

Раздел 3. О ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УКЛАДАХ

12

Четвертый технологический уклад (конец 1940-х – начало 1980-х гг.): расцвет и закат промышленного капитализма¹

Леонид Ефимович Гринин

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»;
Институт востоковедения РАН

Четвертый технологический уклад имел место с конца 1940-х до середины-конца 1980-х гг., то есть длился около сорока лет. Его ключевыми секторами стали новая химия (химия искусственных материалов), автомобилестроение и некомпьютерная/неинтерактивная электроника (радио-, теле-, транзисторы и пр.), которая соединилась с автоматикой. Но помимо трех указанных китов, в четвертом укладе были иные важные направления: машиностроение, оптика и приборостроение, энергетика, включая атомную, освоение космоса, больших успехов достигло сельское хозяйство, в т.ч. за счет развития биотехнологий, причем можно говорить о синергии инноваций в разных отраслях. В 1970–1980-е гг. очень заметно заявили о себе новые направления, связанные с развитием компьютеров и микроэлектроники, которые стали ведущими секторами в следующем – пятом – техноукладе. Четвертый технологический уклад – апогей промышленного капитализма, причем капиталистические страны с конца 1940-х до конца 1960-х гг. продемонстрировали очень высокие темпы экономического роста и почти бескризисное развитие.

Ключевые слова: четвертый технологический уклад, инновации, США, научно-кибернетический принцип производства, научно-технический прогресс.

1. Подготовительные процессы

В последний период третьего технологического уклада, то есть с 1930-х гг. до середины XX в., имело место нарастание несистемных явлений, кото-

¹ Статья подготовлена в рамках работы над «Кондратьевской энциклопедией».

рые получили новое значение в период начала нового (четвертого) технологического уклада. Наблюдалась интенсификация производства, внедрялись научные методы его организации, в невиданных прежде масштабах происходили стандартизация и укрупнение предприятий. Нужно отметить появление особо мощного кластера инноваций: в области химии искусственных материалов, электротехники, самолетостроения, радиотехники и электроники (магнитофоны, первые телевизоры) и других, которые стали основой для подъема в четвертом технологическом укладе в 1950-е гг. В целом 1930–1940-е гг. были неблагоприятными для мировой экономики. Сначала Великая депрессия, потом застой, затем перевод экономики на военные рельсы, далее реконверсия военной экономики. Но, согласно идеям Й. Шумпетера, именно на таких понижательных депрессивных фазах длинных циклов возникает значительный задел инноваций, который и позволяет совершить мощный рывок и развить новый технологический уклад (о третьем укладе см.: Гринин 2019).

В 1920–1930-е гг. американское общество было самым передовым с технической точки зрения. В мире не существовало другой страны со столь высокой производительностью труда в ряде отраслей, где достижения науки внедрялись бы так быстро, производилось бы столько электромашин и автомобилей, бытовых электроприборов и продукции химической промышленности. Так, из 30 млн автомобилей в мире в середине 1920-х гг. 20 млн находилось в США (Долматовский 1986: 117). По существу, уже в 20-е гг. XX в. уровень техники в Соединенных Штатах в ряде направлений перерос индустриальный принцип производства. Наконец, после Второй мировой войны США, по сути, оказались в положении мирового монополиста, поставлявшего самые разные товары и машины в Европу, что способствовало их движению к научно-кибернетическому принципу производства. Западноевропейские страны, а вслед за ними и Япония перешли к новому принципу производства позже, в 1950–1970-е гг. Соответственно, и четвертый технологический уклад сформировался в США, однако европейские страны и Япония быстро их догнали.

Важный шаг для перехода к новому технологическому укладу состоял в изменении роли государства в экономике. Первый шаг в этом направлении был сделан в период Великой депрессии, которая заставила включить механизм государственного регулирования (Гринин 2006; 2009a). Вторая мировая война добавила необходимый элемент вмешательства государства в регулирование, финансирование и стимулирование ряда направлений научно-технического прогресса. После войны государственное регулирование получило развернутое обоснование в экономической науке, которая существенно изменилась под влиянием идей Дж. Кейнса (1978 [1936]). Особенно важной оказалась способность к ослаблению си-

лы экономических кризисов в результате более активного влияния на экономику на разных фазах делового цикла по кейнсианским рецептам, с применением различных анти- и проциклических мер. Новая система заключалась в том, что при сохранении роли рынка государство регулировало народное хозяйство налогами, заказами, планированием, вмешательством в дела банков, контролем над обращением денег, стимулированием спроса, ограничением промышленных конфликтов (см., например: Гэлбрейт 1969; 1979; Самуэльсон 1994, т. 1; Мэнкью 1994; Фишер 1999; см. также: Хансен 1959; Хаберлер 2008; Ротбард 2005; Доронин 2003). Все это какое-то время (примерно 20 лет) сглаживало колебания и смягчало кризисы. Кейнсианское прямое государственное вмешательство было позже заменено более тонким монетарным регулированием (через центральные банки, в том числе через ФРС в США), которое, однако, также определялось государственной политикой (Фридман 2002; Сакс, Ларрен 1996; Дорнбуш, Фишер 1997; Самуэльсон, Нордхаус 2009; Абель, Бернанке 2009; Гринспен 2009; о современных финансовых технологиях см.: Гринин, Коротаев 2015; Ротбард 2003а; 2003б; 2004; 2005; Боннер, Уиггин 2005; Рубцов 2011). Одновременно активно развивалась социальная политика государства, ставшая основой для колоссального перераспределения средств в обществе.

