. Однако, имеется в виду не любое такое изменение или смещение, а только, во-первых, стихийно возникающее в экономике и, во-вторых, дискретное отклонение новой траектории

совершения кругооборота от заданного ранее «центра тяготения». Таким образом, исходный кругооборот, хорошо осознанный и описанный, заменяется другим, ранее не известным, кругооборотом, который надо будет заново осознавать и описывать [9].

В спектре новшеств развития, стихийно возникших в экономике и принятых на вооружение предпринимателем, могут оказаться такие, что не становятся элементами именно экономического развития, но запускают причинно-следственную цепочку, формирующую закономерности экономики кругообращения, но на новом технологическом базисе. Здесь мы констатируем, вслед за Шумпетером, «обратное влияние развития» [9].

Изменения, инициируемые предпринимателем и приводящие именно к экономическому развитию, можно назвать многовекторными инновациями. Их форма и содержание, в понимании Й. Шумпетера, задаются комплексным осуществлением таких «новых комбинаций», которые предполагают одновременную реализацию, по крайней мере, следующих пяти целей [9]:

1. Изготовление нового, т. е. еще неизвестного потребителям, блага или создание нового качества того или иного блага.
2. Внедрение нового, т. е. данной отрасли промышленности еще практически неизвестного, метода (способа) производства, в основе которого не обязательно лежит новое научное открытие и который может заключаться также в новом способе коммерческого использования соответствующего товара.
3. Освоение нового рынка сбыта, т. е. такого рынка, на котором до сих пор данная отрасль промышленности этой страны еще не была представлена, независимо от того, существовал этот рынок прежде или нет.
4. Получение нового источника сырья или полуфабрикатов, равным образом независимо от того, существовал этот источник прежде, или просто не принимался во внимание, или считался недоступным, или его еще только предстояло создать.
5. Проведение соответствующей реорганизации, например обеспечение монопольного положения (посредством создания треста) или подрыв монопольного положения другого предприятия.

В переломный (революционный) период развития экономики должны присутствовать все эти пять перечисленных целей обновления. В период же преувеличения принципов экономики кругооборота, для использования новшеств в качестве стимула успеха на определенном интервале времени, и в определенной локализации, вообще говоря, достаточно реализации хотя бы одного из перечисленных пунктов, или даже некоторого производного от одного из этих пунктов, что, собственно, соответствует рекомендациям Руководства Осло.

Таким образом, Й. Шумпетер достаточно внятно разделил процессы экономического роста, характерные для экономики кругооборота, и процессы экономического развития, которые и являются стержнем промышленных революций. Однако промышленные

революции, как свидетельствует опыт, сопровождаются еще и социальным напряжением в обществе, что требует в ряде случаев принятия специальных мер со стороны государства, к чему, в преддверии новой промышленной революции, желательнее быть готовым.

Следует внимательно отнестись к предостережению Клауса Шваба по поводу того, что «урок первой промышленной революции остается сегодня по-прежнему актуальным: главным показателем прогресса до сих пор является мера принятия обществом технологических новшеств. Не только государственные и правительственные учреждения, но и частный сектор должен вносить свой вклад в развитие цивилизации. Основное значение, однако, имеет понимание гражданами долгосрочных преимуществ» [1].

В подтверждение этого тезиса Клауса Шваба, история свидетельствует, что в период, следующий сразу же вслед за первой промышленной революцией, явно отсутствовало «понимание гражданами ее долгосрочных преимуществ». Активизация во второй половине XVIII века диффузии новых производственных технологий сопровождалась обесцениванием труда ремесленников в текстильной промышленности, а еще и обеднением дворянства и заменой этого, наиболее политически активного до этого времени слоя населения, буржуазией, более восприимчивой к новым технологиям в производстве материальных благ [10]. Ремесленники попытались остановить технологический прогресс тем, что врывались на фабрики и ломали механизированные прядильные и ткацкие станки. Члены этого протестного движения были названы луддитами. При этом на стороне луддитов были многие известные личности того времени. В частности, активно поддерживал движение луддитов в парламенте Англии лорд Байрон.

В конце концов, британское правительство, все-таки, направило в 1810-х гг. двенадцатитысячное

войско на подавление этих беспорядков, после чего движение луддитов было разгромлено. Использование войск для подавления восстания луддитов свидетельствовало о безусловной поддержке правительством одной из европейских стран процесса технологического развития производства на инновационной основе.

Можно согласиться, что промышленные революции появляются дискретно, однако, отнюдь не на пустом месте. Анализируя совокупность обстоятельств, сопутствующих превращению очередного, далеко не первого, экземпляра паровой машины в стержень промышленной революции, можно отметить следующие события [11].

