

«ЭКОНОМИКА ТЕХНОЛОГИЙ»: ТИПЫ, ФУНКЦИИ, КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ

О.С. Сухарев

Предложена базовая классификация технологий по типам, которая совместно с исследованием жизненного цикла технологии позволяет расширить представления о процессах технологических изменений. Технология рассматривается как институт (набор правил), обладающих высокой принудительной силой, что задает режим развития экономической системы, применяющей данный набор технологий. Причем стадия жизненного цикла определяет тип применяемых технологий, влияет на дальнейшие процессы замещения старых технологий новыми и появление новых технологий (вытеснение, дополнение, сопряжение). Рассмотрены условия и факторы конкурентоспособности технологий (в том числе по их основному типу). Основной особенностью технологического прогресса является наличие опорной технологической базы, хотя имеются исключения, когда при общей технологической отсталости страна приобретает и внедряет у себя современные (передовые) технологии, дающие положительный эффект для ее развития. Однако такой исход является, скорее, исключением, чем правилом. Помимо новых технологий, состояние так называемых старых технологий будет ограничивать технологическое развитие, что следует учитывать в рамках реализуемых программ развития. В рамках неошумпетеровского подхода показано влияние структуры технологий на темп роста экономической системы. Соответственно и проводимая политика должна учитывать эффекты распределения ресурса между различными направлениями. Цель статьи – дать описание факторов конкурентоспособности по этим типам технологий и показать влияние технологической структуры на динамику экономики.

© Сухарев О.С., 2018 г.

Сухарев Олег Сергеевич, д.э.н., профессор, заведующий лабораторией Института проблем рынка РАН, главный научный сотрудник Института экономики РАН, Москва, o_sukharev@list.ru

Ключевые слова: технология, жизненный цикл, научно-техническая политика, конкурентоспособность, типы технологий, институты, функции, дисфункции.

JEL: E32, O14, O33.

1. ТИПЫ ТЕХНОЛОГИЙ И ИХ ЖИЗНЕННЫЕ ЦИКЛ

Существует много определений термина «технология»¹, а также классификаций и вытекающих из них видов технологий. Эта область достаточно известна. Несмотря на то что данная тематика кажется достаточно проработанной, тем не менее влияние самих технологий, взаимодействие технологий, собственно появление технологий слабо исследованы экономической наукой (Хэлпман, 2011). Более того, оформленной экономической *теории технологических изменений* пока не «прорисовывается», несмотря на существование различных моделей (большое разнообразие) влияния технологического фактора на экономический рост (инновационный тип роста, влияние знаний, сферы образования, НИОКР, технологий широкого применения, модели диффузии инноваций и др.). Технологии появляются благодаря действию постоянных и переменных факторов – условий, обеспечивающих потребность в возникновении определенных технологий различных видов (Сухарев, 2014, 2017). К постоянным факторам-условиям можно отнести территорию страны, пространственно-географические границы экономики, особенности климата и

¹ Обычно под технологией (в переводе с греч. – смысл, понятие искусства, умения) понимают умения, т.е. способы воздействия на различные ресурсы, предметы и решения определенных задач, достижения необходимых результатов. Это типичное представление о технологии – широкая трактовка термина. Относительно различных видов технологий, применяемых в разных сферах деятельности людей, используются узкие определения термина, или точнее, конкретно-предметные определения.

природно-ресурсное богатство. Эти условия изменяются на очень длительных интервалах времени, поэтому условно можно их считать данными и постоянными при рассмотрении современных проблем технологического развития. К переменным факторам-условиям следует отнести демографические и миграционные аспекты развития, текущее состояние экономики, финансов, рыночной конъюнктуры, включая внешнюю конъюнктуру (торговые отношения), социальные стандарты потребления, институты власти и собственности, внешнеполитические угрозы, текущее состояние науки, образования, здравоохранения, культуры, техники. Все названные факторы, причем переменные, очень сильно испытывают на себе воздействие постоянных факторов, влияют на характер технологического развития и научно-технический потенциал. Это влияние для каждой страны свое, и оно создает трудности в создании общих моделей, пригодных для описания технологий и институтов применительно к разным странам.

Однако, несмотря на имеющиеся трудности моделирования в рамках эволюционной экономики, развиваются, по сути, два теоретических направления. Одно исследует закономерности изменения институтов, второе – изменение технологий (Маевский, 1997; Клейнер, 2004, 2016).

На практике «технологии» представляют собой набор довольно жестких правил, которые невозможно изменить в рамках полити-

ческой системы, например производственные технологии (обработка металла, добыча руды и т.д.). Эти правила формируют инфраструктуру целых секторов экономики, влияющих при решении своих задач на законодательную власть, т.е. подстраивающих под себя внешние по отношению к производству формальные институты. Данные воздействия могут пролонгировать жизнь старых технологий или ускорять переход к новым. В общем случае итог будет определяться совместным влиянием внутренних институтов (технологий) производства и вводимых законодательных норм.

Можно выделить следующие этапы развития технологии (рис. 1): 1) разработки; 2) внедрения; 3) отработки или доводки (отладки технологии); 4) тиражирования; 5) модернизации – повышения эффективности; 6) использования по «остаточному принципу», без дополнительных ресурсов и без существенных изменений (насыщение); 7) прекращения использования и снятия (утилизация) (Сухарев, 2017).

