

Сухарев Олег Сергеевич —

заведующий сектором институционального анализа экономической динамики Института экономики РАН, доктор экономических наук, профессор.

Oleg S. Sukharev —

Sector of Economic Dynamics Institutional Analysis of the Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences.

Экономика технологического развития: принципы, проблемы, перспективы

«Технологический» выбор на уровне индивида и фирмы

Потребность и полезность той или иной технологии как для индивида, так и для фирмы оценить бывает трудно даже специалисту, который понимает содержание и возможности этой технологии. Для какой-то фирмы отказ от используемой технологии в пользу новой будет означать остановку производ-

ства и свертывание ее деятельности на рынке. Если новая технология способна возместить потери от такого решения и дать новые преимущества и если руководство фирмы уверено в этом, тогда подобный сценарий станет реальностью. Однако никакой гарантии дать нельзя, риски существуют и складываются из возможных неверных представлений о новой и старой технологии, недооценки технологи-

УДК 330.341

Излагаются основные принципы и проблемы технологического развития, которые вытекают из специфики конкретных видов технологий. Выбор технологических возможностей на уровне индивида и фирмы не может подчиняться только исключительно инвестиционной логике принятия решения, так как жизненный цикл технологий включает непредсказуемые эффекты, которые могут существенно повысить отдачу, что невозможно предвидеть в начальной точке перехода от одной технологической возможности на другую. Существуют особые свойства, которыми характеризуются технологии, что оказывает определяющее влияние на ход технологического развития. Причем эти свойства не характерны для иных видов благ, что кардинально отличает формирование спроса на новые технологии и сказывается на вариантах их применения. Любая технология состоит из своеобразного ядра и изменчивой периферии, характеризуется различного рода мультипликационными эффектами, а также может быть составным элементом комбинаторного эффекта в области технологий. В силу такой «структуры», задающей строение технологии, она выступает своеобразным правилом, определяющим поведение агентов и условия развертывания обслуживающей инфраструктуры. Существующие модели экономического роста не в полной мере учитывают микроэкономические институциональные свойства технологий, создавая псевдоправильный образ влияния технологий на рост системы. В связи с этим формирование каркаса теории технологичности экономической системы даст необходимые ориентиры в описании и исследовании технологических и институциональных изменений и экономического роста, который от них сильно зависит. Совокупная производительность факторов также становится в существенной степени системным параметром, зависимым от общей технологичности и институциональных изменений. В статье рассмотрены основные характеристики функционирования сектора фундаментальных исследований, который выступает генератором всех последующих технологических изменений на длительном интервале развития экономики.

Ключевые слова

Технология, экономический рост, фундаментальные исследования, инновации, транзакционные издержки, эффективность.



ческих возможностей и способностей по освоению новой технологии на фирме, неэффективного управления в рамках новой технологии, невосприятости блага, созданного с использованием новой технологии рынком, и т.д.

Все это представляет некие опасности — риски при принятии подобных решений. Дан-

ный тип решений относится к инвестиционным решениям. Решение принимает конкретный агент либо коллегиальный орган фирмы, то есть несколько индивидов, причем не все и не всегда являются специалистами в данной технологии и хорошо понимают последствия ее внедрения, использования. Технология задает и способ производства, и систему правил обслуживания ее самой и производ-

Economics of Technological Development: Principles, Problems, Prospects

The article dwells on the basic principles and problems of technological development that arise from the specifics of certain technologies. The choice of technological capabilities at the individual and firm level cannot comply solely with the investment logic of decision-making, as the technologies life cycle includes unpredictable effects that can significantly improve the return, which cannot be anticipated at the initial point of transition from one technological opportunity to another. Technologies are characterized by special properties, which have a decisive influence on the course of technological development. And these properties are not characteristic for other types of goods, this fact fundamentally distinguishes formation of demand for new technologies and affects the options for their use. Any technology consists of a kind of nucleus and variable periphery, is characterized by various kinds of animation effects and can also be an integral element of the combinatorial effect in the sphere of technologies. Owing to this “frame” that defines the structure of technology, it acts as a kind of a rule that determines the behavior of agents and conditions for developing the service infrastructure. Existing models of economic growth do not fully take into account the microeconomic institutional properties of technology, creating a pseudo-correct image of technologies’ impact on the system’s growth. In this regard, formation of the theory framework for the economic system processability will provide the necessary guidance in describing and investigating technological and institutional changes and economic growth, which are highly dependent on them. The aggregate productivity of factors also becomes to a significant degree a system parameter, dependent on overall technological applicability and institutional changes. The article describes the main characteristics of functioning of the fundamental research sector, which acts as the generator of all subsequent technological changes in a long range of economic development.

Keywords

Technology, economic growth, fundamental research, innovation, transaction costs, efficiency.

ственного процесса, а также правила эксплуатации блага, которое создано посредством данной технологии. Лицо, принимающее решение, исходит из задач, стоящих перед ним и организацией, в которой принимается решение. Следовательно, технология и ее появление детерминированы целями и задачами организации.

Иногда, понимая проигрыш своей технологии, фирма может не предпринимать действий по инвестированию новых технологических возможностей. Возможны варианты, то есть эта технология может быть единственной и сравниваться со старой технологией либо перед фирмой имеется несколько технологических решений и нужно выбрать какое-то одно. В этом случае критерием принятия инвестиционного решения выступает критерий (принцип) эффективности производства, использующего конкретные технологии. Сложность состоит в том, что рассчитать эффективность прежней технологии производства возможно, а вот оценить эффективность будущего производства, которого пока нет, так как не внедрена еще новая технология, — не такая простая задача. Эта эффективность будет определяться еще и величиной отрезка времени, на котором применяется данная технология, а также, в более сложном варианте, возможностью модернизации, улучшения технологии по мере ее эксплуатации¹. На микроуровне выбирается конкретная технология как способ производства либо организации, управления

и т.д. исходя из конкретных задач и возможностей применения на данном уровне. Если кадры не умеют применять этот способ производства изделий, то придется их обучать в случае внедрения данной технологии.

Иными словами, возникнут задачи освоения технологии и обучения кадров, а помимо них еще и задачи сопряжения работающей фондовой базы фирмы с элементами этой новой технологии. Подобные следствия и затраты, которые они порождают, обязательно необходимо учитывать, как и риск того, что в случае неких нестыковок будут происходить отказы, что скажется на работе оборудования и использовании всей технологической цепочки в целом.

Однако фирма или индивид обычно не принимают решения исходя из неких абстрактных схем или ориентируясь на представления о неких макротехнологиях, скорее, это микроэкономический выбор. Если быть точным, то это своеобразный потребительский выбор, поскольку фирма потребляет факторы производства. Однако что значит общая полезность новой технологии или предельная полезность новой технологии, если она внедряется один раз в единственном варианте. Это же не тарелка «пирожков» или набор одних и тех же компьютеров одной марки. В этом случае аппарат теории предельной полезности (применительно к технологиям) вообще не имеет сферы приложения либо она крайне ограничена.