О реальном «давлении» держателей знаний о возможностях паровой машины в преддверии первой промышленной революции свидетельствует и тот факт, что еще до того, когда Джеймс Уатт только начал знакомиться с одной из паровых машин в Англии, в России в 1765 г. Иваном Ползуновым уже был запущен в Барнауле первый в мире двухцилиндровый паровой двигатель с работой цилиндров на один общий вал, что впервые в мире позволило двигателю работать без какого-либо использования гидравлической энергии, то есть, в том числе на совершенно безводном месте, что было огромным шагом вперед по сравнению с существовавшими тогда паровыми машинами, не способными обходиться без вспомогательного гидравлического привода [12]. Это свидетельствует о том, что для парового двигателя «время пришло». События, сопутствующие первой промышленной революции, засвидетельствовали также, что важным элементом продвижения новшества является финансовое участие в технологических разработках частного сектора [11].

Анализ событий, сопровождавших первую промышленную революцию подтверждает мнение о том, что новая комбинация, необходимая для революци-

Анализ истории показывает, что разработке паровых машин, появившихся во второй половине XVIII века, то есть в период Первой промышленной революции, существенно способствовали работы Джованни Баттиста делла Порта, который в 1601 г. предложил простой способ получать пустоту (точнее — разреженное пространство) путем сгущения водяного пара в закрытом сосуде. Принцип действия и применение паровых машин было описано в 1655 г. англичанином Эдвардом Сомерсетом. В 1663 г. он опубликовал проект и установил приводимое в движение паром устройство для подъема воды на стену Большой башни в замке Раглан (Уэльс).

Основы для разработки универсальных паровых машин были заложены исследованиями и экспериментами французского физика и изобретателя Дени Папена по созданию вакуума в закрытом цилиндре. В 1680 году Папен смог получить вакуум с помощью кипящей воды, которая конденсировалась в цилиндре. Для автоматизации цикла Папен предложил создавать пар отдельно, вне цилиндра. Поэтому именно он считается изобретателем парового котла, что в дальнейшем стало основой для парового двигателя конструкции Ньюкомена.

Первые «настоящие» паровые двигатели были созданы в конце XVII столетия. Пионером новой отрасли техники считается испанский изобретатель Херонимо Аянсом де Бомонт, наработки которого использовал английский инженер Томас Сэйвери, которому удалось сконструировать первую промышленную машину, использующую паровой двигатель. Она представляла собой паровой камерный нагнетательно-всасывающий насос («огненный насос»), который использовался для откачки воды из шахт. Поскольку машина Сэйвери имела ограниченное применение, а необходимость в эффективном двигателе для откачки воды из шахт постоянно возрастала, вскоре была предложена новая конструкция паровой машины.

Изобретателем новой паровой машины стал кузнец Томас Ньюкомен. В 1705 г. он совместно с лудильщиком Джоном Коули построил паровой насос, совершенствование которого продолжалась по 1712 г. Следует отметить, что очень многие механические изобретения на заре Промышленной революции были сделаны именно кузнецами (Ньюкомен, Модсли, Нэсмит, Брамах и др.), поскольку в то время они были единственными специалистами, способными изготовить детали необходимого качества.

Джеймс Уатт — механик самоучка — работу над паровыми машинами начал в 1764 г., когда к нему обратился профессор физики Университета Глазго Джон Андерсон с просьбой отремонтировать действующий макет паровой машины Ньюкомена.

Выполняя заказ профессора Джона Андерсона Джеймс Уатт обнаружил, что можно существенно снизить расход топлива паровой машины, если решить такую нетривиальную задачу: надо производить в цилиндре возможно более полную конденсацию пара, для чего необходимо как можно сильнее охлаждать цилиндр; во-вторых, чтобы избежать непроизводительных потерь пара, надо впускать его для последующего хода поршня из котла в неохлажденный, горячий цилиндр.

Для практического осуществления необходимых разработок Уатту требовались немалые средства, которых у него не было, и добывать которые он не умел. Более того, будучи болезненным и часто впадающим в депрессию, он неоднократно собирался бросить это свое занятие. Однако, один из его старых друзей, ученый-химик, доктор Джозеф Блэк познакомил его с успешным и склонным к большим предприятиям доктором Джоном Робаком, который согласился финансово помочь Уатту провести многочисленные эксперименты, что позволило тому в 1769 г. построить небольшую модель машины и получить патент на «новый метод уменьшения расхода пара, а, следовательно, и топлива в огненных машинах». Сам же Робак вскоре разорился, что свидетельствует о действительном риске вложений в нововведения на ранней стадии их разработки.

