

Глобальные тенденции и траектории технологического развития

© 2009 В.И. Абрамов

кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник
Национальный исследовательский ядерный университет “МИФИ”

Технологический прогресс является общей закономерностью развития цивилизаций и носит циклический характер. Технологическое развитие общества отличают неравномерность, цикличность, смена периодов ускоренного роста фазами застоя, стагнации, технологических кризисов, в период снижения потенциал преобладающих технологических способов производства и технологических укладов. Технологический прогресс развивается неравномерно и по локальным цивилизациям, обеспечивая технологическое лидерство, смену фаз инновационно-технологического прорыва длительными периодами умеренных темпов роста, застоя, технологической деградации.

Ключевые слова: глобализация, технологический прогресс, индустриальная эпоха, научно-технологическая революция, технологический уклад, НИОКР.

Формирование индустриальной эпохи было тесно связано и с процессом концентрации и объединения ученых, возникновением университетов, появлением территориальных форм организации научных исследований. Не углубляясь в длительный исторический экскурс, рассмотрим характер технологического развития в последнее XX столетие. Для технологического развития XX в. было характерно тесное переплетение двух главных движущих сил инновационного обновления материально-технической базы - научного интеллекта и его материализации в новых поколениях техники, а научно-технический прогресс находит воплощение в периодических волнах инновационных преобразований.

Развитие техники теперь практически невозможно без новых научных идей и их технологической проработки, так же как и научный прогресс нереален без новейших приборов, средств обработки полученной информации. Таким образом, зарождаются и начинают преобладать тенденции взаимного проникновения, интеграции науки и производства. Закономерности циклической динамики науки и техники, смены поколений машин, технологических укладов проявляются все более отчетливо. Превращение науки в непосредственную производительную силу породило научно-технологические революции (НТР).

Первая НТР развернулась в развитых странах мира в 40-50-х гг. XX в., но ее научная база была создана несколькими десятилетиями раньше в результате ряда крупных научных открытий и изобретений в области физики, химии, биологии, технических наук. На первом этапе (40-50-е гг.) цель научно-технической революции состояла в создании систем вооружения, обеспечении военно-технического превосходства,

что связано с периодом Второй мировой войны и международными конфликтами. Она определила содержание четвертого технологического уклада (ТУ), время преобладания которого в странах-лидерах выпало на 50-70-е гг. XX в. Первая НТР базировалась на трех научно-технических направлениях: освоении энергии атома; квантовой электронике, создании лазерной техники, электронных преобразователей энергии; кибернетике и вычислительной технике, создании ЭВМ.

Успехи первой НТР имели и негативные стороны, проявившиеся в интенсивном вовлечении природных, прежде всего минеральных, ресурсов в производство, в загрязнении окружающей среды. Это стало причиной серии кризисов 1970-х гг.: технологического, энергетического, экологического, экономического, социального.

Основой преодоления данного кризиса стала вторая НТР в последней четверти XX в. На этом этапе вклад научно-технического прогресса в экономический рост становится решающим, он превосходит вклад капитала, земли и трудовых затрат. Это период становления пятого технологического уклада. Его ядром стали: микроэлектроника, биотехнология, информатика. Они отражают фундаментальные достижения квантовой физики, молекулярной биологии, кибернетики и теории информации. Новейшие информационные технологии, средства сбора, переработки, передачи, использования информации создают новые возможности для познания сложных процессов в природе и обществе и их регулирования, служат фундаментом качественных преобразований всех сфер производственной техники.

Если для первой НТР было характерно научное и военное освоение космоса, то на втором этапе активно разрабатываются программы про-

изводственного или коммерческого использования космоса.

Создаются принципиально новые средства медицинской техники и лекарства, получаемые биотехнологическими методами, средства диагностики и лечения.

Но эффективность второй НТР и основанного на ней пятого технологического уклада оказалась ниже, чем на предыдущем этапе научно-технического прогресса. В мировом технологическом развитии наиболее отчетливо проявляются следующие закономерности.