Все технологии можно подразделить на группы и виды, причем среди набора известных технологий имеются пересекающиеся или сопряженные и не пересекающиеся, то есть совершенно не связанные друг с другом и не зависящие друг от друга. Кроме того, ряд технологий устаревает и умирает, на их место приходят новые или усовершенствованные технологии. Но есть и «старинные» технологии (изготовления какого-то блага, например, уникального сыра, вина, пива, пошива одежды по специальным лекалам), которые передаются из поколения в поколение, сохраняя свой высокий статус уникальных технологий, дающих блага с уникальными свойствами. Их ничто не смогло вытеснить и состарить, а за-



траты не являются ограничительным параметром в применении таких технологий. Часто индивиды сожалеют, если подобная технология теряется в силу потери ее носителя, который не передал соответствующих знаний и не научил персонал пользоваться этой технологией. При этом «старинные» технологии совершенно не мешают появлению новых технологий, они как будто не конкурируют с ними. Этот эффект, кстати, редко учитывается экономистами, а его институциональное значение чрезвычайно велико. Эффективность технологии является результирующим параметром, и она неизвестна инвестору как в коротком, так и в длинном интервале времени. Другое дело, что вероятность того, что она более не известна в длинном интервале, выше. Одни технологии живут долго, другие мало. Выбирая их, индивид не знает, сколько и какая проживет, насколько она будет полезна и когда будет замещена иной технологией или усовершенствована. Тогда как происходит выбор? В существенной мере он априорно задан техническими задачами и является выбором технических специалистов, обычно инженеров, даже не управленческого звена фирм и тем более не собственников, за незначительными исключениями. Экономика в будущем еще более усилит именно такую модель, потому как технологическое знание специализируется, ограничения по инвестированию и риски возрастают в силу динамизма экономических систем и расширения конкуренции монополий.

Следующим принципиальным обстоятельством, которое характеризует выбор технологий, является момент времени, когда сам выбор нужно осуществить. Понимание этого момента не означает того, что вовремя будет осуществлен переход на новую технологию, ее освоение. Даже если момент времени определен верно, именно в этот период может не оказаться достаточного объема инвестиций, чтобы развернуть новую технологию и отказаться или частично отказаться от старой. Поэтому два условия взаимосвязаны и играют определяющую роль при принятии инвестиционных и технологических решений.

Подобная логика применима и на уровне анализа индивидуального выбора. Если индивид

считает, что ему пока не стоит учиться, что он успеет в будущем, и упускает время, то начинать позже всегда труднее, что доказывает опыт образовательных систем в различных странах мира. Итак, можно ошибиться в выборе момента перехода на новую технологию (не говоря уже о самой технологии — содержании — ядре и периферии) [1], а также в определении величины инвестиций — недофинансирование перехода способно ослабить внедрение и дальнейшее использование технологии. Тем самым возникает такая институциональная модель, которую можно обозначить как «модель связи двух факторов». Она сама по себе означает правило принятия решения. В это правило включается сила принуждения в виде возможных потерь при ошибках определения момента внедрения, оно описывает ситуацию в терминах «если F , то Z » с различными вариациями. Считается, что инвестиции дадут наибольший успех тем технологическим возможностям, которые воспроизведены с нуля, и при условии отсутствия конкуренции. Если не успели вовремя перейти на новую технологию, то далее затраты (инвестиции) будут выше, поскольку иная фирма, иная система уже использует эту технологию, имея заведомые преимущества [2].

Коренная проблема выбора — определить точно момент перехода и внедрения новой технологии. Но не менее важно располагать этой технологией в принципе и иметь ресурс на ее внедрение и использование. Пони-



мая момент, но не имея ресурса либо не располагая технологией, говорить о ее внедрении бессмысленно, как и определять момент времени. Если технология абсолютно новая, то этот момент определяется автоматически, внедрять необходимо, чем раньше, тем лучше, пока этой технологией не располагают иные фирмы и страны. Так было с проектом по созданию атомного оружия. Здесь задача определения момента времени не стояла, необходимо было создать оружие как можно раньше, быстрее, нежели конкурирующая сторона, причем это был вопрос жизни или смерти.

Правила развития технологий

Главный и фундаментальный принцип развития технологий в современную эпоху — это возрастающая отдача. Все инновации, все изменения в технике так или иначе подчинялись этому принципу либо предотвращали убывание отдачи, либо порождали возрастающую отдачу. Кстати, всегда на каком-то отрезке времени отдача от новой технологии или производства растет, весь вопрос только в том, насколько продолжителен этот период. Общая цель технологических изменений — это не только сокращение занятости персонала (фактор труда), отчасти и капитала (в долгосрочном периоде происходит оптимизация его состава в силу совершенствования оборудования, техники, повышения ее эффективности и эргономических характеристик, обслуживания), не только безотходность деятельности и сокращение удельных

издержек загрязнений до нуля, но и предотвращение убывающей отдачи по факторам производства, совокупной производительности факторов, то есть по существу обеспечение возрастающей отдачи всех видов ресурсов. Технологии не существует отдельно от ресурсов, поэтому, когда говорят, что область высоких технологий — это область возрастающей отдачи, имеется в виду способность технологий перерабатывать ресурсы, обеспечивая увеличение результативности этой переработки.

Это правило присутствует в экономике технологического развития, и действует оно в рамках условий, порождаемых деятельностью по созданию этих высоких технологий в ходе инженерного и научного труда. Условия состоят в неопределенности этого труда, нестабильности конкуренции в области технологий, высокой скорости технологических изменений в последнее время, трудностях альтернативного выбора в силу наличия множественных траекторий технологического развития.

Следующим правилом развития технологий является исходный уровень, то есть некая отправная точка технологического обеспечения данной экономической системы. Эта точка определяет текущие возможности функционирования экономики, ее технологичность как базовое свойство, обуславливающее возможности распоряжения всеми имеющимися ресурсами, включая информацию, знания и физические ресурсы, а также человеческий капитал.

Это правило говорит о том, что «перескок» в технологическом развитии, минуя несколько ступеней совершенствования техники (без экзогенных либо особого сочетания эндогенных причин) невозможен. Только встраивание технологических решений, полученных в другой национальной экономической системе, в данную систему может обеспечить такое опережение и только при условии, что инвестиционные возможности позволят это осуществить по ряду технологий. Опережение возможно в результате использования ранее не востребованного по причине неэффективной организации и имеющегося в наличии научно-технического потенциала дан-



ной страны (хотя в случае сильного технологического отставания это не будет определяющим фактором). Подобное опережающее развитие по многим технологиям сразу, если имеется в исходной точке отставание, будет невозможно по издержкам — инвестициям, предоставить которые данная экономика не в состоянии. Импорт и технологий, и инвестиций одновременно представляет особый случай, имеющий ограничения либо по первому, либо по второму компоненту, а часто сразу по двум компонентам.

Важно отметить, что различные типы технологий каким-то образом связаны друг с другом, но отдельные типы технологий в разных секторах совершенно не имеют никакой связи. Более того, что является еще одним правилом технологического развития, каждая технология характеризуется мультипликатором, то есть показателем, который обозначает возможность появления новых или усовершенствованных технологий, отталкиваясь от этой технологии. Причем мультипликатор распадается на две части: первая характеризует появление следующих новых технологий, отталкиваясь от данной технологии, вторая характеризует способность усовершенствования и повышения эффективности сопряженных, вспомогательных технологий плюс технологии, вновь появившиеся благодаря данной технологии.