2. Химия искусственных материалов

При описании технологических укладов возникают затруднения, которые связаны с тем, что те или иные технологии появляются и первоначально развиваются в недрах старого уклада, но становятся ведущими только в новом укладе. Это, в частности, относится к химии искусственных материалов, которая стала одной из основ четвертого технологического уклада. Рассмотрим, как принципиально изменилась роль этого направления химии и ее технологии.

➤ *Несистемное становится системой.* Новый технологический уклад превращает прежде несистемные (хотя и важные) явления предшествующего уклада в основу новой технологической системы. И если производство искусственных материалов существовало в третьем технологическом укладе, но не было ведущим направлением, то в четвертом стало таковым.

➤ *От случайных открытий и изобретений к целенаправленному поиску.* От случайных поисков и находок химия в 1940–1950-х гг. перешла к планомерной замене естественных дефицитных материалов другими, по качеству не уступающими или даже превосходящими их. Основной тенденцией химии стало стремление проектировать молекулярную структуру вещества с заранее заданными свойствами. Синтез подобного вещества в современной химии стал вестись уже не вслепую, а на основании глубо-

кого изучения законов образования молекул. В результате уже в течение 10–15 лет после войны удалось создать сотни искусственных материалов, заменяющих металл, дерево, шерсть, шелк, стекло и многое другое. Количество модификаций искусственных материалов поражает воображение. Уже к концу 1950-х гг., например, был разработан синтез 25 тыс. типов каучуков с различными свойствами (Зворыкин и др. 1962: 668)². Значительно выросло и число композиционных материалов³.

3. Электроника

В 1950–1960-е гг. было сделано множество выдающихся усовершенствований, с помощью которых уже созданные технологии (например, телевидение) смогли стать массовыми.

Электроника. Рассмотрим это на примере развития электроники. Реально она стала развиваться с изобретением радио, когда появились диодные и триодные лампы, но с развитием электронных приборов и машин объем, общая масса и ненадежность ламп стали серьезным препятствием для дальнейшего усовершенствования данной электроники. После того как в 1948 г. был изобретен транзистор, то есть полупроводниковый триод (Д. Шокли, У. Бардин, Д. Браттейн), где был использован новый принцип регулирования движения сигналов, начался второй этап развития электроники. Наконец, в 1957 г. была создана планарная технология (то есть сборка на одной плоскости, точнее, сборка деталей в полупроводниковой пластине таким образом, что в наборе переходов все они выходят на одну плоскость). Это существенно упростило сборку, вернее, даже позволило обходиться без сборки в прежнем смысле, так как все элементы создаются в одинаковых условиях и формируются в единой системе, это повысило возможность защиты от внешних воздействий. С появлением новых технологий (в частности, пленочной, при которой некоторые контакты могут быть изготовлены в виде пленок) возникла интегральная микросхема. В результате начался новый (третий) этап в развитии электроники. Значительно повысилась надежность, ранее недостаточная, из-за технологии спайки и сварки. Отсюда начался и путь не просто к миниатюризации (важнейшей черте технологического развития последних ста лет), а к мик-

² Мировое производство синтетических смол и пластмасс возросло с 1950 по 1974 г. с 1,6 млн т до 46 млн т, то есть почти в 29 раз, в том числе в США – с 1 млн до 13 млн т, в Японии – с 18 тыс. до 7 млн т, в ФРГ – с 84 тыс. до 8,5 млн т и в СССР – с 67 тыс. до 2,5 млн т. За это же время мировое производство химических волокон возросло с 1,7 млн т до 12,3 млн т, в том числе в СССР – с 24,2 тыс. до 887 тыс. т, то есть в 36,7 раза (Паршаков 1997 со ссылкой на: Хейнман 1977: 187, 188).

³ Например, известный композиционный материал кевлар-49, созданный в 1965 г. С. Кволек, состоит из нитей стекла, нейлона, бора, углерода и смол. Кевлар применялся для изготовления бронежилетов (Шейпак 2009, кн. I: 59).

роминиатюризации. В основу микроминиатюрных изделий были положены новые принципы науки и техники. Количество объединенных таким образом элементов стало расти колоссальными темпами. К настоящему времени, как мы увидим далее, число чипов в микросхемах поражает воображение.

По сути, первые ЭВМ были одним из направлений электронной промышленности, причем длительное время в смысле объема производства не особенно важным направлением, так как число ЭВМ в целом было невелико. Это показывает, как происходит эволюция технологии. Компьютеры и информационные технологии, с ними связанные, в период четвертого технологического уклада только начали развиваться, добившись к концу уклада значительных успехов и широкомасштабного применения, однако они стали основой уже пятого технологического уклада. Поэтому будет небезынтересно кратко рассказать об их развитии в 1940-х – 1970-х гг.