Первая - неравномерность экономического роста. Важнейшей закономерностью долгосрочной социально-экономической динамики является чередование периодов ускорения и замедления экономического развития. Эти колебания сопровождаются обновлением технологической структуры экономики и изменением направлений технико-экономического развития. Повторяемость технологических и структурных переворотов позволяет рассматривать экономическое развитие как процесс становления и смены макроэкономических комплексов технологически сопряженных производств, объединяющихся в воспроизводящую целостность общими технологическими принципами, культурой труда и организации производства, его ориентацией на соответствующий тип общественного потребления и образа жизни. На такой интерпретации экономического развития построены, в частности, концепция технологических укладов и близкая ей концепция технико-экономических парадигм. В ходе каждого структурного кризиса мировой экономики, сопровождающего процесс замещения доминирующих технологических укладов, открываются новые возможности экономического роста. Страны, лидировавшие в предшествующий период, сталкиваются с обесценением капитала и квалификации занятых в отраслях устаревающего технологического уклада, в то время как страны, успевшие создать заделы в формировании производственно-технологических систем нового технологического уклада, оказываются центрами притяжения капитала, высвобождающегося из устаревающих производств. Каждый раз смена доминирующих технологических укладов сопровождается серьезными сдвигами в международном разделении труда, обновлением состава наиболее преуспевающих фирм и ведущих стран.

Исследованиями, проводимыми в рамках названных концепций, выявлена принципиальная однонаправленность происходящих в разных странах технологических изменений, сходство национальных траекторий технико-экономичес-

кого развития, а также тенденция к синхронизации макроэкономических колебаний и технологических изменений. Это обеспечивается в результате интернационализации экономики, глобализации рынка, т.е. становления его как общемирового. Глобальное распространение базисных научно-технических нововведений посредством индивидуальных потоков товаров, капитала, информации, рабочей силы задает единый ритм мировой экономической системе.

Хозяйствующие субъекты стран, первыми начавших освоение базисных производств нового технологического уклада, накапливая производственный опыт, получают относительные преимущества и захватывают иностранные рынки, благодаря чему удлиняют для себя жизненный цикл технологического уклада. Этот цикл длится до тех пор, пока сохраняются возможности прибыльного инвестирования в расширение производств данного уклада в масштабах мирового рынка. Вследствие международной торговли и перелива капитала становится невозможным бесконечное удаление лидеров и происходит синхронизация распространения технологического уклада в разных странах в поздний период его жизненного цикла. В условиях современной интернационализации хозяйственной деятельности становление и замещение технологического уклада приобретают глобальный характер - новые производственно-технические системы распространяются из стран-лидеров на периферию мирового рынка в считанные годы.

Вторая - увеличение технологического разрыва между локальными цивилизациями. Результаты научно-технологического прогресса в XX в. были присвоены в основном развитыми, богатыми странами: производительность труда здесь выросла за столетие в 6,3 раза, тогда как в развивающихся странах - в 5,9 раза.

К концу XX в. созрели предпосылки для очередной научно-технической революции, содержанием которой станет переход в масштабах глобальной цивилизации к постиндустриальному технологическому способу производства и его первому этапу - шестому технологическому укладу. Основу успешного перехода и освоения ключевых компонентов этого уклада должна составить наука. В настоящее время развитые страны приступили к решению комплекса новых, преимущественно социально-экономических задач, которые потребовали смещения приоритетов научно-технической политики в сторону информационных услуг, медицины, экологии и других аспектов устойчивого роста и повышения качества жизни. Очевидно, что эти задачи останутся актуальными на протяжении большей ча-

сти XXI в. В прогнозируемом периоде продолжится тенденция к увеличению расходов на НИОКР, а также произойдет повышение показателя наукоемкости ВВП.

Представим структуру шестого ТУ, основные научно-технические направления которого можно распределить по четырем уровням. Это базисные направления, производственные технологии, технологии, непосредственно связанные с воспроизводством и функционированием человеческого капитала, технологии военной сферы, государственного управления и правопорядка.

Таковыми становятся наноэлектроника и фотоника (оптоэлектроника); геновая инженерия растений и животных (в дальнейшем - и человека) и высокоэффективная биотехнология; глобальные информационные сети. Радикально изменится сфера производственных технологий: массовое распространение получают быстро переналаживаемые, непосредственно ориентированные на меняющийся спрос гибкие системы, безотходные, экологически чистые технологии. Постепенно будет происходить замена ископаемого топлива как главного энергетического ресурса воспроизводимыми, экологически чистыми источниками энергии и, прежде всего, водородной энергетикой. Широкое применение получают новые высокоэффективные поколения материалов, в первую очередь композиты и интеллектуальные материалы; завершится революция в области связи и наберет обороты транспортная революция, будут осваиваться экологически чистые транспортные системы. Начнется крупномасштабное внедрение космических технологий. Значительные изменения предстоят в технологической среде жизнедеятельности и обитания человека. Широкое распространение получают новые высокоэффективные поколения технологий в сфере науки, образования, культуры, медицины, способные обеспечить воспроизводство и эффективное функционирование человека как рабочей силы. Появятся разнообразные домашние информационные системы.