Мультипликатор присущ каждой технологии, но в момент ее освоения не ясно, каким он будет. Однако по мере использования технологии показатель обретает конкретное числовое выражение, которое динамически изменяется со временем. Этот показатель характеризует способность технологии разветвляться, расширяться, то есть расти. Но это не просто рост данной технологии — такой рост можно назвать генетическим, то есть это размножение, рост же данной технологии измерим по масштабу ее использования, отраслям или сферам применения, вкладу в ВВП, созданию объема благ. А мультипликация означает именно технологическое распространение: как новые технологии и в какой степени используют старую технологию. Для технологий наравне с мультипликацией и ростом применения характерен процесс реплика-

ции. Эта ситуация возникает, когда малоупотребительную на данный момент «забытую» технологию «вспоминают» в сочетании с новыми обстоятельствами, что позволяет получить эффект более высокого уровня. Репликация — это возобновление и повторение технологии, когда же подобная репликация сопровождается соединением с иной технологией и возникает новое качество или новая технология (часто без существенных инвестиций и больших затрат ресурсов), то это явление я назвал «комбинаторным наращением»², что также составляет базовое правило (принцип) развития технологий.

Техника и технологии порождают целую систему правил — норм обслуживания, правил обучения, тиражирования, репликации, мультипликации и «комбинаторного наращения». Самым важным свойством становится то, что эти правила развития техники и технологий определяют правила развития организаций, поскольку составляют рутинные действия персонала по обслуживанию этих видов техники и технологий. Отдельно следует отметить правила сопряжения видов техники и устройств, технологического взаимодействия. В основном, конечно, выделенные здесь три модели мультипликации, репликации и комбинаторного наращения охватывают подавляющее число правил, руководящих процессом технологического и, как следствие, организационного развития. Однако в организации вес имеют технологии груп-



пового взаимодействия, финансового и инвестиционного обеспечения (принятия решений), управления разных видов, маркетинговые, информационные технологии и др. Данные технологии составляют инфраструктурную часть развития технологий и техники, но в современной экономике приобретают самостоятельное значение, поскольку многие организации заняты только этими видами технологий и не осуществляют производственной деятельности вообще, оказывая услуги в маркетинге, консалтинге, финансах.

Технологии и техника порождают правила, иногда увеличивая их число, но и подчиняются, то есть создаются в рамках действующих правил. По ним происходит совершенствование техники и наращение технологических результатов. К таким правилам относятся правила проектирования и инженерной работы, оформления документации, правила взаимодействия различных подразделений, технологий, а также фирменных структур (подразделений), контрактация с заказчиком по созданию технического устройства или технологии, правила изготовления, эксплуатации, ремонта, обслуживания техники и технологических линий, утилизации и опытного производства, правила защиты технологии и закрепления монопольной власти (патентования), правила кредитования, осуществления инвестиций в создание новой технологии (техника и технология рассматриваются как инвестиционный проект).

Технические системы, технологии имеют общую логику развития. Можно выделить ядро технологии, которое сложено существом физики и/или химии процесса, представляет собой способ воздействия, обработки материала либо иного объекта (ресурса) с тем, чтобы получить достижимый ожидаемый результат. Этот способ может реализовываться различными техническими приспособлениями, физическим способом, который определяет необходимость достигаемого результата, повышенную прочность либо точность обработки, либо иные необходимые характеристики состояния объекта, к коему его надо привести. Ядро технологии практически не подлежит изменению, если только не будут пересмотрены способ или физика про-

➤ **Самый важный институт технологических изменений — это совершенствуемый интеллект, который становится высокоспециализированным, определяя лицо той организации, где он используется.**

цесса обработки и воздействия на объект. Помимо ядра технология имеет периферию, то есть вспомогательный набор инструментов, которые можно изменять, либо технических устройств, которые можно применять в рамках данного метода производства, разумеется, без изменения технологического ядра. Периферия довольно податлива к изменению и представляет собой ту область, которая в наибольшей степени подвержена совершенствованию. Поэтому, когда инженеры говорят, что они усовершенствовали технологию, это означает, что улучшены элементы периферии. Изменение ядра может сильно изменить технологию и даже коренным образом технологическую периферию. Для того чтобы это осуществить, сделав технологический прорыв, требуются фундаментальные исследования в области физики, химии, инженерных наук, математики либо талантливое использование «комбинаторного принципа», позволяющее сделать ядро технологии состоящей, по сути, из двух объединенных технологий [3].

Стоит перечислить ряд правил, которые имманентно отражают эволюцию технологий и технических систем [4].

Во-первых, в технологии возможно очевидное, отслеживаемое по параметру ядра и периферии изменение (улучшение), что повысит возможности использования технологии, сохранит ей жизнь. Отдельные технологии имеют очень длинный жизненный цикл, потому что являются либо базовыми технологиями и до нового прорыва в физике не могут быть изменены (уже на их основе наращиваются новые технологии), либо теми способами производства, которые дают оптимальное сочетание характеристик изделия, и иное

сочетание не может быть достигнуто другим способом или является худшим по сравнению с данным.

Во-вторых, эффективность развития технических систем, технологий подлежит точной оценке через показатель коэффициента полезного действия и конкретные технико-экономические характеристики (скорость, потребление топлива, точность и т.д.), что позволяет технологиям и технике развиваться закономерно.

В-третьих, существует четкая идентификация истинного и ложного решений применительно к технике и технологиям, которые проверяемы со временем, что позволяет в рамках эволюции техники искать «исправляющие решения» и экономически подтверждать их целесообразность. Применительно к транзакционным технологиям этот сценарий менее вероятен, точнее, не пригоден совсем. Причина состоит в продолжительности жизненного цикла технологии. Для транзакционных технологий повторяемость ниже и срок действия тоже ниже, нежели для техники и технологии.

В-четвертых, технологическое знание с течением времени изменяется, что создает потребность изменения ядра и периферии многих технологий, в отдельных случаях изменяется взгляд на открытые ранее закономерности (как было с законом Мура).

В-пятых, в силу протяженного жизненного цикла и вытекающей из него инерции технологии и технические системы далеко не мгновенно реагируют на экзогенные по отношению к ним факторы, в частности на правительственные меры воздействия. Это замедленное реагирование является неотъемлемым признаком эволюции технологий и создает эффект последствия, который требуется учитывать в моделях экономического роста и на который, как правило, не обращают внимания исследователи. Тем самым технологии составляют сейчас один из демпферов нарастающей динамики изменений. Даже формальные институты стали более изменчивыми и быстрее изменяются под натиском современной политической системы. Технологический каркас экономики, несмотря на также отмечае-

мые эффекты «гонки» и высоких скоростей технологического развития, тем не менее соревнуется в инерционности с институтами — и кто из них одерживает победу, большой вопрос.

Таким образом, все правила, которые здесь обозначены и которые не являются, возможно, исчерпывающими, но необходимы при изучении технологического развития, образуют среду появления технологий, в некотором сочетании усиливая или ослабляя действие друг друга. Но самый важный институт технологических изменений — это совершенствуемый интеллект, который становится высокоспециализированным, определяя лицо той организации, где он используется.

Технологии и экономический рост

Технологии организуют экономический рост в буквальном смысле, поскольку они представляют не только способ переработки ресурса в благо — этот способ характеризуется скоростью, то есть тем, насколько быстро происходит такая переработка и появление блага, — но и способ организации всех экономических процессов и принятия решений в разных сферах человеческой жизни, что также определяет скорость и качество этих решений. Управление тоже подчинено технологиям, оно может быть развернуто с использованием различных технологий и опираться на разные принципы. В таком случае стоит говорить о технологиях управления, организа-



ции, контроля, стимулирования (мотивации), координации и регулирования, финансирования, обработки информации и т.д.