В соответствии с данными этапами можно выделить три больших типа технологий: «старые» – технологии, занимающие положение с шестой фазы, «переходные» – технологии, занимающие положение на пятой фазе, и «новые» – технологии, занимающие положение со второй по четвертую фазу. Первая фаза не относится ни к одному типу, поскольку связана с разработкой, по сути, созданием технологии, включает и необходимые

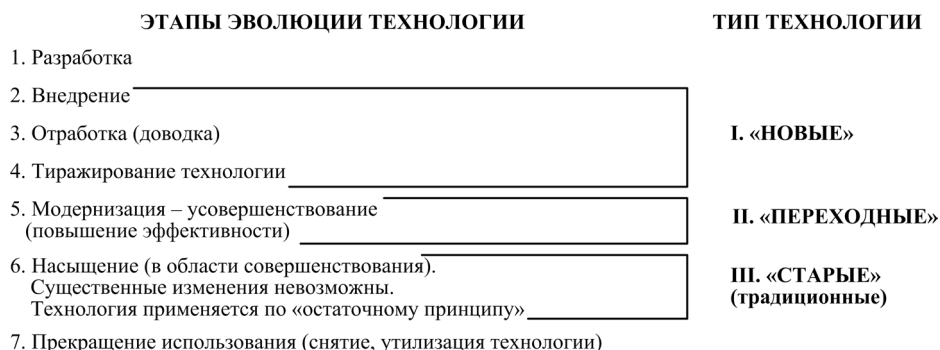


Рис. 1. Жизненный цикл технологии

НИОКР для достижения целей создания технологии. Дадим характеристику каждому выделенному типу технологий по ряду важных параметров проводимой научно-технической политики, справедливой для макро- и микроуровня (табл. 1)².

Развитие новых технологий для экономики не является панацеей. Общую технологичность будет определять сложившаяся структура «старые» – «переходные» – «новые» технологии. Если доминируют старые технологии, технологичность понижается, то в такой системе, даже если высок ее общий потенциал, говорить о некоем технологиче-

ском рывке, т.е. резком увеличении числа новых технологий, не является целесообразным и необходимым. Причина состоит в том, что сложившаяся технологическая структура, которая обычно не учитывается в экономических планах и стратегиях, будет ограничением для подобных изменений.

Взаимодействие технологий имеет весьма сложный характер. По разным видам технологий обнаруживаемые эффекты взаимодействия демонстрируют свою силу и качество (Львов, Глазьев, 1986). Кроме того, есть технологии, которые совсем не конкурируют и не взаимодействуют с другими. Обычно они относятся к разным видам. Но многие виды технологий вполне сопрягаются, применяются одновременно и взаимодействуют в том смысле, что с использованием их неко-

² Приводимые оценки стоит учитывать и на уровне фирмы, принимающей решения в условиях сложившегося технологического выбора.

Таблица 1

Характеристика типов технологий в рамках научно-технической политики

Основные параметры	«Старые», или традиционные, технологии (устаревшая техника)	«Переходные» технологии (приспособленная, примененная прогрессивная техника)	«Новые» технологии (абсолютно новая техника)
Срок действия	Более 5–10 лет, без модернизации	Менее 5 лет, с осуществлением модернизации	Около 2–3 до 5 лет, внедренные в текущем году
Инструменты (направления приложения усилий) научно-технической политики	Переоснащение производства с учетом износа (по выбытию фондов). Варианты перехода на прогрессивные технологии как в целом для системы, так и по отдельным передлам – технологическим цепочкам. Введение более высоких стандартов качества продукции (возможность повысить качество на старых технологиях)	Повышение скорости освоения и доведение до наибольшей эффективности «переходных» технологий. Повышение производительности труда. Оптимизация смежных операций «переходных» технологий (переработка старых элементов в «переходных» технологиях, модернизация)	Отработка и устранение недостатков по новым технологиям. Доведение до тиражирования новых технологий. Выбор альтернатив по новым технологиям со снятием конфликтности и снижением затрат при взаимодействии с «переходными» или «старыми» технологиями
Институциональные формы* реализации научно-технической политики	План развития производства (организационно-технический план). Планы стандартизации и сертификации изделий. Планы замены фондов при их выбытии. План ремонта и обслуживания оборудования, закупок запасных частей и т.д.	План реорганизации производственных участков. План опытно-конструкторских работ (ОКР). План снижения материало- и энергоемкости производства. План механизации, автоматизации производства, введения информационных систем и др.	Программы научно-технического развития, в том числе производства. Планы научно-исследовательских работ (НИР), а также опытно-конструкторских и экспериментальных работ (ОКР). Развитые формы взаимодействия между фундаментальной, отраслевой и вузовской науки

* Могут применяться как на микроуровне (фирма), так и на макроуровне, в рамках мер научно-технической политики государства.

его (по ядру или периферии (Сухарев, 2014)) сочетания разрабатывается новая технология. Можно выделить институты (правила) ядра и периферии технологии. Если в ядре технологии действуют, то присутствуют правила, которые жестко утверждены «смыслом самой технологии», ее содержанием, алгоритмом, т.е. являются формальными нормами, то на уровне периферии технологии помимо формальных норм (жестких) могут возникать и некоторые неформальные правила, особенно в рамках специфики обслуживания технологии (если она жестко не вытекает из правил ядра технологии).