Развитие ИКТ. Работа над прототипами компьютеров велась в годы войны в разных странах (Германии, Великобритании, США). Как известно, первый в США компьютер «Марк-1» появился (после трех лет доводок и испытаний) в 1944 г. и был расположен в стенах Гарвардского университета. Однако он работал на релейном принципе, то есть еще не был электронной машиной, как и изобретение Цузе⁴. Первой электронно-вычислительной машиной стала ENIAC – ЭВМ, созданная в 1946 г. под руководством конструкторов Дж. Маучли и Дж. Эккерта на основе электронных ламп. По сравнению с компьютером «Марк-1» ENIAC работал более чем в тысячу раз быстрее. Работой отдельных блоков последнего управлял задающий генератор, который распределял последовательность тактовых или синхронизирующих импульсов, эти импульсы «открывали» и «закрывали» соответствующие электронные блоки машины (Гуттер, Полунов 1981). Работать над ним стали еще в годы войны, что, собственно, и обеспечило финансирование масштабного проекта. В 1940–1950-е гг. работа над усовершенствованием ЭВМ шла очень интенсивно в США, Англии, СССР и других странах, что было по-прежнему связано с военными и другими государственными заказами, в том числе космическими. В 1960-е гг. ЭВМ стали повсеместным явлением, продолжая вызывать удивление общества. Но главный прорыв в виде массовой компьютеризации произошел несколько позже. При этом происходила весьма характерная для производственной революции интеграция изобретений в

⁴ Считается, что первый в мире электромеханический компьютер был создан немцем Конрадом Цузе в 1940 г., он назывался Z2. Позже Цузе пытался создать и некий прообраз электронного программированного компьютера. Релейные машины еще некоторое время в течение 1950-х гг., иногда не без успеха, конкурировали с электронными (см., например: Апокин, Майстров 1990: 237).

один процесс: в частности, на базе работы процессора удалось объединить достижения, сделанные в оптике (монитор, фото- и видеокамера), множительной технике (принтер и сканер), передаче информации (модем, телекс, достижения в области электронных платежей и т. п.), теории передачи информации (см. об этом: Винер 1983) и целом ряде других изобретений (включая позже и телефон). Правда, наибольший масштаб это приобрело уже в пятом укладе (Гринин 2021).

Одновременно с развитием компьютерной техники шла разработка программирования в разных странах. В 1950–1960-е гг. произошло значительное продвижение в области программирования, создания новых языков и уменьшения размеров ЭВМ. В конце 1960-х гг. появился даже прообраз Интернета, а именно: в 1969 г. была создана ARPANET – первая территориальная компьютерная информационная сеть, которая первоначально состояла из четырех компьютеров и объединяла Калифорнийский университет в Лос-Анджелесе, Калифорнийский университет в Санта-Барбаре и университет Солт-Лейк-Сити в штате Юта. Именно данная концепция объединения сетей в дальнейшем переросла в Интернет. Но реально прообраз мировой сети был создан позже – в 1980-е гг. В частности, годом рождения сети Интернет считается 1982 г. (или 1986 г., когда возникла NSFNET – первая высокоскоростная компьютерная информационная сеть, на основе которой впоследствии был создан глобальный международный Интернет).

Таким образом, начался переход к технологиям, в которых работа с информацией играет все более важную (или даже одну из главных) роль. Но добавим, что такой переход начался еще в XIX – начале XX в., когда появились технологии, передающие информацию в чистом виде (такие как телеграф, телефон, радио, аудиоаппаратура, телевидение). Однако это не была ведущая в смысле создания объемов производства техника. С появлением информации в чистом виде, которая смогла отделиться от своей прежде неразрывной связи с материалом (то есть на небумажных носителях, когда появилась возможность запасать и хранить огромные объемы информации), и вместе с мощным развитием ИКТ сектор информационных услуг стал играть все более важную роль, особенно в пятом укладе.

4. Автомобилестроение

Автомобилестроение, в отличие от электроники и химии искусственных материалов, не переживало в четвертом технологическом укладе коренных качественных изменений. По сути, все основные части и компоненты автомобиля были уже неплохо разработаны в третьем укладе (Гринин 2019б; Гринин Л. Е., Гринин А. Л. 2015). Шло улучшение характеристик автомобилей и очень широкое их распространение. Это напоминает про-

цесс развития компьютеров в пятом технологическом укладе (с конца 1980-х гг.), когда происходило постоянное усовершенствование компьютера, основные системы которого уже были в целом отработаны в четвертом технологическом укладе.

На протяжении 1950-х гг. повышалась мощность двигателя и росла скорость транспорта, дизайн становился более комплексным и искусным, а автомобили распространялись по всему миру. Быстро увеличивалось число разнообразных моделей на все случаи жизни. В последующие годы самыми большими разработками стали широкое использование дизелей, независимой подвески, более широкое применение впрыска топлива и растущее внимание к безопасности в конструкции автомобиля. Крайне важным был рост грузоподъемности автомобилей, что позволило широко использовать автогрузовые перевозки вместо железнодорожных, а также резко нарастить добычу руд, угля открытым способом и многого другого.

Если до Второй мировой войны львиную долю автомобилей производили в США (см. выше), то теперь автомобилестроение очень быстро росло во многих странах. После 1960-х гг. рынок значительно изменился, у Америки появлялись мощные конкуренты – Германия и другие страны Европы, Япония, которые внедряли новые технологии настолько быстро, что США за ними порой не успевали. Здесь интересно отметить, что хотя сам автомобиль коренным качественным изменениям не подвергся, но процесс его сборки развивался на уровне самых новых технологий, в том числе первые автоматизированные и роботизированные линии стали применяться именно там, а также использовались лазерные технологии, новые искусственные материалы, достижения электропромышленности и прочее. В этом плане автомобилестроение играло интегрирующую роль в четвертом техноукладе, связывая и ускоряя развитие энергетики, химии, металлургии, робототехники, электроники.