Как видим, технологии обеспечивают скорость реализации функций в различных подсистемах экономики. Это не может не повлиять на общую, интегральную скорость движения экономической системы, ее темп роста. В этом влиянии необходимо выделить микроэкономическое содержание процессов, которое задает темп роста на микроуровне хозяйственной системы, а также часто используемое в моделях роста макроагрегатное представление о технологиях (технично-экономические парадигмы, уклады и т.д.). Стоит отметить, что исследователи-экономисты, часто не имея должной инженерной подготовки, придумывают модели, логика которых не стыкуется либо (иногда) противоречит содержательной стороне микроуровня развития технологий. В итоге микроуровневый процесс в области технологий становится как будто незначимым для экономического развития. Безусловно, подобные представления далеки от действительности.

На макроэкономическом уровне стало модным объяснять процессы экономического роста с использованием появившегося не так давно термина «технологии широкого применения». Причем обычно подчеркивается, что создаваемый этими технологиями рост отличается от роста под воздействием иных инноваций [5, с. 81]. Удивительно, но экономисты, сторонники такого взгляда, пренебрегают тем, как на практике появляются инновации и как идет процесс совершенствования техники и технологий, утверждают, будто в отличие от равномерного потока инноваций технологии широкого применения могут обеспечить неравномерный экономический рост. Этот неравномерный рост характеризуется стадиями резкого ускорения и торможения, когда возникают кризисы. Здесь есть две проблемы.

Во-первых, почему поток инноваций считается равномерным, а использование технологий широкого применения, например компьютеров или Интернета, обязательно приводящим к неравномерности. Убедительных объяснений этому нет, так же как и определе-

нию границы, — какую технологию считать технологией широкого применения. В частности, не ясно, считать ли такой технологией термодиффузионное цинкование, ведь коррозия является бичом в современном материаловедении и функционировании технических систем, обеспечивает 70% отказов, разрушения конструкций и т.д. Известна технология борьбы с этим явлением, дающая очень высокий результат. Однако она не применяется (и не только в России), не потому что технология невыгодна (неэффективна), а потому что фирмам не выгодна такая долговечность создаваемой ими техники.

Во-вторых, не учитываются эффекты, когда одна технология обслуживает другую технологию. При этом возникает вопрос: если одна технология является причиной неравномерной динамики и участвует в обслуживании другой технологии, относимой к классу потока инноваций, почему же эта неравномерность не сказывается на потоке инноваций?

Тем самым, полагаю, понятно, что эти допущения обладают низким правдоподобием. Макроэкономические построения противоречат микроэкономическому содержанию и функциям технологий.



Якобы технологиям широкого применения надо обучить персонал, на это уходит время, что приводит к росту издержек на обучение, либо к ним нужно адаптироваться, либо и то и другое, что, в общем, тормозит экономический рост. Дело в том, что широта распространения, охват фирм и экономики способствуют довольно быстрому освоению этих технологий. Затраты на обучение и адаптацию, наоборот, по идее, должны способствовать наращению ВВП, потому что эти затраты относятся на внедрение технологии широкого применения, что отражается с плюсом при текущем расчете ВВП.

Нестабильность по НИОКР может оказаться куда более высокой, чем провоцируемая технологиями широкого применения. Причина в том, что НИОКР имеют характерную локализацию, продиктованную задачами развития технологий в конкретных областях. При этом назначение НИОКР — совершенствовать технологию, изменять свойства (технично-экономические параметры) продуктов и, конечно, наращивать знания в данных областях. Таким образом, три точки приложения результатов НИОКР создают большую нестабильность, нежели технология широкого применения, которая имеет, как правило, высокую скорость

распространения. Неоднократно в научной литературе отмечалось, что темп сокращения разрыва между богатыми и бедными странами тем выше, чем больше последние инвестируют в НИОКР. Тем самым движение этих экономик происходит сразу по трем значимым векторам экономического развития: повышение качества создаваемого продукта, накопление знаний и повышение эффективности технологий. Итогом становится рост как производительности отдельных факторов, так и совокупной производительности факторов [5]. Этот рост должен быть связан с накоплением различных видов капитала — человеческого и физического. С другой стороны, известно, что технологическое лидерство поддерживает само себя, рост инвестиций в совершенствование технологий делает отрыв богатых стран от бедных еще сильнее. К тому же заимствование технологий, даже по «китайской модели», когда технология «вскрывается», изучается, сразу совершенствуется, делаясь своей собственной, и выводится на рынок, не позволяет без должной степени автономности технологического развития и широких серий обеспечить сокращение в уровне технологического отставания.

Фундаментальная наука и НИОКР дают технологические результаты через некоторые лаги времени. В свою очередь фундаментальная наука не учитывается ни одной моделью роста (особенно длительный ее эффект) в отличие от расходов на НИОКР. Расходы на НИОКР по сравнению с фундаментальной наукой и расходами на нее имеют две специфические черты:

- 1) НИОКР могут завершаться отрицательным результатом, в то время как расходы осуществлены;
- 2) НИОКР, при прочих равных, все-таки не требуют уникальных специалистов, как в случае с фундаментальной наукой, они реализуют функцию доводки фундаментальных разработок и иногда научных гипотез до уровня технологий.

Если в стране нет фундаментальных разработок, то какую бы долю НИОКР она ни осуществляла и ни финансировала, их успешность и эффективность будет в целом ниже, неже-



ли там, где НИОКР опираются на фундаментальные научные разработки в едином контуре воспроизводства нового знания. Когда в моделях роста фигурируют только затраты на НИОКР, получается корреляция между затратами и только, даже правительственные рекомендации затруднительны в таком случае, поскольку они очевидным образом должны быть обращены к восстановлению первой позиции — фундаментальных исследований, если кому-то интересен долгосрочный результат роста. Технологии повышают отдачу от капитала и труда, либо противодействуют убывающей отдаче, либо создают условия появления секторов с повышающейся отдачей. Область технологического развития, связанная с накоплением знания, сама представляет собой такой сектор. Крупные позитивные технологические сдвиги происходят только благодаря эпохальным инновациям, но они готовятся в силу проведения фундаментальных исследований и накопления знаний.

Нужно заметить, что экономический рост может иметь довольно высокий темп отнюдь не за счет технологических рывков или технологий широкого применения. Такой рост вполне возможен на какой-то стадии исторического развития за счет расширения рынков, либо сырьевого компонента, консервативной модели хозяйственного поведения, а не инновационной модели. Иногда именно консервативная модель может оказаться более целесообразной для данной страны. Кроме того, оп-

тимизация организации и управления способна снизить в среднем издержки роста и повысить его темп.

Обычно именно этими факторами пренебрегают экономисты, когда рассматривают производственные функции и модели экономического роста, построенные с их помощью по заранее известной закономерности. Использование таких функций не позволяет учесть, как появление новой технологии (комбинации) способно укрепить старую технологию, расширить ее возможности, а отнюдь не уничтожить, и многие другие эффекты, включая комбинаторный эффект.