Способ воздействия на ресурс и предмет предполагает наличие алгоритма, т.е. неких правил, по которым осуществляется воздействие, которые полезны с точки зрения решения поставленных задач и достижения требующихся результатов. По-другому этих результатов не достигнуть и задачи не решить, если не будет создано иной технологии, т.е. иного списка правил или способа воздействия. Периферия технологии может иметь два вида норм: формальные (жесткие) и неформальные, которые соблюдать не обязательно. Ядро технологии предполагает наличие только формальных норм – жестких, иначе – при их невыполнении – технология нарушается, возникает иная технология либо процесс развивается с нарушением технологии. В итоге на выходе рассматриваемой системы получается совершенно иной результат. В этом институциональное отличие ядра от периферии. Вместе с тем наш анализ показывает, что технологию можно представить в виде некоего набора институтов (рис. 2).

Технология как способ получения результата представляет собой *алгоритм*, включающий незыблемые правила ядра – формальные институты, которые задаются, например, физикой или инженерными законами способа воздействия, а также формальными и неформальными институтами – правилами, образующими периферию технологии. Причем периферия более изменчива и податлива к экзогенным силам влияния, которые могут

трансформировать и ядро. Однако, если функции, вытекающие из правил ядра, расстраиваются, сокращаются либо снижается качество их исполнения, то налицо дисфункция ядра. Аналогично возможна дисфункция периферии, которая, как правило, бывает глубже дисфункции ядра, затрагивая широкую область технологий – связь периферий (рис. 2). Дисфункция (Сухарев, 2017) ядра порождает резкое устаревание технологии. Обнаруживается тип «старая» технология, даже если она была новой и только что внедрена. При дисфункции формальных правил периферии и трансформации неформальных обычно происходит процесс модернизации технологии, иногда ее обновление, совершенствование и повышение эффективности применения данного способа, что соответствует второму типу технологий – «переходная» технология. Следует отметить, что исходя из инженерной практики в области производственных технологий как самостоятельного класса технологий, наибольшая по объему группа – именно «переходных» технологий. Как видим, класс «новых» технологий, как правило, не подвержен дисфункциям по ядру и даже по периферии такой глубины, чтобы новая технология уже не считалась новой. Следовательно, полагая, что в ядре сосредоточена главная функция (или главные функции) способа достижения результата (технологии), в периферии – набор вспомогательных функций (вспомогательная функция), можно утверждать, что дисфункция по главной функ-

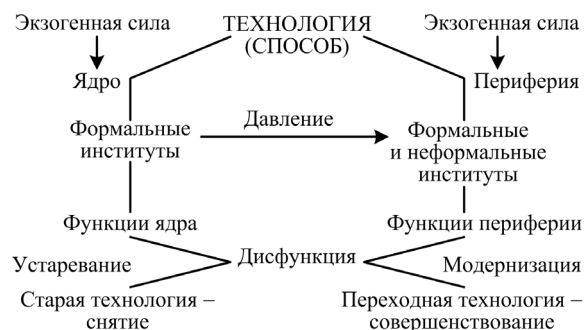


Рис. 2. Технология, институты, функции – дисфункции

ции для новой технологии невозможна. Если она возникает, то новая технология терпит фиаско, перестает применяться, переходя в разряд устаревших технологий, что равносильно категории непригодности технологии. Дисфункция вспомогательных функций требует модернизации и совершенствования технологии, что означает возникновение типа «переходной» технологии. Такая ситуация наиболее часто возникает по широкому спектру различных технологий.

Тем самым, исследуя микроэкономические свойства изменения установленных правил, уместно рассматривать технологию как некий *сложный институт*. Во всех типах технологий основными количественными параметрами, характеризующими их изменение, являются: ресурсо-, энерго- и материалосбережение, улучшение экологии, обеспечение кадровой преемственности, поскольку *потеря носителя исполнительского знания о ядре технологии ведет к потере технологии*, быстрому ее переходу от стадии отработки и серийного применения к стадии устаревания и снятия.

Общая схема взаимодействий в рамках эволюционного процесса показана на рис. 3, где выделены три основных элемента

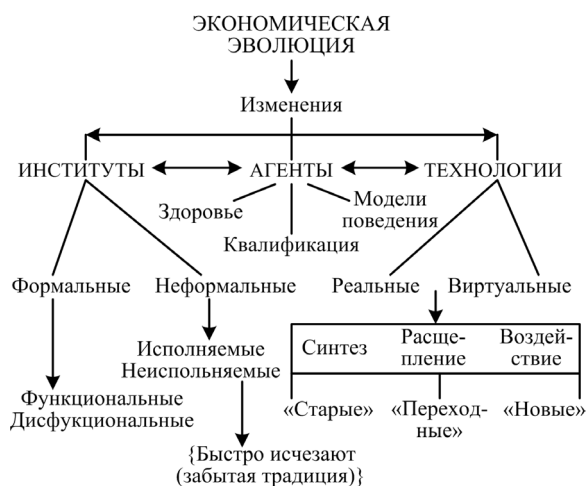


Рис. 3. Общая схема эволюции: институты – агенты – технологии

эволюции: агенты, институты и технологии. Встречными стрелками показаны воздействия по прямым и обратным связям между данными элементами эволюционирующей системы. Агенты влияют на институты, которые изменяют самих агентов на следующей фазе развития и определяют технологии, являются элементами многих других технологий. В свою очередь, создаваемые агентами технологии сами изменяют предшествующие («старые») технологии и заставляют также изменяться институты. Это принуждение распространяется со стороны технологий на институты – непосредственно и через агентов. Этот непосредственный характер изменений связан с принуждающей силой, какой обладает каждый элемент эволюционного процесса: агенты, институты и технологии. Конечно, сила принуждения на различных фазах эволюции разная, что определяет качество и ход (динамику) самого процесса изменений. Важно отметить, что формальные институты (законы, нормы, принятые кодексы) обладают свойством функциональности и дисфункциональности, но они присутствуют и в том, и в другом состоянии экономики.