5. Энергетика

Подобно автомобилестроению, энергетика качественно не слишком изменилась, если не учитывать создание атомной энергетики. Использование атомной энергии действительно было очень важной инновацией, однако вопреки ожиданиям она не смогла не только вытеснить, но даже существенно заменить углеводородную так же, как зеленая энергетика в пятом технологическом укладе не может заменить углеводородную. Таким образом, полной смены энергоуклада не произошло. Однако большие трансформации в этом плане имели место. Главное, угольный базис прежнего технологического уклада стал заменяться нефтегазовым. Это сильно повлияло на мировую экономику, когда в 1970-е гг. произошло повышение

нефтяных цен. Однако выход из кризиса существенно способствовал развитию энергосберегающих технологий. Очень важным стало широкое внедрение автоматического управления процесса в электроэнергетику (см. ниже).

6. Иные важные направления развития в четвертом технологическом укладе

6.1. Успехи сельского хозяйства

Неспособность обеспечить быстрорастущее население продовольствием являлось одной из самых главных проблем развивающихся стран. В этом отношении было проведено много мероприятий (включая внедрение новой агрономии, техники, знаний и т. п.), и в целом – несмотря на неудачи в отдельных случаях – развивающиеся страны существенно продвинулись в данном направлении. В числе наиболее успешных мероприятий можно отметить «зеленую революцию» – комплекс изменений в сельском хозяйстве развивающихся стран в 1940–1970-х гг., которые привели (и продолжают вести) к значительному увеличению мировой сельскохозяйственной продукции (Thirtle *et al.* 2003; Pingali 2012)⁵. Этот комплекс включал в себя использование достижений биотехнологий, в том числе генетики, селекции и физиологии растений для активного выведения более продуктивных сортов растений, применение удобрений, пестицидов, современной техники. Другой компонент «зеленой революции» – давно знакомая азиатским странам ирригация, которой с началом «зеленой революции» в ряде стран стали уделять особое внимание.

6.2. Лазеры

К числу совершенно новых изобретений можно отнести видеоманитфон (изобретение которого относят к 1956 г.), лазеры, атомные электростанции. При этом темпы промышленного внедрения нововведений, и до того ускорившиеся, стали просто стремительными. Так, например, первые лазеры были созданы в 1960 г. (Теодор Мейман создал первый лазер на рубиновой основе, Али Джаван – газовый лазер на гелий-неоновой основе). А их промышленный выпуск начался уже в 1965 г., когда только в Америке более 460 компаний взялись за разработку и создание лазерных установок (Рыжов 2006). В целом лазеры стали применяться во многих областях техники, науки и медицины (в том числе, как мы видели, и в химии).

6.3. Автоматизация

Еще в 1920–1940-е гг. началось движение к созданию первых управляемых систем, которые большую часть времени работали автономно и авто-

⁵ Термин «зеленая революция» введен бывшим директором АМР США У. Гаудом в 1968 г.

номно выполняли основную часть функций. Они требовали только определенного контроля над ними и перенастройки. Процесс автоматизации, который считали главным на заре кибернетической (научно-технической) революции, по сути, был частью процесса перехода к управляемости и самоуправляемости в производстве (позже в быту, в коммунальном пространстве, повседневной жизни). Появление науки кибернетики в 1940–1950-е гг. и развитие автоматизации – это тесно связанные вещи, так как кибернетика *была научным ответом на успехи автоматизации. Автоматизация стала очень важным направлением развития в пятом технологическом укладе.* К концу XX в. автоматизация проникает во все сферы человеческой жизни. При автоматизации машина оснащается автоматическими контрольными устройствами, которые позволяют ей «наблюдать» за результатами своей работы и принимать решения, что ей делать дальше. Таким образом, машина обретает способность самостоятельно выполнять длинную цепь сложных операций. В этом случае она уже не нуждается в операторе. Роль человека теперь сводится к конструированию и созданию машины, а также к поддержанию ее в рабочем состоянии (Лилли 1970).

Автоматизация до начала четвертого технологического уклада. Корни автоматизации можно искать в самом процессе механизации, так как автоматизация – это, с одной стороны, высшая форма механизации, а с другой – переход к созданию самоуправляемых систем. В этом смысле автоматизация по типу и роли напоминает разделение труда в мануфактурах, которое было переходом к машинному производству на фабриках. Некоторые станки-автоматы, на которых несколько инструментов подводятся к изделию в определенной последовательности автоматически, а изделие автоматически же проходит через ряд позиций, на каждой из них подвергаясь одной или нескольким операциям обработки, стали появляться в 1860–1890-х гг. (см.: Гринин 2019a). Уже перед Первой мировой войной появились первые автоматизированные универсальные токарные станки, на которых заготовка проходит последовательно через шесть-восемь позиций, причем на каждой такой позиции ее можно подвергать операциям сверления, точения, нарезания, проточки и развертки (Там же; Лилли 1970; Шейпак 2009: 99–102). В 1920–1930-х гг. усилилась тенденция к изучению возможностей высокоавтоматизированного машинного оборудования. Токарные станки и другие машины для обработки резанием оснащались приборами и приспособлениями для измерения размеров, которые автоматически останавливали работу этих машин, когда размеры изделия доводились до нужной величины. Многие фирмы в 1930-е гг. в США, Германии, Англии, Канаде, СССР стали выпускать автоматические (и полуавтоматические) станки. Одним из примечательных достижений автоматики стала автоматическая литейная машина, способная сде-