Только в 1774 г. Уатту удалось получить необходимые материальные средства, войдя в компанию с Мэтью Болтоном, успешным владельцем металлургического предприятия, купившим две трети патента, заплатив долги разорившегося Робака, оставшиеся за Джейсом Уаттом. Таким образом, с 1774 г. Уатт стал до конца своей жизни совладельцем компании «Болтон и Уатт» и продолжил работу в должности главного механика по созданию паровых машин на заводе Soho Works близ Бирмингема.

Для обеспечения быстрой диффузии новой паровой машины в промышленности, и закрепления на рынке «Болтон и Уатт» применили демпинг — маркетинговый ход, который в настоящее время широко используется для закрепления на рынке прорывных инноваций. Хотя их машина существенно превосходила по эффективности конкурирующие технологии, поставку паровых машин компаньоны осуществляли безвозмездно (то есть даром), платой же за пользование ими была третья часть от стоимости топлива, сэкономленного по сравнению с машиной Ньюкомена.

Быстрому внедрению паровой машины способствовала и хорошая организация работ по совершенствованию многих технологических направлений металлургии и обработки металлов, разработка сервисного оборудования, к которым можно отнести центробежный регулятор, при помощи которого осуществлялся автоматический контроль скорости машины (1788 г.), манометр (1790 г.) и ряд других контрольно-измерительных приборов.

Следует обратить внимание на то, что необходимость изобретения новых принципов и даже отсутствие финансирования работ далеко не исчерпывали всех проблем Джеймса Уатта. Ему пришлось столкнуться с тем, что рабочие не могут изготовить детали так, как это было необходимо. «Хотите ли знать, в чем главное препятствие к построению машины? — писал он Джону Робаку, — оно в кузнечной работе».

онных инновационных преобразований производства требует реализации всех пяти целей, постулированных Й. Шумпетером. Кроме того, можно согласиться с Й. Шумпетером, что в периоды промышленных революций нарушаются финансовые отношения между инноваторами и предпринимателями, оказывающими финансовую поддержку инновационному процессу. Более того, по мнению Й. Шумпетера, необходимо принуждение к распространению новшеств даже после убедительного осуществления новых комбинаций [9].

Предприниматель, конечно, надеется получить прибыль от своего участия во внедрении кардинального новшества. Но он лишается этой прибыли, едва только полностью осуществит свою функцию, ввиду создания новой системы ценностей. И еще раз надо подчеркнуть, что кардинальные новшества несут с собой прямой ущерб не только значительным массам занятых в традиционных производствах, но и тем, кто непосредственно участвует в создании благоприятных условий для революционных технологических преобразований.

Приходится также обратить внимание на то, что пиковые периоды предыдущих промышленных революций — то ли по стечению обстоятельств, то ли в соответствии с какими-то причинно-следственными закономерностями — совпадают с крупными социальными конфликтами и преобразованиями. Здесь можно обратить внимание и на Великую Французскую революцию в конце XVIII века, и на обострение социальных процессов во второй половине XIX века на

Американском континенте и в Европе, и на великую депрессию с последующей за ней Второй мировой войной в середине XX века. Остается задать вопрос: «Что-то ожидает нас в 2020-х?».

Что касается технологических последствий, то они должны быть позитивны в широком смысле этого слова, но предугадать их технологический «стержень» вряд ли возможно. Что касается вопроса о том, какие страны окажутся более, а какие — менее восприимчивы к технологическим новшествам, зависит от многих факторов и, в том числе, от того, на какой стадии других экономических циклов будет находиться та, или иная страна в «критический момент» промышленной революции. Имеются в виду следующие циклы [13]:

- информационные (3-4 года) Китчина;
- финансовые (7-11 лет) Жигляра;
- строительные (15-25 лет) Кузнецца;
- технологические (45-60 лет) Кондратьева.

Ориентировочно, периодичность промышленных революций можно связать с технологическими циклами Кондратьева. Хотя периодизация, имеющая место в данном случае, свидетельствует о 80-летнем периоде. И, в этом случае, мы можем рассматривать четвертую промышленную революцию, как завершение в 2020-х гг. очередного цикла технологических бифуркаций. При этом, наблюдавшаяся «синхронизация» промышленных революций с социальными взрывами позволяет думать о неизбежности комплексных социально-экономических преобразованиях в период кардинальных технологических переориен-

таций производственного комплекса промышленно развитых стран. Совмещение циклов кардинальных технологических преобразований с периодами социальной нестабильности позволяет считать интервалы между промышленными революциями социально-экономическими циклами. Такая постановка вопроса

наводит на мысль о том, что не столь важным является предсказание базовой «послереволюционной» технологии, сколько понимание сути узких мест в социальных отношениях и сосредоточение на «упрочнение» этих узких мест ввиду ожидаемых социальных катаклизмов.