Дисфункция не является гарантией пересмотра работы института. У неформальных институтов особенная эволюция, она отличается от эволюции формальных институтов, так как неформальные институты делятся на исполняемые (мысленные модели, традиции, обычаи) и неисполняемые – забытые традиции и обычаи, о которых, например, помнят только старожилы, и нет массового или значительного следования данным институтам. Это находит отражение в социолого-культурологических изменениях общества и не может не сказаться на моделях поведения агентов, иногда даже на здоровье и квалификации, что и аккумулирует влияние таких изменений и специфики эволюции неформальных институтов на экономику (см. рис. 3). Таким образом, явление или эффект дисфункции институтов, рассматриваемый в рамках авторского подхода (Сухарев, 2017), неформальным институтам, видимо, несвойствен, поскольку нарушение

их функций будет означать трансформацию традиции, обычая, который не имеет обязывающего значения. По сути, такие неформальные институты обладают добровольной принуждающей силой, т.е. сам агент решает, следовать этому правилу или нет. С течением времени функции института изменяются и правило становится иным. Это значит, что обычай трансформируется, но само исполнение правила остается добровольным. Причем данная трансформация обычно может расширить число агентов, следующих установлениям данного института (институт это правило), тогда возрастут и транзакционные издержки, но может уменьшиться и число агентов-исполнителей, и вообще они могут сделать такой неформальный институт неработающим³.

Дисфункция по периферии технологии возникает чаще, что вызывает необходимость совершенствования технологии. Дисфункция по ядру означает, что технология не работает так, как прежде. В таком случае она либо замещается новой технологией, если соответствующие разработки имеются, либо продолжает функционировать при высокой дисфункции, но к совершенствованию старая технология обычно непригодна, так как потенциал изменений ограничен в силу насыщения использования этой технологии.

³ Неформальные институты, в принципе, обладают более низкой принудительной к исполнению силой, чем формальные, за нарушение которых может быть введена санкция, т.е. вводятся институты-санкции, правила наказания за несоблюдение правил. Однако культурологический эффект и адаптация агентов к обычаям и нормам выступают слабой принуждающей силой со стороны неформальных институтов. Поэтому утверждать полное отсутствие принуждения со стороны неформальных институтов в целом не совсем правильно. В некоторых обществах, где сильны религиозные и национальные традиции и обычаи, передаваемые от поколения к поколению (сильный механизм обучения молодежи), сам способ передачи и существующие формы порицания за несоблюдение выступают весомой силой принуждения соблюдать неформальные институты.

Тем самым технологическое развитие, представимое изменениями в технологиях и их структуре, выражается в переходе технологии по типам («новая», «переходная», «старая»⁴), но эти переходы для одной технологии сопровождаются либо появлением технологий-конкурентов, например «новых», но и эксплуатацией даже «старых» и, тем более, «переходных» технологий. Как минимум, здесь возникают три эффекта:

- технологического вытеснения, когда «новые» либо «переходные» технологии вытесняют «старые» (эффект «вытеснения»);
- дополнения, когда изменяется периферия обычно «старой» (но в отдельных случаях, возможно, и «новой», и «переходной» технологии) технологии за счет некоего обновления (эффект «дополнения»), сохраняя их в виде необходимого технологического звена производства, в этом варианте встраивается новая технологическая цепочка⁵;
- сопряжения, когда заимствуется технология, и она должна не вытеснить, а сосуществовать с имеющимися традиционными и новыми технологиями в рамках данной экономической системы; конечно, может наблюдаться эффект вытеснения, в отдельных случаях дополнения, но если она все-таки встраивается в существующие технологические контуры, значит, произошло сопряжение и наблюдался «эффект включения».

Таким образом, рассмотренные эффекты и особенности эволюции технологий слагают конкурентные возможности технологий. Фирмы конкурируют на рынке, предлагая продукты, но это видимая часть конкуренции. На самом деле конкуренция зависит от того,

⁴ Причем для отдельных технологий тип «переходная» может быть преодолен, т.е. возможен в ряде случаев скачок от новой к старой технологии.

⁵ Эффект дополнения возможен, когда нет конфликта между дополняемой и дополняющей технологиями. Отдельные виды технологий принципиально невозможно дополнить. Таково состояние и соотношение функций периферии и ядра по каждой технологии.

какой технологией (или набором технологий) обладают фирмы, позволяет ли им владение этими технологиями выпускать продукцию с меньшими затратами. Именно такой результат обеспечит конкурентоспособность создаваемых фирмой благ.

2. КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЙ

Важным становится вопросом о том, чем определяется конкурентоспособность технологий? При детальном изучении оказывается, что она определится во многом функционирующими институтами. Конечно, конкурентоспособность создаваемых продуктов также зависит от институтов рынка, а также от рыночных стратегий фирм-конкурентов и от применяемых ими технологий. Сформулируем несколько ключевых факторов конкурентоспособности технологий.

1. В конкуренции технологий очень важны приоритет и его защита, т.е. патент на способ, авторские свидетельства, наличие ноу-хау, оригинальных рецептов, схем и т.д.

2. Экономическая эффективность производства по данной технологии с учетом того, что она определяется реакцией рынка, зависящей от того, какими технологиями владеют конкуренты.