лать 4 млн отливок в год. Также стали применять фотоэлементы, которые получили широкое использование в таких операциях, как сортировка и отбраковка риса, сои и сигар, выявление и отбраковка консервных банок без этикеток при их выходе из этикетировочного автомата и др. В целом это был период широкого распространения станков-автоматов. Но прогресс был направлен на создание не отдельных станков, а системы автоматических станков. Предпринимались первые попытки создания автоматических линий с использованием автоматической передвижки продукции для дальнейшей обработки. *Но важно отметить, что тенденция к созданию автоматических машин в 1920-х и 1930-х гг. все же ограничивалась областями, в которых по той или иной причине проблемы автоматического управления и регулирования поддавались сравнительно простой регламентации* (Лилли 1970). Возможно, исключением была автоматизация гидроэлектростанций, первые крупные работы по автоматизации и телемеханизации таких станций были проведены в 1920-х гг. (Белькинд и др. 1960: 602). Но уже в четвертом технологическом укладе удалось создать системы автоматизации, при которых можно было обходиться без дежурного персонала (Там же).

Автоматизация в начале четвертого технологического уклада. 1940-е – середина 1950-х гг. Машину-автомат мы можем рассматривать лишь как управляемую систему, хотя она и работает в значительной мере автономно. Но в случае создания автоматических линий, число которых стало быстро расти (особенно учитывая рост автомобильной и других массовых отраслей), мы уже имеем дело с чем-то, стоящим ближе к самоуправляемой системе. Для перехода к таким линиям требовалось организовать технологический процесс, чтобы обеспечить автоматическое перемещение детали от машины к машине, включение и выключение привода и т. д. Именно в этом и состоит принцип автоматизации транспортных операций (хотя, естественно, на практике все получается сложнее). В 1940-е и особенно 1950-е гг. это был самый простой и распространенный вид автоматизации. Например, во Франции на заводах «Рено» с 1946 по 1954 г. было установлено более 600 автоматических станочных линий. В Англии автомобильная компания «Остин Моторз Компани» приступила в 1954 г. к автоматизации производства и установила на заводах компании 60 автоматических станочных линий, не считая 43 автоматических линий, где детали проходили обработку (Зворыкин и др. 1962: 554, 555). Но в США продвинулись в это время дальше, достигнув стадии использования объединенных станочных линий, соединенных автоматическим конвейером длиной до 500 м и более (Зворыкин и др. 1962). Тем не менее работники еще наблюдали за процессом.

Вершиной этого периода стали первые заводы-автоматы. Часто пишут, что первым таким заводом в 1950 г. стал завод-автомат в СССР, который

обслуживался 9 рабочими в смену и производил в сутки 3500 поршней для автомобильных двигателей. На этом заводе автоматически, без вмешательства людей, плавился металл, который затем отливался и отжигался. Далее процесс описывается таким образом. Отливки автоматически испытываются на прочность, затем передаются на отрезной станок. После этого заготовки направляются к металлообрабатывающим станкам: фрезерным, сверлильным, токарным, шлифовальным. После изготовления поршней их очищают, лудят, проверяют на прочность изготовления, смазывают, заворачивают в бумагу и упаковывают в коробки. И все это делали автоматы. В 1954 г. подобный завод-автомат был построен в США (Лилли 1970). Появились такие и в Англии, и в других странах. Но развитие заводов-автоматов не стало ведущей тенденцией⁶. Больших успехов достигла автоматизация электроэнергетических систем, в частности позволяющая автономно решать проблемы, связанные с изменением нагрузки, выходом из строя тех или иных энергоузлов и т. п. (см.: Белькинд и др. 1960: 603).

Новый этап условно можно датировать 1960–1970-ми гг. Этот этап развития автоматического управления был связан с соединением возможностей ЭВМ и техники. Он характеризуется внедрением в системы регулирования и управления электронных элементов и устройств автоматики и телемеханики. Это обусловило появление высокоточных систем слежения и наведения, телеуправления и телеизмерения, системы автоматического контроля и коррекции.

Таким образом, происходит очень важный переход от контроля над работой за счет различных механических и электромагнитных эффектов до выделения функции управления в отдельный блок (программа), а также наделяния автоматической системы определенными сенсорными органами за счет теле- и других устройств. То есть налицо качественный переход от автоматизации прежнего электромеханического уровня к автоматизации, которая уже реально становится частью процесса самоуправления за счет электроники.

Одним из результатов объединения ЭВМ и металлообрабатывающего станка стал станок с числовым программным управлением (ЧПУ), который позволяет без вмешательства человека устанавливать заготовку, обрабатывать ее различными инструментами и отправлять готовое изделие на дальнейшую обработку. В это же время (1960–1970-е гг.) начинается и конструирование роботов.

Развитие автоматизации с конца 1970-х гг. Помимо развития робототехники, автоматизация на производстве особенно активно развивалась

⁶ Хотя об этом как о главном направлении будущего производства писалось очень много. Это еще раз показывает, как трудно предвидеть конкретные формы разворачивания технологического процесса.