Третья - своеобразие современного этапа научно-технологического развития состоит в том, что ключевое значение приобретают фундаментальные науки. Это объясняется рядом причин.

Во-первых, скорость появления новых изобретений способствует увеличению скорости морального износа уже имеющейся техники и технологии. Следующее за этим обесценение постоянного капитала вызывает значительный рост издержек, падение конкурентоспособности. Поэтому глубокая научная проработка природы используемых процессов, общих принципов организации различных видов материи становится

условием для совершенствования уже существующих технологий или быстрой их замены новыми.

Во-вторых, новые технологии не представляют собой изолированные, обособленные потоки. В ряде случаев они связаны и обогащают друг друга. Но для их комплексного использования также необходимы фундаментальные разработки, открывающие новые сферы применения новейших процессов, принципов, идей.

В-третьих, современный научно-технический прогресс открывают альтернативные пути развития и применения одной и той же научно-технической идеи в разных отраслях с различным результатом с точки зрения эффективности. Риск неточного выбора направления разработки чрезвычайно велик и может привести к утрате позиций на рынке, к потере самостоятельности перед лицом более удачливого конкурента. Фундаментальная разработка должна дать "видение" вариантности нововведения и ориентиры для их оценки. При равенстве затрат на НИОКР результаты могут быть весьма различными.

Четвертая - глобализация науки и технологий, имеющая объективную основу в виде всеобщности научного знания и технологических принципов. Она идет по двум основным направлениям: коммерческому (внутри- и межфирменному) и некоммерческому (через разнообразные академические соглашения и глобальные межгосударственные проекты некоммерческого характера).

В Великобритании и Канаде доля зарубежного финансирования ИР составляет около 20%, а в Японии - всего 0,3%. Это не означает, что японские корпорации не участвуют в процессе глобализации. Фирмы этой страны очень активны в организации ИР в США и в Европе, причем японские ТНК лидируют среди компаний других стран по объему ИР, осуществляемых их филиалами в США.

Пятая - возрастание роли фирм в финансировании НИОКР, особенно ТНК. Транснациональные корпорации, связанные с ядром мировой экономической системы, уже сегодня контролируют более половины оборота мировой торговли и финансов, наиболее прибыльные производственные отрасли в разных странах, включая добывающую и наукоемкую промышленность, телекоммуникации, производственную инфраструктуру. Многие ТНК превосходят по своему экономическому обороту крупные страны, подчиняют своему влиянию правительства, решающим образом воздействуют на формирование международного права и на работу между-

народных институтов. Ведущие 500 транснациональных корпораций охватывают свыше трети экспорта обрабатывающей промышленности, 3/4 мировой торговли сырьевыми товарами, 4/5 торговли новыми технологиями¹.

Шестая - рост капиталоемкости научных исследований и разработок, что требует концентрации финансовых ресурсов, обеспечения функциональной достаточности бюджетов НИОКР, необходимого потенциала знаний и квалификации в процессе разработки новой продукции. Сегодня бюджеты НИОКР крупнейших компаний по абсолютным размерам превосходят совокупные расходы стран на НИОКР.

Седьмая - развитие интеграционных процессов в НИОКР. Высокая капиталоемкость создает предпосылки и для развития сотрудничества для разделения растущих издержек и риска нововведений. В этих условиях возникает необходимость стратегического сотрудничества специализированных компаний, университетов одной или нескольких стран с целью разделения расходов и уменьшения риска, для успешной борьбы с конкурентами.

Переход к новой стадии экономических реформ - стадии экономического роста требует трансформации производительных сил, качественных сдвигов в структуре экономики, технологического обновления производства, рационализации соотношения между ведущими факторами роста (природно-ресурсным, научно-техническим и человеческим). Движение в направлении этих преобразований будет тем успешнее, чем точнее и вывереннее оно будет соотносено с общей траекторией мирового экономического развития и индустриального роста, чем полнее будут учтены закономерности и тенденции этого развития при выборе перспективных целей и путей их достижения.

Таким образом, технологическая многоукладность экономики, наличие других неблагоприятных факторов могут сдерживать процессы синхронизации развития с динамикой мирового технико-экономического прогресса. Эти обстоятельства не могут не учитываться при выборе модели будущего развития, которая, очевидно, должна иметь существенные особенности по сравнению с принятыми в мировой практике.

Поступила в редакцию 09.10.2009 г.

¹ Стратегия научно-технологического прорыва: Сб. науч. тр. / Под ред. Ю.В. Яковца, О.М. Юня. М., 2001.