3. Доступность и неисчерпаемость исходных для технологии ресурсов и материалов, а также стабильность параметров изготавливаемых на этой технологии продуктов (цена и качество).

4. Соответствие новой нормативной базе – стандартам РФ, техническим регламентам Таможенного союза, ГОСТ, ОСТ и ТУ.

5. Стадия жизненного цикла продукта (ЖЦП) будет влиять на применяемую технологию по изготовлению этого продукта. Кроме того, наличие иных технологий также повлияет на конкурентные преимущества именно рассматриваемой технологии, поскольку при

создании благ редко употребляется только одна технология. Всегда в цепочке создания сложного продукта присутствует некий набор технологий, и суммарный эффект их конкурентных преимуществ определит конкурентные возможности базовой технологии.

6. Наличие или отсутствие возможности технического совершенствования технологической цепочки, т.е. как можно дольше удерживать технологии на этапе «переходного» типа, что увеличивает конкурентный потенциал технологии, придает определенную гибкость в ее использовании.

7. Возможность производства как можно более широкой номенклатуры изделий на базе данной технологии при текущих рыночных изменениях и переключения на изготовление иного продукта при колебании цен. Эта возможность расширяет конкурентный потенциал данной технологии. Вот почему технологии двойного применения являются наиболее конкурентными и стратегически важными для развития экономики и ее обороны, так как используются и в военных, и в гражданских целях.

Эти факторы конкурентоспособности технологии являются минимально необходимыми, но, видимо, недостаточными. По отдельным видам технологий их конкурентные преимущества задаются иными, иногда сугубо специфическими для конкретного класса технологий возможностями. В теоретическом плане учитывать их всех нет необходимости, да это и нецелесообразно, так как усложнит анализ, введет в него ряд исключений и условий, что можно сделать при проведении прикладных исследований конкретных технологий и техники для данного вида научно-технической и производственной деятельности.

Важно отметить, что для одной и той же технологии или типа технологий состояние всех указанных факторов конкурентоспособности может оказаться и в значительной степени оказывается на практике различным. Однако полагаем, что способ агрегированного представления о конкурентоспособности технологии либо введение некоего придуманного

исследователем интегрального показателя не решит проблему оценки конкурентоспособности, так как будет скрыт какой-то фактор, который в момент времени t_1 окажется самым значимым, обеспечивая именно этой технологии преимущества перед остальными.

В табл. 2 сведем характеристики конкурентных преимуществ по типам технологий – «старые», «переходные», «новые».

Как видим, содержание факторов конкурентоспособности по технологиям на разных этапах их жизни существенно различаются, что и является общим итогом технологической эволюции, обладающей свойством необратимости (см. табл. 2). Эффекты вытеснения, дополнения и включения выступают соответственно по трем вариантам – по тому, как происходит технологическая эволюция по типам.

3. ИЗМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УРОВНЯ ЭКОНОМИКИ

В научном направлении «экономика технологического развития» сложилось два базовых подхода, объясняющих технологические изменения.

Первый активно отстаивал Й. Шумпетер, которого справедливо относят к родоначальникам данного направления, и сводится он к объяснению технологических изменений посредством принципа «созидательного разрушения» (Шумпетер, 2007). Новые технологии («комбинации» – в терминологии Шумпетера) представляют собой способ повышения эффективности производства, но первоначально они требуют ресурса у «старых» технологий, что снижает их эффективность, потому что они отвлекают некоторый ресурс и создают добавочный спрос на ресурсы, повышая их цену. Старые технологии (комбинации) демонстрируют снижение рентабельности, так как цена исходного ресурса возрастает, а способ его обработки не меняется. Следовательно, эффективность старой комбинации начи-

нает снижаться⁶. Какой-то период времени новая технология (комбинация) сосуществует со старой технологией (комбинацией); производство в рамках прежних возможностей может несколько понизиться, так как спрос переключается на изделия, изготавливаемые с помощью новых технологий. Так происходит переключение ресурса с одних производств (секторов) на другие, смена технологических возможностей.

Однако новая комбинация (технология) нуждается часто в новом ресурсе, поскольку для нее не всегда приемлем ресурс, отвлекаемый от старой комбинации, особенно если речь идет о средствах производства. Кроме того, современная технологическая динамика характеризуется необходимостью создания и использования интерспецифических ресурсов, что еще в большей степени затрудняет заимствование ресурса в пользу новой комбинации (технологии). В рамках большого класса неошумпетеровских моделей признается, что «старые» комбинации (технологии) не исчезают совсем. Более того, возможен вариант, что они совершенствуются и устойчиво сохраняют свои позиции на некотором уровне, допуская развитие и новых технологий в том

⁶ Новая «комбинация» (она же технология) эффективнее прежней, что дает ей преимущество на рынке ресурсов, где их цена возрастает. Растут издержки использования данной технологии. Однако агенты, использующие эту технологию, могут предпринять усилия, противодействующие снижению ее эффективности. Это достигается, например, путем использования элементов «новой» технологии в «старой», тем самым удается изменить их возможности. Иногда этот процесс может казаться более эффективным, что будет препятствовать другим агентам применять новые технологии. Поэтому и при компьютерном моделировании конкуренции старых и новых комбинаций имеются режимы, когда новая комбинация набирает вес, затем отторгается, а на первый план выходит «старая» технологии (часто модернизированная). Обычно этот исход может занять некоторое время, например несколько лет, и только затем произойдет переход на «новую» технологию.