по пути создания автоматизированных систем управления технологическим процессом, в частности в автоматизированных системах диспетчерского управления, автоматизации складского дела, транспортировки грузов и т. п. Это было связано в том числе с огромным прогрессом в компьютеризации и программировании. Здесь также можно говорить об автоматизации обширных систем связи на АТС в рамках целых стран. Именно в этот период создаются различные мощные системы, такие как объединенные энергетические системы. К 1990 г. в состав ЕЭС СССР входили 9 из 11 энергообъединений страны, охватывая 2/3 территории Советского Союза, где проживало более 90 % населения. Но работа в области крупных энергосистем началась существенно раньше – еще в 1960-е гг.

6.4. Роботы и другие инновации

Помимо автоматизации, которая продолжала развиваться и в пятом техноукладе, в числе технологий будущих техноукладов, в частности шестого, скажем о робототехнике. Промышленные автоматы, как уже сказано, создавались достаточно давно. Но только в 1962 г. фирмы «АМФ Версатран» и «Юнимейшн Инкорпорейтед» выпустили первых промышленных роботов. Их применение на производстве доказало эффективность роботизации промышленности. Именно с промышленными роботами был связан новый виток автоматизации. Но достижение робототехникой определенной зрелости приходится на 1980–1990-е гг. В дальнейшем промышленная автоматизация уже была неразрывно связана с роботизацией.

Из других неуказанных направлений, активно проявившихся в 1950–1980-е гг., упомянем развитие различных видов множительной техники, оптики, а также био- и медицинские технологии, которые станут центральными в шестом технологическом укладе (см.: Гринин 2021б). Освоение космоса стало важным направлением в пятом технологическом укладе и, полагаем, будет еще более важным в шестом.

7. Небывалый экономический рост в период четвертого техноуклада и кризис

Единого ритма в процессе смены волн инноваций (технологического уклада) нет. Иногда новая волна инноваций накатывает, когда старая еще не схлынула, и это создает более высокий подъем повышательной фазы кондратьевского цикла (этим и объясняются очень высокие темпы роста ВВП в 1950-е–1960-е гг.), а иногда, напротив, новая волна задерживается, а старая уже исчерпывает себя, тогда подъем повышательной фазы кондратьевского цикла слабее (этим объясняется более слабый подъем, особенно в центре Мир-Системы, в 2000-е гг.). Таким образом, каждая смена имеет важные индивидуальные особенности, которые в существенной ме-

ре определяются ритмом производственных революций и тем, на какой этап принципа производства приходится данная волна или фаза (эти моменты проанализированы ниже).

На графике и в таблице видно, насколько в период 1950-х–1960-х гг. темпы экономического роста в Мир-Системе были выше, чем в предшествующие периоды.

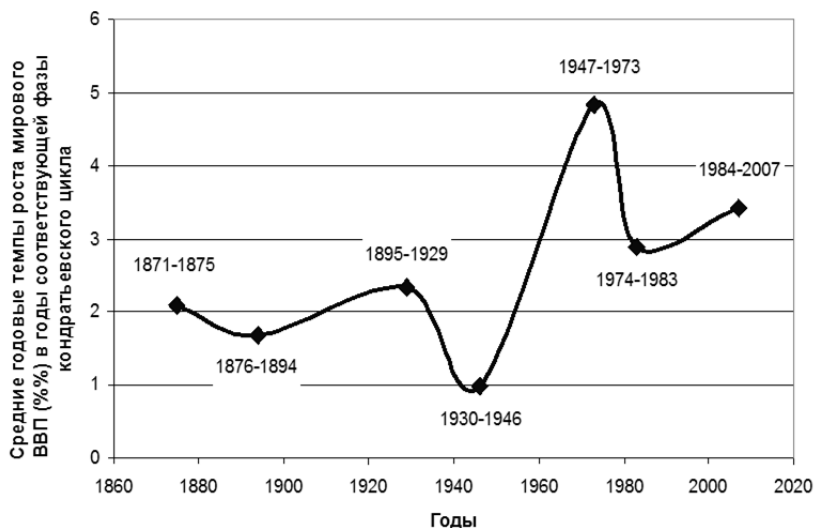


Рис. Средние годовые темпы роста мирового ВВП (%%) во время восходящих и нисходящих фаз К-волн, 1871–2007 гг.

Табл. Средние темпы роста мирового ВВП (%%) во время восходящих и нисходящих фаз К-волн, 1871–2007 гг.

Порядковый номер кондратьевской волны	Фаза	Годы	Средние годовые темпы роста мирового ВВП (%%) в соответствующие годы
1	2	3	4
II	Конец восходящей фазы (А)	1871–1875	2,09
II	Нисходящая фаза (В)	1876–1894	1,68
III	Восходящая фаза (А)	1895–1929	2,34
III	Нисходящая фаза (В)	1930–1946	0,98
IV	Восходящая фаза (А)	1947–1973	4,84
IV	Нисходящая фаза (В)	1974–1983	2,88
V	Восходящая фаза (А)	1984–2007	3,42

Исключительно быстрые темпы роста экономики («экономические чудеса») в ряде европейских стран и Японии, равно как и довольно быстрые темпы роста в других государствах, которые не уступали западноевропейским (в частности, в СССР и ряде социалистических стран), и в целом в мире, длившиеся около 20 лет (с начала – середины 1950-х гг. и до конца 1960-х гг.), не могли продолжаться бесконечно. Приостановка темпов роста, наблюдающаяся с конца 1960-х гг., затем переросла в глубокий и тяжелый кризис 1970-х гг., и к этому времени можно отметить и своего рода истощение инноваций (недаром существует мнение о замедлении научно-технического прогресса с 1970-х гг.). В итоге задел инноваций, которые можно было бы внедрить в следующие десятилетия, несколько уменьшился. Кроме того, многие страны – локомотивы экономического роста, такие как Япония (а во многом и поздний СССР, и другие социалистические страны)⁷, были чистыми реципиентами инноваций, предпочитая скупать (или получать иным способом) патенты либо всецело внедрять новые технологии. Таким образом, развитие инноваций оставалось делом относительно небольшого числа западных стран, что ограничивало их прирост.