Чем больше времени требуется для накопления фундаментального знания, тем выше величина капитальных вложений и труднее процесс наращивания и продвижения в области этого знания. Таким образом, тем труднее получить новый фундаментальный результат, который обеспечит рывок в развитии технологий. Этот результат, как правило, опирается на НИОКР, которые и составляют систему, доводящую пионерные научные работы до уровня конкретных технологий. Иными словами, существует своеобразный мультипликатор, точнее несколько мультипликаторов, которые характеризуют конкретное фундаментальное достижение на предмет возможности его превращения с течением времени в технологии и новую технику. Также имеется мультипликатор, который характеризует возможности любой технологии тиражировать дополняющие, вспомогательные и сопряженные технологии, и мультипликатор, учитывающий комбинаторный эффект по технологиям, умение их соединяться друг с другом с необходимыми капитальными затратами и без существенного ресурса, когда дополнительные инвестиции в такое комбинаторное изменение малы или не нужны. К тому же действует мультипликатор, показывающий число продуктов (шире — благ) и сфер их применения, создаваемых одной технологией, а также число областей применения данной технологии.

Экономика фундаментальных исследований

Еще в первой половине XX в. в экономической науке не существовало такого отдельного на-



➤ Если в стране нет фундаментальных разработок, то какую бы долю НИОКР она ни осуществляла и ни финансировала, их успешность и эффективность будет в целом ниже, нежели там, где НИОКР опираются на фундаментальные научные разработки в едином контуре воспроизводства нового знания.

правления, как «экономика фундаментальных исследований», хотя наука во все времена составляла кумулятивную силу экономического развития. Однако долгое время закономерности появления новых технологий, изобретений, открытий не были познаны, к тому же их случайный характер до определенного момента был очевиден. Только когда уровень накопления научных знаний возрос значительно, обработка этих знаний, обучение стали представлять собой самостоятельный сектор, в котором работает значительное число людей, причем наиболее высококвалифицированных, фундаментальные исследования превратились по существу в экономическую сферу деятельности. В этой отрасли важны фонды, квалификация и число занятого персонала, вспомогательная инфраструктура, включая информационные возможности, финансирование (инвестиции) и т.д. От состояния данной сферы зависят возможности технологического развития, уровень конкурентоспособности современных государств.

Современная система институтов отразила изменяющуюся роль фундаментальных научных исследований, зафиксировав приемлемую величину расходов как долю ВВП для экономической системы. Считается, что, если расходы ниже данного уровня, это говорит о недофинансировании фундаментальных исследований в данной стране. Итогом становится отставание в области технологий и развития. Вопрос, каким должен быть этот уровень, правда, остается открытым. Для наиболее развитых стран, лидеров экономического (технологического) развития (но не роста)³

доля расходов на фундаментальную науку обычно высока, что при довольно высоком ВВП относительно иных стран говорит об очень больших величинах инвестиций в эту сферу деятельности. Более того, можно предположить, что с ростом объемов информации, усложнением ее обработки и наращивания со временем требуемые расходы на поддержание роста внутри данной сферы деятельности — «фундаментальные исследования» при прочих равных будут нарастать. Это будет отражением неэффективности организации таких исследований, значимой роли исследовательской бюрократии, отдельных спекуляций в научной сфере, которые наблюдаются уже сегодня, что связано со стремлением исследователей решить свои финансовые проблемы⁴. Возрастающая зависимость результативности фундаментальных исследований от объема финансирования и числа занятых исследователей высокой квалификации говорит о том, что частота эпохальных открытий или даже появления базовых прорывных технологий снижается с течением времени. Возможно, постепенно будет снижаться и «эпохальность», то есть «наукоемкое» содержание открытия и/или технологии. Более того, эти открытия и достижения становятся все менее случайными, поскольку требуют систематической организации, специальных форм проведения исследований (в виде лабораторий, проектных групп, коллективов исследователей), причем в случае недофинансирования результаты получены не будут.

Фундаментальная наука выполняет три функции: поддерживает и наращивает уровень фундаментальных знаний, откуда вырастает список задач для дальнейшего освоения («метод от достигнутого»), создает основу для развития технологий — появления кардинально новых и усовершенствования старых технологий, изменяет институты обучения и передачи опыта, отсекает ненужное и обобщает нужное знание, формируя своеобразные «реперные» точки для запоминания⁵.

В связи с этим финансирование (инвестирование) фундаментальной науки имеет как минимум три формы в соответствии с тремя главными функциями фундаментальной науки. Возможно инвестирование по правилу «от

достигнутого», когда определяются достижения, которые уже совершены, измеряются затраты, которые осуществлены для получения такого достижения, оценивается перспектива, то есть то, что нужно решить, какие результаты нарастить и, отталкиваясь от прежних затрат, учитывая пропорции затрат настоящего дня, оценивается порядок необходимых инвестиций на определенный период. Этот способ, как и все иные способы, не лишен недостатков. Во-первых, бывает трудно провести параллель между затратами, нацеленными на принципиально различные результаты. На предыдущей стадии развития фундаментальных исследований эти затраты могут казаться существенно ниже. Сказывается эффект повышения сложности фундаментального знания и рост затрат, вызванный как сложностью стоящих перспективных задач, так и числом исследователей, необходимых для решения этих задач⁶. Однако принцип инвестирования фундаментальных исследований от достигнутого имеет и важное преимущество. Он позволяет соизмерить следующий шаг в исследованиях с затратами, которые необходимы, чтобы этот шаг совершить.

Полезность результата в долгосрочном плане должна перевешивать инвестиции на всех этапах исследования. Здесь возникает важнейший с точки зрения науки и общества вопрос относительно числа направлений фундаментальных исследований, которые может поддержать (инвестировать) данная страна. Должны эти направления быть связаны с текущей экономической специализацией и местом страны в международном разделении труда или нет? Казалось бы, утвердительный ответ является закономерным, но дело обстоит значительно сложнее, поскольку место, которое данная страна занимает в международном разделении труда, может не представлять ей перспективы преодоления отсталости и цели развития, к которым она стремится. Тогда нужны технологии и фундаментальные исследования, которые бы позволяли изменять саму роль страны в международном разделении труда. Если говорить о том, что дешевле купить результаты фундаментальных исследований, чем достичь их самостоятельно, то это означает сохранение прежней структуры и политики, когда преимуще-

➤ **Полезность результата в долгосрочном плане должна перевешивать инвестиции на всех этапах исследования.**

ства не создаются, а переносятся, копируются. При этом масштаб данного «переноса» полностью определится величиной текущего создаваемого дохода, инвестиционной его частью, пускаемой на фундаментальные исследования, точнее, на покупку результатов таких работ за рубежом. Покупка результатов может оказаться дешевле, чем организация и проведение собственных работ (нужны кадры, научно-технологические заделы и др.), но это в долгосрочном плане приводит систему к самому не выгодному для нее состоянию. При устаревании результатов понадобятся новые, а их взять также неоткуда, как и в первом случае, и придется опять совершать покупку, но во втором случае найдется ли продавец — это главный вопрос современной повестки дня, найдутся ли должные ресурсы на покупку.

К тому же, учитывая, что данный фактор является определяющим долгосрочным фактором роста и развития страны, включая ее военную безопасность, результаты фундаментальных исследований, несмотря на открытость многих научных журналов, тем не менее, обретая облик технологий, патентов, изобретений, могут не продаваться на соответствующем рынке именно по причине не-



желания вооружить иные страны подобными конкурентными преимуществами. Более того, рынок фундаментальных разработок чрезвычайно специфичен. Проблема в том, что каждое благо на таком рынке индивидуальное и часто имеет отнюдь не широкого, а избранного покупателя. В большинстве случаев разработка финансируется государством либо в отдельных случаях частником (меценатом или владельцем крупной корпорации, имеющей лаборатории для проведения фундаментальных исследований и НИОКР). Как бы ни старались сохранить в тайне результаты, в конечном счете они представляют собой общественное благо — и в одном, и в другом случае. Масштаб этого общественного блага характеризуется возможностью технологической мультипликации фундаментального результата, то есть теми возможностями, которые он создает и приводит в технике и технологиях.