Таблица 2

Общая характеристика типов технологий по этапам их жизни и основным параметрам конкурентоспособности

Фактор конкурентоспособности	Тип технологии (по стадии жизни)		
	«Новая»	«Переходная»	«Старая»
1. Защита приоритета	Высокий уровень, так как для новой технологии существует большой мотив защиты с целью закрепления преимуществ	Имеется, но не дает гарантии от копирования и тиражирования посредством улучшения и изменений характеристик	Относительно низкий уровень, так как технология хорошо известна, подвергалась тиражированию, патенты устаревают, требуют продления или обновления и т.д.
2. Эффективность (экономическая)	В среднем высокая эффективность. Однако может быть как высокой, так низкой, особенно на первой фазе внедрения новой технологии, поскольку потребует вложений – по логике «инвестиционного проекта», когда сначала идут вложения, затем с некоторого периода они начинают окупаться	Приемлемая, однако требующая улучшений технологии, чтобы получить повышение эффективности	Низкая либо понижающаяся, причем в ряде случаев трудно преодолеть или остановить снижение
3. Доступность ресурсов и материалов	Новая технология требует новых материалов и ресурсов, которые находятся в дефиците, поэтому довольно дороги, требуют применения также новых технологий для их получения. Возникает «технологический мультипликатор»	Доступны, причем вовлекаются новые ресурсы и материалы при модернизации технологии	Доступны, однако состояние технологических мощностей не позволяет использовать новые материалы и ресурсы
4. Соответствие нормативной базе	Не соответствует по причине отсутствия нормативной базы для таких технологий – она создается вместе с технологиями	Соответствует	Не соответствует по причине обновления нормативной базы
5. Рыночная перспектива продукта и иных применяемых технологий	Хорошая рыночная перспектива, зависящая от текущего состояния рынка, отдельные технологии могут усилить свое влияние, но ряд старых, иногда и переходных технологий отвергается, снимается с эксплуатации	Устойчивая, может расширяться, а модернизация технологий обеспечивает технологическое расширение в соответствии с режимами технологического развития*	Довольно узкая, либо это устоявшаяся ниша и продукт постоянного потребления, без которого трудно представить жизнь людей, например продукты питания и т.д. Их не начнут потреблять чрезмерно много, даже если придется замещать иные продукты, на которые повысилась цена или которые исчезли с рынка (импорт)
6. Возможность технического совершенствования	Высокая	Приемлемая	Низкая
7. Создание иных изделий на базе данной технологии	Только на стадии тиражирования новой технологии появляется такая возможность, однако не для всех видов новых технологий. Иногда их уровень специализации настолько высок, что на базе новой технологии невозможно переключиться на производство иных продуктов	Имеется возможность создания таких изделий за счет гибкой модернизации, ослабления правил «периферии» технологии	Почти отсутствует такая возможность. Она появляется, если из двух-трех старых технологий удастся при применении «комбинаторного принципа» получить переходную технологию либо вообще новую (эффект дополнения)

* В работе (Сухарев, 2014) выделено пять основных режимов технологического развития: 1) пропорционального; 2) расширяющегося; 3) сужающегося; 4) запирающего и 5) истощающегося.

поле деятельности, которое они обслуживают⁷. Однако основной принцип, реализуемый в подобных моделях технологических изменений, – «созидательного разрушения», согласно которому развитие «новых» технологических возможностей происходит за счет свертывания прежних.

Проблема применения данного принципа и моделей, в основу которых он заложен, связана с тем, что в силу специфики содержания самих технологий они демонстрируют сложные переходные формы совместной эксплуатации, эффекты сопряжения, вытеснения, дополнения и т.д. Если представить любую технологию (способ производства) состоящей из жесткого набора правил (ядро), изменение которых означает полную смену технологии, и периферии – системы правил, которые могут быть частично изменены без изменения содержания технологии с целью, например, повышения ее эффективности, то возможны различные режимы технологических изменений (развития). Эти режимы разворачиваются по линии согласования базисных правил (ядра технологии) и периферии. Технологии могут сопрягаться, формируя новое ядро, либо дополнять друг друга и тем самым комбинироваться. Причем существует масса возможностей осуществлять такую комбинацию без привлечения дополнительного большого ресурса, который должен отвлекаться от каких-то иных технологий (явная антитеза принципу «созидательного разрушения»). Именно в этом видится второе направление технологических изменений, которые в свете повышения специфичности ресурсов давно уже выходят на первый план в области технологической эволюции.

Данный принцип развития, формирующий второй подход, называется «принципом

комбинаторного наращения» (Сухарев, 2012, с. 133–139, 146–169), когда новая технология (комбинация) зависит от двух или большего числа «старых» технологий (комбинаций), возникает на их основе.

Конечно, существует генерационный механизм появления «новых» технологий (комбинаций) вне связи с уже существующим набором технологий. Однако под такую технологию, если ее аналогов еще нет, требуется наравне с ресурсом общего назначения, который отвлекается от прежних технологий (комбинаций), свой специальный ресурс, представляющий собой также новую комбинацию.

Эффект комбинирования хорошо известен в технических науках, особенно в области такой дисциплины, как технология машиностроения, причем довольно давно. Экономисты существенно позже стали применять соответствующие термины, такие как «комбинирование технологий», связанные с этим эффектом, но целиком не раскрывающие его как антитезу «созидательного разрушения» и т.д. Эти два процесса на уровне технологий конкурируют друг с другом, тем самым по-разному детерминируя экономическое развитие. Возможен экономический рост исключительно при преобладании «старых» технологий, а появление «новых» технологий (комбинаций) при определенных условиях, способно свергнуть экономику в кризис.