Исчерпание ресурсов инноваций, созданных в 1930–1950-е гг., вызвало некоторое замедление инновационности, так как для формирования следующего витка было необходимо некоторое время. В течение этого периода создаются и начинают внедряться новые поколения инноваций, которые получают широкое распространение позже. Отметим также, что резкое повышение цен на энергоносители в 1970-х гг. существенно изменило вектор поиска инноваций (в частности, в сторону альтернативных источников энергии), а окончательный отход от золотого стандарта, который сверг западные экономики в затяжную инфляцию, способствовал росту инноваций в финансовых сферах. Все эти процессы пришлись именно на понижительную фазу четвертой К-волны (1970-е–1980-е гг.). В результате в последующий период в производство пришла новая волна инноваций – информационно-компьютерная и в сфере средств связи⁸. В отличие от предыдущего, этот подъем реализует уже *собственные инновации нового принципа производства, которые постепенно обретают массовость и занимают свою истинную нишу*⁹.

⁷ Если не принимать во внимание военные и космические, а также связанные с атомной промышленностью технологии, где СССР был инноватором.

⁸ В том числе и основанных на космических технологиях, которые являются плодом уже непосредственно кибернетической революции.

⁹ Хотя интерактивные и цифровые ИКТ были реализованы уже в 1970–1980-е гг., подлинно массовыми эти изобретения стали только в конце 1980–1990-х гг., когда и началась А-фаза пятой К-волны, свидетельством чего стал, в частности, бум доткомов в США, развитие так называемой финансовой революции, связанной с возможностью мгновенного перемещения

Повторим, что четвертый техноуклад показал себя как вершина промышленного капитализма, когда роль промышленности и рабочего класса была очень высокой, в чем-то самой высокой в истории. Однако не забудем также, что это и период формирования громадного сектора услуг, который рос быстрее. Например, в США к 1980 г. в нем трудилось уже около двух третей населения, в том числе женщин – почти три четверти. Именно на основании этих сдвигов сформировалась теория *постиндустриального общества* (Bell 1973; Белл 1999). Четвертый техноуклад – это и начало заката промышленного капитализма, когда начались деиндустриализация и вывод промышленного производства в развивающиеся страны (этот процесс особенно активно пошел в 1990-е гг., в начале пятого техноуклада). И одновременно в конце четвертого техноуклада начался мощный подъем монетаризма и международного финансового капитала (см.: Гринин 2009б; Гринин, Коротаев 2017).

Библиография

- Абель Э., Бернанке Б. 2008. *Макроэкономика*. 5-е изд. СПб.: Питер.
- Апокин И. А., Майстров Л. Е. 1990. *История вычислительной техники. От простейших счетных приспособлений до сложных релейных систем*. М.: Наука.
- Белл Д. 1999. *Грядущее постиндустриальное общество*. М.: Наука.
- Белькинд Л. Д., Веселовский О. Н., Конфедератов И. Я., Шнейберг Я. А. 1960. *История энергетической техники*. М.; Л.: Гос. энергетич. изд-во.
- Боннер У., Уиггин Э. 2005. *Судный день американских финансов: мягкая депрессия XXI века*. Челябинск: Социум.
- Винер Н. 1983. *Кибернетика, или управление и связь в животном и машине*. М.: Наука.
- Гринин Л. Е. 2006. *Производительные силы и исторический процесс*. 3-е изд. М.: URSS.
- Гринин Л. Е. 2009а. Великая депрессия 1929–1933 гг. *Философия и общество* 2: 184–201.
- Гринин Л. Е. 2009б. Глобальный кризис как кризис перепроизводства денег. *Философия и общество* 1: 5–32.
- Гринин Л. Е. 2019а. Второй технологический уклад. *Длинные волны, современная экономика и перспективы грядущих трансформаций в XXI веке* / Ред. Л. Е. Гринин, В. М. Бондаренко, с. 183–190. М.: Моск. ред. изд-ва «Учитель».
- Гринин Л. Е. 2019б. Третий технологический уклад. *Длинные волны, современная экономика и перспективы грядущих трансформаций в XXI веке* / Ред. Л. Е. Гринин, В. М. Бондаренко, с. 191–194. М.: Моск. ред. изд-ва «Учитель».

капиталов в любую точку мира и параллельным ростом открытости для этого границ (подробнее см.: Гринин, Коротаев 2012). Именно этот уклад стал ведущим в пятой К-волне и во многом обеспечил подъем 2000-х гг.