Список использованных источников

1. К. Шваб. Четвертая промышленная революция. «Эксмо», 2016. 208 с.
2. В. В. Иванов, Г. Г. Малинецкий. Цифровая экономика: от теории к практике//Иновации. № 12 (230). 2017. С. 3-12.
3. Н. В. Смородинская, Д. Д. Катуков. Ключевые черты и последствия индустриальной революции 4.0//Иновации. № 10 (228). 2017. С. 81-90.
4. И. А. Селедцева, В. А. Никонова. Сравнительный анализ ключевых особенностей развития «индустрии 4.0» в странах Европы, Азии, США и России//Иновации. № 11 (229). 2017. С. 15-21.
5. В. В. Иванов. Научно-технологическая политика в условиях новой стратегии развития России//Иновации. № 4 (246). 2019. С. 3-7.
6. The new High-Tech Strategy. Innovations for Germany Berlin, 2014. https://ec.europa.eu/knowledge4policy/sites/know4pol/files/hts_broschuere_engl_bf.pdf.
7. T. Jeevitha, L. Ramya Industry 1.0 to 4.0: the evolution of smart factories. https://www.researchgate.net/publication/330336790_industry_10_to_40_the_evolution_of_smart_factories.
8. Руководство Осло. Рекомендации по сбору и анализу данных по инновациям. Москва, 2006. С. 55.
9. Й. Шумпетер. Теория экономического развития. М.: Прогресс, 1982. 355 с.
10. Ч. Поулсен. Английские бунтари. Москва: Прогресс, 1987. 280 с.
11. Энциклопедия «Металлургия и время». Т. 3. Промышленная революция и индустриализация. Гл. 2. Бизнес-ангелы Джеймса Уатта. <http://metalspace.ru/history-metallurgy/tom3/dzhejms-uatt.html>.
12. А. Д. Сергеев. Последний чин И. И. Ползунова//Ползуновский альманах. № 3. Т. 1. Барнаул, 2009. С. 167-172.
13. Л. А. Чалдаева, А. А. Киячков. Унифицированный подход к описанию природы экономических циклов//Финансы и кредит. № 45 (525). 2012. С. 2-8.

References

1. K. Schwab. Fourth Industrial Revolution. Eksmo, 2016. 208 p. (In Russian.)
2. V. V. Ivanov, G. G. Malinetskiy. Digital economy: from theory to practice//Innovation. № 12 (230). 2017. P. 3-12. (In Russian.)
3. N. V. Smorodinskaya, D. D. Katukov. Key features and consequences of the industrial revolution 4.0//Innovation. № 10 (228). 2017. P. 81-90. (In Russian.)
4. I. A. Seledtseva, V. A. Nikonova. A comparative analysis of the key features of the development of "industry 4.0" in Europe, Asia, the USA and Russia//Innovations. № 11 (229). 2017. P. 15-21. (In Russian.)
5. V. V. Ivanov. Scientific and technological policy in the context of a new development strategy for Russia//Innovation. № 4 (246). 2019. P. 3-7. (In Russian.)
6. The new High-Tech Strategy. Innovations for Germany Berlin, 2014. https://ec.europa.eu/knowledge4policy/sites/know4pol/files/hts_broschuere_engl_bf.pdf.
7. T. Jeevitha, L. Ramya Industry 1.0 to 4.0: the evolution of smart factories. https://www.researchgate.net/publication/330336790_industry_10_to_40_the_evolution_of_smart_factories.
8. Oslo manual. Recommendations for collecting and analyzing data on innovation. Moscow, 2006. P. 55. (In Russian.)
9. J. Schumpeter. Theory of economic development. M.: Progress, 1982. 355 p. (In Russian.)
10. C. Poulsen. English Rebels. Moscow: Progress, 1987. 280 p. (In Russian.)
11. Encyclopedia «Metallurgy and time». Vol. 3. Industrial revolution and industrialization. Chapter 2. Business Angels by James Watt. <http://metalspace.ru/history-metallurgy/tom3/dzhejms-uatt.html>. (In Russian.)
12. A. D. Sergeev Last rank I. I. Polzunova//Polzunovsky almanac. № 3.Vol. 1. Barnaul, 2009. P. 167-172. (In Russian.)
13. L. A. Chaldaeva, A. A. Kilyachkov. A unified approach to the description of the nature of economic cycles//Finance and Credit. № 45 (525). 2012. P. 2-8. (In Russian.)