Технологическая зависимость одной страны от других стран порождает режим зависимого развития, но он сам по себе не противоречит концепции обеспечения экономического роста – только данный рост будет также зависимым. Кроме того, появление новых технологий будет сдерживаться институтами, образованными импортными технологиями, что будет препятствовать появлению новых результатов в области развития техники, так как используемые технологии (эксплуатация) определяются внешними источниками. В таком случае не может быть речи о равноправной конкуренции, поэтому возникает режим структурно-технологической зависимости.

⁷ Абсолютно такая же идея реализована в модели – схеме технологических изменений, представленной в виде так называемых технологических укладов (Львов, Глазьев, 1986), а также в детализации этой схемы, обретающей вид так называемых макрогенераций валового продукта (Маевский, 1997).

Новые технологии, конечно, изменяют облик старых, некоторые из них отменяются, однако это совсем не означает, что на их базе возникнут новые виды деятельности. Все определяется содержанием новизны. Эту проблему обозначил еще Й. Шумпетер в статье «Развитие», которую случайно нашли среди бумаг в архиве уже в наше время, в начале 1990-х гг. (Шумпетер, 2007). Перманентно (и отнюдь не скачками) идет конкуренция между старыми и новыми комбинациями (технологиями). Причем так называемые технологии широкого применения, с которыми связывают часто благие модельные перспективы, тем не менее составляют лишь некий каркас функционирования технических систем, причем далеко не всегда имеющий вид фундамента, а только часто инструментальное значение (технология Интернет, которую рассматривают как пример технологий широкого применения). Сказать, что Интернет не влияет на развитие экономики, невозможно; однако утверждать, что он кардинально изменяет содержание набора производственных технологий, означает дать явно завышенную оценку таким его возможностям. Как известно из теории роста (Хэлпман, 2011, с. 81–82), технологии широкого применения дают неравномерный рост. Причем в характере этой неравномерности разделяют технологии и инновации. Однако как можно разделить такое влияние на равномерность (или неравномерность) роста? Тем более что появление технологии широкого применения также является инновацией, даже включает сразу несколько типов инноваций. Познать нужно не только технологию широкого применения (обучить людей), но и внедряемую инновацию. Новые технологии конкурируют со старыми, причем могут даже улучшать их. При этом рост этих новых возможностей будет более скромным за счет улучшения прежних возможностей, а также иных сдерживающих рост факторов. Если технологии действуют, значит, ресурс уже используется, и объяснение, будто создание дополнительного ресурса требует времени, выглядит неубедительно. Помимо всего это-

го, могут присутствовать институциональные ограничители внедрения технологий широкого применения, а также других инноваций.

Важно отметить, что технологические изменения, происходящие по принципу созидательного разрушения и по принципу комбинаторного наращивания, не могут поколебать устойчивость отдельных так называемых старых технологий, которые прочно оформились и применяются в современном производстве. Более того, их содержание таково, что они не могут быть заменены иным способом, поскольку данный способ является оптимальным или иногда единственно возможным в каком-то типе производств. Это обстоятельство совсем не учитывает современная теория технологического развития, которая пока не представляет собой завершенной интеллектуальной конструкции. Главная проблема в области теории технологического развития и роста экономики состоит в том, что новая технология на каждом этапе развития своя и ее влияние не копирует влияния новой технологии предыдущего периода, как ближайшего, так и отдаленного. Новые технологии при некоторых условиях могут вытеснять (подавлять) старые (созидательное разрушение), тем самым влияя на изменение стоимости фирм, которые используют устаревшие технологии. Это обстоятельство снижает динамику фондового рынка (Хэлпман, 2011, с. 83). Однако объяснение, будто с расширением фирм с новыми технологиями начнется рост фондового рынка, означает, что ресурс пришел в эти фирмы вне связи с фондовым рынком (раз он был изначально подавлен). Также иные факторы воздействия на рынок капитала и влияния этого рынка на возможности осуществления инноваций при такой постановке проблемы явно не принимаются во внимание. Если работает «эффект комбинаторного наращивания», то новая технология возникает вследствие условного составления из нескольких старых, причем ресурсы этих старых используются для новой технологии, либо происходит расширение потребления ресурсов на ресурсном рынке, причем за счет не

отвлечения, а наращивания самого ресурса. Такая схема технологического развития может не повлиять на фондовый рынок, поскольку технологии сосуществуют и новая технология порождает вокруг себя исключительно свой сегмент, ничего не подавляя. В условиях значительного расширения спекулятивных капиталов подобная схема в будущем будет весьма распространенной, а кризисы фондового рынка будут вызваны исключительно не технологиями, а неконтролируемыми спекуляциями, как это было всегда и наблюдается в настоящее время.

Далее представим влияние двух принципов технологического развития в виде простой модели, детерминирующей инвестиции (ресурс) в области старых и новых технологий (комбинаций). Покажем изменение технологического уровня экономики и влияние его на экономический рост с акцентом на выделении инвестиций (ресурса) на старые (I_s) и новые (I_n) технологии.