- Гринин Л.Е. 2021а. Пятый технологический уклад (1980-е гг. – настоящее время). *Кондратьевские волны: технологические и экономические аспекты* / Отв. ред. Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев, с. 187–193. Волгоград: Учитель, 2021.
- Гринин Л.Е. 2021б. Шестой технологический уклад (прогноз). *Кондратьевские волны: технологические и экономические аспекты* / Отв. ред. Л. Е. Гринин, А. В. Коротаев, с. 200–216. Волгоград: Учитель, 2021.
- Гринин Л. Е., Гринин А. Л. 2015. *От рубил до нанороботов. Мир на пути к эпохе самоуправляемых систем (история технологий и описание их будущего)*. М.: Моск. ред. изд-ва «Учитель», 2015.
- Гринин Л. Е., Коротаев А. В. 2012. *Циклы, кризисы, ловушки современной Мир-Системы. Исследование кондратьевских, жюгляровских и вековых циклов, глобальных кризисов, мальтузианских и постмальтузианских ловушек* / Отв. ред. С. Ю. Малков. М.: ЛКИ.
- Гринин Л. Е., Коротаев А. В. 2015. Дефляция как болезнь современных развитых стран. *Анализ и моделирование мировой и страновой динамики: методология и базовые модели* / Отв. ред. В. А. Садовничий, А. А. Акаев, С. Ю. Малков, Л. Е. Гринин, с. 241–270. М.: Моск. ред. изд-ва «Учитель».
- Гринин Л. Е., Коротаев А. В. 2017. *Глобальный кризис в ретроспективе: Краткая история подъемов и кризисов: от Ликурга до Алана Гринспена*. 3-е изд. М.: Ленанд.
- Гринспен А. 2009. *Эпоха потрясений. Проблемы и перспективы мировой финансовой системы*. М.: Альпина Бизнес Букс.
- Гуттер Р. С., Полунов Ю. Л. 1981. *От абака до компьютера* М.: Знание.
- Гэлбрейт Д. К. 1969. *Новое индустриальное общество*. М.: Прогресс.
- Гэлбрейт Д. К. 1979. *Экономические теории и цели общества*. М.: Прогресс.
- Долматовский. 1986. *Автомобиль за 100 лет*. М.: Знание.
- Дорнбуш Р., Фишер С. 1997. *Макроэкономика*. М.: МГУ.
- Доронин И. Г. 2003. Мировые фондовые рынки. *Мировая экономика: глобальные тенденции за 100 лет* / Ред. И. С. Королев, с. 101–133. М.: Экономистъ.
- Зворыкин А. А., Осьмова Н. И., Чернышов В. И., Шухардин С. В. 1962. *История техники*. М.: Изд-во соц.-экон. лит-ры.
- Кейнс Дж. М. 1978 [1936]. *Общая теория занятости, процента и денег*. М.: Прогресс.
- Мэнкью Н. Г. 1994. *Макроэкономика*. М.: МГУ.
- Лилли С. 1970. *Люди, машины и история. История орудий труда и машин в ее связи с общественным прогрессом*. М.: Прогресс.
- Паршаков Е. А. 1997. *Экономическое развитие общества. Концепция кооперативного социализма. Историческое исследование*. Запорожье: Дикое Поле.
- Ротбард М. 2003а. *Власть и рынок: Государство и экономика*. Челябинск: Социум.
- Ротбард М. 2003б. *Показания против Федерального резерва*. Челябинск: Социум.

- Ротбард М. 2004.** *Государство и деньги: Как государство завладело денежной системой общества*. 2-е изд. Челябинск: Социум.
- Ротбард М. Н. 2005.** Экономические депрессии: их причины и методы лечения. *Экономический цикл: анализ австрийской школы* / Ред. А. В. Куряев, с. 150–171. Челябинск: Социум.
- Рубцов Б. Б. 2011.** Глобальные финансовые рынки: масштабы, структура, регулирование. *Век глобализации* 2: 73–74.
- Рыжов К. 2006.** *100 великих изобретений*. М.: Вече.
- Сакс Дж. Д., Ларрен Ф. Б. 1996.** *Макроэкономика. Глобальный подход*. М.: Дело.
- Самуэльсон Л. 1994.** *Экономика*: в 2 т. М.: Магистр.
- Самуэльсон П. Э., Нордхаус В. Д. 2009.** *Макроэкономика*. 18-е изд. М.: Вильямс.
- Фишер В. 1999.** *Европа: Экономика, общество и государство 1914–1980 г.* М.: Владос.
- Фридман М. 2002.** *Основы монетаризма*. М.: ТЕИС.
- Хансен Э. 1959.** *Экономические циклы и национальный доход*. М.: Изд-во ин. лит-ры.
- Хаберлер Г. 2008.** *Процветание и депрессия. Теоретический анализ циклических колебаний*. Челябинск: Социум.
- Хейнман С. А. 1977.** *Научно-техническая революция сегодня и завтра*. М.: Политиздат.
- Шейпак А. А. 2009.** *История науки и техники. Материалы и технологии*. Ч. 1. М.: МГИУ.
- Bell D. 1973.** *The Coming of Post-Industrial Society*. New York, NY: Basic Books.
- Pingali P. L. 2012.** Green Revolution: Impacts, Limits, and the Path ahead. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 109(31): 12302–12308. DOI: 10.1073/pnas.0912953109. URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3411969/#r1>.
- Thirtle C., Lin L., Piesse J. 2003.** The Impact of Research-led Agricultural Productivity Growth on Poverty Reduction in Africa, Asia and Latin America. *World Development* 31: 1959–1975.