Чем сложнее фундаментальная задача, тем больших финансов она требует, тем выше риск неудачи в процессе ее решения, но и выше возможный мультипликатор, если результат будет получен. Эта мультипликация окупается с течением времени, хотя на этапе получения фундаментального результата затраты превышают получаемый доход. Более того, финансовые и инвестиционные критерии оказываются совершенно не пригодными в данном случае, поскольку весь жизненный этап фундаментальной работы связан в основном только с затратами без какой бы то ни было ощутимой отдачи [6]. В начале финансирования (инвестирования) имеется только предположение об ожидаемом результате. Такое предположение может существовать в узкой среде профессионалов (иногда мнения также расходятся). Что касается инвесторов, кто бы ни выступал в этом качестве, то они, как правило, совершенно не могут оценить даже предполагаемый результат. Тот, кому они поверят, и определит исход конкуренции за финансы и направленность финансового потока в области фундаментальных исследований. Это сугубо «институциональное обстоятельство» сильно влияет на рост того или иного научного направления относительно иных научных направлений и, как следствие, влияет на технологическую специализацию. Безусловно, свое влияние оказывают ресурсная база,

➤➤ **Чем сложнее фундаментальная задача, тем больших финансов она требует, тем выше риск неудачи в процессе ее решения, но и выше возможный мультипликатор, если результат будет получен.**

подготовленность кадров. При проведении фундаментальных исследований кадры и оснащение лабораторий, приборы, накопленный ранее научный задел являются главными детерминантами успеха научной работы.

Специфической чертой фундаментальных исследований является не просто непредсказуемость результата, некупаемость затрат на этапе проведения данных работ (или на протяжении значительной его части), а возможность получить неожиданный результат, который окажется эпохальным, предопределив развитие технологий будущего. Вероятность этого на каком-то интервале времени невелика, но чем длиннее этот интервал, тем вероятность может быть выше. Общий экономический потенциал страны определяет и число направлений фундаментальных исследований, и возможности их осуществления. Чем он выше, тем выше эти возможности безотносительно к тому, как экономика в текущем режиме реагирует на появление инноваций.

В периоды экономических кризисов, благодаря тому, что короткие результаты фундаментальных работ не видны, правительства часто сокращают в первую очередь расходы на фундаментальные исследования. Это является самой большой экономической ошибкой, поскольку восстановить и наверстать в этом виде деятельности часто не представляется возможным. Потеря кадров является убийством такой работы, ибо только персонал является носителем уникальной информации и исполнительского знания. Обучить иные кадры не представляется возможным, тем более в короткие сроки. В США научились решать эту проблему за счет привлечения исследовательского персонала со всего мира под условия, созданные в лабораториях, име-

➤ В периоды экономических кризисов правительства часто сокращают в первую очередь расходы на фундаментальные исследования. Это является самой большой экономической ошибкой, поскольку восстановить и наверстать в этом виде деятельности часто не представляется возможным.

ющих щедрое финансирование. Быт и жизнь сотрудников также финансово обеспечены, причем на длительной основе, поскольку для фундаментальных исследований важны не столько «единичные гении» науки, сколько широкий пласт талантливых исследователей, которые создают плеяду учеников-последователей, наращивающих и преобразующих полученные результаты. Именно так реализуется принцип развития фундаментальной тематики от достигнуто уровня. При этом комбинаторика присутствует и при данном виде научных работ.

Способ финансирования (инвестирования) фундаментальных исследований связан с формой их организации. Если оценивается достигнутый уровень, то далее специалисты оценивают, насколько необходимо двигаться дальше, что это может дать в плане новых технологий, дополнительных затрат и общих перспектив. Так могут сравниваться различные научные направления. Вопрос «что это дает» по большому счету является коренным при развитии и финансировании научной тематики. При форме «от достигнутого» следующий этап исследований рассматривается как задача наращивания на предыдущие результаты. Если область исследования была мало известна или совсем не известна, стоит ли инвестировать в эту область? Если имеются ожидания перспективы, то какой-то объем инвестиций может быть осуществлен. Однако необходимо постоянно отслеживать, что дают эти инвестиции на каждом этапе, то есть придавать значение этапным (промежуточным) результатам.

Задача проведения фундаментальных исследований может быть не связана с достигнутым уровнем. Она может возникать на стыке наук и быть ранее не исследованной в принципе либо быть связана с перспективной целью, которую хотелось бы достичь при помощи развития технологий, опирающихся на фундаментальную исследовательскую базу. Это иной уровень инвестиций, иной масштаб работ. Подобные задачи хорошо решаются с применением масштабного планирования. Хорошие примеры дает СССР, где практически с нуля создавались новые наукоемкие секторы промышленности, такие как микроэлектроника, атомная энергетика, биотехнологии, космос и другие, а также экономика США (атомный проект, космос) или экономика Китая (космос и многие другие секторы промышленности, целиком отсутствовавшие в Китае еще в третьей четверти XX в.). Конечно, не совсем верно считать, что возникновение этих секторов происходило с нуля. Как раз фундаментальные исследования в рамках мировой науки подготовили это возникновение. Но для конкретной страны, развивающейся в условиях географически данных ресурсных возможностей и ограничений, решение задачи может рассматриваться как происходящее с некой нулевой отметки.

Если в некоторой стране имеются накопленные фундаментальной наукой результаты и технологические решения, то другие страны предпринимают попытки быстро использовать и получить доступ к этим технологическим решениям и фундаментальным результатам. Кстати говоря, широкий доступ к таким решениям и технологиям расширил бы технологическую конкуренцию и увеличил бы разнообразие сферы фундаментальных и технологических исследований, повысив их результативность в мире. Средства сопротивления подобному распространению, вытекающие из необходимости обеспечения технологического превосходства, которое часто сводится к военно-техническому превосходству и желанию диктовать свою волю другим народам (стремление к мировому господству), играет злую шутку с экономическим развитием, консервируя монополизм, затрудняя обмен уникальной информацией. Оправдывается такое состояние тем, что это, дескать, позво-

ляет концентрировать прибыль и реинвестировать ее в дальнейшие исследования и разработки, получая новые результаты и наращивая потенциал в фундаментальных областях знаний. Но если это происходит за счет недоразвития иных территорий, то подобная диспропорция в мировом масштабе себя не оправдывает. Складывается следующая форма развития: «прогресс за счет регресса» либо за счет отставания, преодоление которого выступает политической проблемой, на разрешение которой требуются ресурсы.

Конечно, поиск формы организации фундаментальных исследований передового назначения и инвестиций для них — довольно сложная задача. На практике доминирует форма «от достигнутого», либо малых начальных шагов в новом направлении, перспектива которого прорисовывается для специалистов, и развитие исследований может относительно быстро привести к недорогой технологии, приобретающей широкое значение. Но как для данной страны обосновать весь список необходимых и потребных фундаментальных работ с различными финансовыми вложениями и разными сроками проведения? Это остается нетривиальной и нерешенной задачей в рамках имеющегося аппарата экономической науки. Фундаментальные исследования также сопряжены сложными нитями, как и технологии, причем еще более сложными, иногда не видимыми специалистам

различных направлений науки. Специализация в области знаний делает часто невозможным распознавание этих нитей и комбинаторики знаний, что создает очевидные трудности в области научного прогресса. Вместе с тем узкая специализация позволяет решать ряд частных и углубленных задач, поскольку наука добивается успеха при движении вглубь, а не только вширь. Замедление скорости и результативности при движении вглубь заставляет ученых в силу институциональной организации самой науки двигаться и вширь, порождая эффекты, подобные «экономическому империализму» в экономической науке. Оба вида движения полезны для придания устойчивости развитию фундаментального знания. Распределение инвестиций между этими типами движений представляет собой структурную задачу управления фундаментальной наукой.

Технологии живут своей жизнью, часто не связанной с логикой развития фундаментальной тематики исследований. Технологии конкурируют, но их изменение происходит быстрее, нежели изменения в области соответствующих разделов фундаментальной науки, которые используются для обоснования этих технологий и их формирования. На технологии имеется явно выраженный спрос и есть предложение, на фундаментальные исследования явно выраженный спрос отсутствует, на них, как правило, нет заказчика в частном секторе. Поэтому основным заказчиком и финансистом выступает государство. Фундаментальное знание не может быть быстро замещено иным фундаментальным знанием, поскольку оно не может быть быстро получено. Чаще всего и параллельное получение знания сопряжено с трудностями дублирования и конкуренции между лабораториями в разных странах. Хотя исключать параллельного исхода нельзя, но обычно параллельные работы завершаются спором о приоритетности. Важно, насколько быстро удастся развернуть новые технологии, вытекающие из нового знания, открыть новые рынки.

К сожалению, экономисты не могут ничего сказать об эффективности фундаментальных исследований. Ясно, что ни число публикаций, ни объем цитирования или хозяйствен-



ных договоров научной организации с фирмами и иными учреждениями не свидетельствуют об эффективности фундаментальных исследований как таковых. Все названные и многие иные подобные параметры лишь как-то могут быть использованы для оценки общей текущей результативности (не эффективности) функционирования, полезной только для ориентировочного сопоставления работы организаций данной сферы исследований и близких ей по масштабу.

Область технологий также существенно изменилась. Ранее в технологических цепочках не было компьютера и роботизированных комплексов. Сегодня эти элементы являются неотъемлемыми составляющими процесса разработки технологий. Что произойдет с экономическим ростом, если снизится рост релевантных результатов в ходе проведения фундаментальных исследований, хотя затраты будут возрастать, как и число занятых в этой сфере человеческого труда (исследователей). Представляется, что экономический рост существенно не замедлится по причине изменения этого фактора, даже если упадет результативность НИОКР или расходы по этой составляющей деятельности. Дело в том, что уровень накопленных технических решений, включая технические проекты и технологии, таков, что многие из них до сих пор не реализованы и не применены.

Состояние патентного дела в ряде стран — лидеров экономического роста и даже в стра-

нах-аутсайдерах это подтверждает. Следовательно, имеется запас на «внедрение» плюс эффект «комбинаторного наращивания», который позволит техническим системам развиваться, особенно при увеличении числа секторов с возрастающей отдачей (информационный сектор и др.).

С одной стороны, патентование идей и технических решений позволяет на некоторый срок сохранить монопольное право на них. Но, во-первых, этот срок в современной экономике сокращается, во-вторых, в институциональном смысле акт патентования означает одновременное раскрытие *know how* для потенциальных конкурентов. Современная конкуренция разворачивается по всем институциональным направлениям: фундаментальным исследованиям и состоянию знаний, всем видам технологий и сферам их применения, продуктам и услугам, экономической инфраструктуре, принятию решений, ресурсам. Исходное состояние, правила функционирования определяют форму организации этого процесса, по существу сводимого к преимуществам в области технологичности.

Фирма имеет в своем арсенале некоторый набор технологий, причем абсолютно разных по уровню совершенства. Технология, экзогенная для данной системы (фирмы или страны), но применяемая в иной системе, для данной системы все равно может рассматриваться как новая технология, хотя формально она не является новой. Таким образом, даже технологии, ранее использовавшиеся, но «забытые» либо отложенные на какой-то период времени, будучи реанимированными, окажутся для конкретной системы новыми технологиями.

Как видим, при оценке технологических изменений, инновационной деятельности важным является критерий новизны. Если какой-то новый способ производства, организации или управления, осуществления транзакций приведет к большей материалоемкости, энергоемкости или транзакционной емкости, то, несмотря на его новизну, он не будет внедрен. В таком случае инновация не состоится и новая технология не появится.



Только если старая технология сильно изношена, имеются трудности с ее воспроизведением и поддержанием (например, повышается аварийность), то в рамках какой-то системы в отсутствие альтернатив, когда технология жизненно необходима, издержки могут быть перераспределены так, чтобы внедрить новую технологию, применение которой сопровождается ростом материалоемкости, энергоемкости и транзакционнoемкости, а возможно, и иных значимых параметров, которые в классическом варианте эффективного технологического развития должны, по идее, понижаться.

В любой системе может сложиться острая потребность перехода на какую-либо технологию. В зависимости от скорости такого перехода, уровня сопротивления, возникающего вследствие высокой скорости, режим технологических изменений можно обозначить как силовой (принудительный). Уровень адаптации агентов при этом довольно низкий, риски технологических провалов высоки, включая и возможности сопряжения с иными технологиями, которые уже применяются, а также с параллельными новыми технологиями, ведь в системе может внедряться одновременно отнюдь не одна новая технология. И эти новые технологии вполне способны помешать друг другу при введении в систему. В условиях кризиса системы к новой технологии иногда прибегают как к некоей панацее, которая выведет систему из кризиса. По существу, технология выступает здесь в качестве антикризисного инструмента. В этом случае скорость введения новой технологии так же высока, сопротивление и риск большие. Скорее, это антикризисный ответ либо вынужденный режим. Третий тип режима технологических изменений — это эволюционный или инкрементальный режим. За счет изучения социокультурного и институционального окружения элиминируются факторы сопротивления новой технологии, зато и технологические изменения происходят постепенно. Все три режима технологических изменений предполагают применение методов противодействия факторам сопротивления. Эти факторы провоцируются старой технологией и в большей степени ее инфраструктурой,

представленной правилами, к которым привыкли агенты, укрепившиеся за счет возникших между ними связей.

В экономической системе всегда имеется два источника технологических изменений — внутренний и внешний. Последний источник обеспечен технологиями за счет заимствований из-за рубежа. Импорт технологий регулируется множеством правил, включая правила внешнеэкономической деятельности и режим торговли, но он обнаруживает те же три режима изменений, которые описаны выше. В условиях технологического отставания для страны более выгодна ситуация, когда за рубежом покупаются технологии не просто для ликвидации дефицита современных технологий, а для восполнения разрывов в технологических цепочках. В таком случае успех заимствования определится состоянием технологических цепочек данной страны, общей величиной затрат на заимствование и внедрение технологии, величиной действующих факторов сопротивления, которые представлены иными позициями (институциональные факторы).

Режим заимствования технологий (трансфер технологий) преследует цели повышения технологического уровня внутри страны или фирмы (восполнения технологического уровня, восстановления технологических цепочек) либо применения заимствуемых технологий напрямую, то есть их непосредственного внедрения. При этом заимствуемая





технология может быть внедрена без дополнительных изменений либо может быть изменена, адаптирована под условия конкретной страны. В таком случае появляется модифицированная заимствованная технология. В экономике могут возникнуть реакции и на само заимствование (реакция притяжения и отторжения), либо на модификацию, когда вероятен вариант невозможности модификации, либо отторжения при модификации или же, наоборот, резкого улучшения свойств технологии при модификации в процессе заимствования. Конечно, модификация требует соответствующей инженерной подготовки, глубоких инженерных знаний и подготовленности производства осуществить подобную модификацию.

Технологические изменения в рамках экономической системы обеспечиваются взаимодействием трех подсистем:

1) институциональной, задающей правила получения научно-технических решений (законы, программы, условия регистрации изобретений, открытий, полезных моделей и т.п.), функционирования научных и образовательных учреждений (фундаментальная наука — вузы — НИИ и КБ в государственном секторе и корпорациях), оценки полезности создаваемых благ для потребителей (опытные заводы, специальная технология, серийный выпуск);

2) технической, включающей элементы цикла получения научно-технического продукта (от сырья до готового изделия), сюда же относятся и возможности организации опытного и серийного производства, что связывает институциональную и техническую систему;

3) финансовой, включающей центральный банк, коммерческие банки, бюджеты всех уровней, кредитное обслуживание (финансовые институты), контрольные органы (счетную палату, налоговые органы и т.д.). Эта подсистема влияет на развитие всей экономики, а не только оказывает влияние на технологическое развитие. Однако нужно отметить, что технологичность работы этой подсистемы сказывается на схемах финансирования науки, инвестирования новых научно-технических разработок и внедрении их в серийное производство.

Таким образом, в институциональном смысле технологическое развитие детерминировано следующими базовыми формальными институтами: законом о промышленной, инвестиционной и инновационной политике, стратегическом планировании, законом об акционерных обществах, о центральном банке и системе коммерческих банков, формами организации промышленности, государственными программами развития и т.д. **□**

ПЭС 16179 / 26.12.2016

Примечания

1. В работе «Теория эффективности экономики» предметно показаны различные виды эффективности инноваций (технологий) в зависимости от периода времени и других условий.

2. Подробнее этот принцип рассмотрен в ряде публикаций автора. Например, в книге «Управление экономикой. Введение в теорию кризисов и роста» [3] доказана важность этого принципа на примерах и модели, демонстрирующей, что благодаря этому принципу идет не простое отвлечение ресурсов от старых технологий к новым, а обновление ресурса либо создание нового ресурса под новую технологию, что является принципиально важным условием экономического развития, не учитываемым иногда эволюционными экономистами.

3. В этих странах велики успехи, связанные с появлением новых научных результатов, технологий, но в последние десятилетия они не демонстрируют большого темпа экономи-

ческого роста. Тем самым понятно, что высокий темп экономического роста может быть вызван технологическим прогрессом, но в принципе это условие не является обязательным или таким уж определяющим. Возможна модель, когда технологические изменения происходят интенсивно, открытия и научные прорывы осуществляются в стране (например, США — это страна, где трудится и проживает наибольшее число нобелевских лауреатов), но темп роста является не самым значительным.

4. Так, могут щедро финансироваться не самые эффективные траектории развития фундаментальных знаний и науки и самые пионерные исследования или научные направления и школы. Это будет снижать общую эффективность расходов на фундаментальные исследования, повышать требования к планированию и отбору направлений деятельности в этой области. В исследовательское сообщество также проникает «дух капитализма», связанный с желанием быстро создать комфорт жизни и обогатиться за счет интеллектуального труда либо его имитации. Кроме того, ученый является агентом, при всей своей моральной устойчивости он так же, хотя и в меньшей степени, склонен подчинить свою волю демонстрационному эффекту потребления, стремиться к жизненным условиям, признаваемым нормальными с позиций сложившегося социального стандарта. Этот эффект будет разлагать сферу науки, формализовать ее, снижать долгосрочную эффективность, иногда порождать иждивенчество.

5. Помимо этого фундаментальная наука является феноменом культуры общества, при этом она характеризуется ростом накопленных знаний, технологий, но если рост технологий предполагает замещение технологий, то рост знаний связан с появлением нового знания на базе накопленного объема знаний. И в том, и в другом случае процессы роста экономики фундаментальных исследований подчинены «комбинаторному принципу», поскольку наука применяет метод познания — анализа и синтеза, сопоставления и др. Сопряжение различных видов знания может дать весьма неожиданный результат. Не случайно борьба со сложностью современной социальной системы, в том числе и сложностью, вызванной большим массивом накопленных данных

в различных областях деятельности, стимулирует междисциплинарные исследования. Институциональные границы между многими дисциплинами размываются, становятся все более прозрачными. Экономисты экспансию своей науки назвали «экономическим империализмом», что, конечно, неблагозвучно, ибо империализм законно имел негативный оттенок, порождая зависимость одной системы от другой и режим неблагоприятной эксплуатации.

6. Возрастание числа исследователей автоматически приводит к росту общих издержек в системе науки даже без изменения их уровня жизни. А если принять во внимание необходимость повышения этого уровня, то затраты тем более возрастают, причем часто опережающим по сравнению с другими секторами темпом. Вместе с тем многие результаты могут быть получены комбинаторно, и реализация этого принципа получения новых технологий потребует при прочих равных меньших затрат, но зато требования к носителю знаний изменятся. Исследовательское сообщество должно быть готово к междисциплинарным исследованиям, что сразу выдвигает требования широкого кругозора к самим исследователям и/или умение работать в проектных исследовательских группах и лабораториях, поскольку прорывные фундаментальные результаты все реже могут быть получены исследователем-одиночкой и все чаще неким коллективом ученых.

Источники

1. Сухарев О.С. Экономический рост, институты и технологии. М.: Финансы и статистика, 2014, 2015.
2. Сухарев О.С. Экономика технологического развития. М.: Финансы и статистика, 2008.
3. Сухарев О.С. Управление экономикой. Введение в теорию кризисов и роста. М.: Финансы и статистика, 2012.
4. Сухарев О.С. Структурные проблемы экономики России: теоретическое описание и практические решения. М.: Финансы и статистика, 2010.
5. Хэлпман Э. Загадка экономического роста. М.: Изд-во Института Гайдара, 2011.
6. Сухарев О.С. Приватизация, национализация и экономическая реформа. М.: Финансы и статистика, 2013.

References

1. Sukharev O.S. *Ekonomicheskiy rost, instituty i tekhnologii* [Economic Growth, Institutions and Technologies]. Moscow, Finansy i statistika, 2014, 2015.
2. Sukharev O.S. *Ekonomika tekhnologicheskogo razvitiya* [Economics of Technological Development]. Moscow, Finansy i statistika, 2008.
3. Sukharev O.S. *Upravlenie ekonomikoy. Vvedenie v teoriyu krizisov i rosta* [Economy Management. Introduction into Crisis and Growth Theory]. Moscow, Finansy i statistika, 2012.
4. Sukharev O.S. *Strukturnye problemy ekonomiki Rossii: teoreticheskoe opisaniye i prakticheskie resheniya* [Structural Problems of the Russian Economy: Theoretical Description and Practical Solutions]. Moscow, Finansy i statistika, 2010.
5. Khel'pman E. *Zagadka ekonomicheskogo rosta* [Economic Growth Enigma]. Moscow, Izdatel'stvo Instituta Gaydara, 2011.
6. Sukharev O.S. *Privatizatsiya, natsionalizatsiya i ekonomicheskaya reforma* [Privatization, Nationalization and Economic Reform]. Moscow, Finansy i statistika, 2013.