Обозначим влияние «созидательного разрушения» – α , «комбинаторного наращивания» – μ . Конечно, эти параметры в общем виде являются функцией времени. Первый из них – это доля ресурса (инвестиций), отвлекаемого от старой в пользу новой комбинации (технологии), второй – создание нового ресурса для новой комбинации (технологии) как доли в общей величине ресурса (инвестиций) для новой комбинации (технологии). Причем $\alpha < 1$, $\mu < 1$. Тогда можно записать, что $I_n = \alpha I_s + \mu I_n$. Изменяясь со временем, параметры α и μ обозначают скорость отвлечения ресурсов от старой комбинации V_α (технологии) и создания нового ресурса V_μ под новую комбинацию (технологии).

Обозначим: $V_\alpha = d\alpha/dt$, $V_\mu = d\mu/dt$, а также $\eta = \alpha/(1 - \mu)$, $\chi = 1/(1 - \mu)$.

Общая величина инвестиций (ресурса) $I = I_s + I_n$, продукт $Y = I/\sigma$ (σ – общая норма накопления, доля инвестиций в продукте).

Несложно получить связь динамики ресурса на новые технологии с динамикой ресурса на старые технологии, она будет зависеть также от скоростей отвлечения и соз-

дания ресурса. Возьмем производную $I(t)$ и получим dI_n/dt , запишем:

$$\frac{dI_n}{dt} = \eta \frac{dI_s}{dt} + I_s \chi V_\alpha + I_s \eta \chi V_\mu. \quad (1)$$

Под *технологическим уровнем системы* будем понимать возможность перерабатывать ресурс с той или иной эффективностью. Следовательно, может существовать связь между величиной ресурса, поступающего на старые комбинации (технологии) и поступающего (создаваемого) под новые комбинации (технологии) и технологическим уровнем. Причем вложение ресурса в старые и новые технологии, видимо, по-разному будет влиять на общий технологический уровень экономики (сам этот уровень можно определять, например, по изменению добавленной стоимости на единицу используемого ресурса или величиной капитализации НИОКР).

Если приведенное предположение верно, тогда можно записать, обозначив технологический уровень $h(t)$, что $I_s = f_s(h)$, $I_n = f_n(h)$, где f_s, f_n представляют собой выражение (подбираемое эмпирически) с оценкой технологического уровня всей системы (что можно считать технологической функцией).

Понятно, что $I = f_s(h) + f_n(h)$, поэтому $I = (1 + \eta)f_s(h)$ и $Y = (1 + \eta)f_s(h)/\sigma$.

Рассмотрим два случая: 1) когда доли отвлечения ресурса и создания ресурса постоянные, т.е. скорости равны нулю ($\alpha, \mu = \text{const}$), и 2) когда скорости изменяются ($\alpha, \mu = \text{var}$).

В первом случае $f_n(h) = \alpha f_s(h)/(1 - \mu)$, $f_n(h) = \eta f_s(h)$. Несложно показать, что для обеспечения положительной величины экономического роста темп изменения технологической функции по старым комбинациям, как и по новым комбинациям (технологиям) должен быть выше темпа изменения нормы накопления $(1/\sigma) d\sigma/dt$.

Для второго случая, когда скорости (скорость = производная долей, поэтому если доли меняются, то их производные, т.е. скорости, уже не равны нулю) отвлечения и создания ресурса не равны нулю, получаем (для

условия роста продукта ($(1/Y)dY/dt > 0$) ограничение на динамику технологической функции по старым (f_s) и новым (f_n) комбинациям (технологиям):

$$\frac{1}{f_s} \frac{df_s}{dt} > \frac{1}{\sigma} \frac{d\sigma}{dt} - \frac{V_\alpha + \eta V_\mu}{(1-\mu)(1+\eta)};$$

$$\frac{1}{f_n} \frac{df_n}{dt} > \frac{1}{\sigma} \frac{d\sigma}{dt} + \frac{V_\alpha + \eta V_\mu}{\alpha(1+\eta)}.$$

Исходя из полученных неравенств следует:

1) чем выше положительный темп изменения нормы накопления, тем на большую величину должна изменяться технологическая функция по новым и старым комбинациям (темп должен быть выше, чтобы система росла);

2) чем выше скорости отвлечения (заимствования) ресурса и создания нового ресурса, тем динамика по технологической функции для старых технологий может быть ниже, чем для новых технологий;

3) чем выше доли отвлечения и создания ресурсов, тем динамика по новым комбинациям должна быть выше, а по старым – ниже, чтобы экономический рост был гарантирован.

Для того чтобы определить технологический уровень, отвечающий экономическому росту системы, положим, что $f_s(h) = a + bh$, $f_n(h) = c - dh^8$, где a, b, c, d – коэффициенты, которые не изменяются с течением времени и задают вид технологической функции, они означают зависимость инвестиций в старые и новые комбинации от технологического уровня. Тем самым мы вводим допуск о неизменной на каком-то отрезке времени эластичности инвестиций по технологическому уровню, что равносильно признанию постоянным не-

которого вида общей инвестиционной функции. Для не очень продолжительного отрезка времени это вполне допустимо, хотя изменение качества технологий со временем, конечно, изменит вид коэффициентов (разумеется, мы принимаем линейный вид функции для упрощения, на практике она должна подбираться на основе эмпирических данных и наверняка имеет иной вид).

Тогда имеем:

$$dI_s/dt = bdh/dt, dI_n/dt = -d(dh/dt).$$

Подставляя в выражение (1) и преобразуя, получим изменение технологического уровня в зависимости от величины этого уровня, долей и скоростей отвлечения и создания ресурса:

$$\frac{dh}{dt} = \frac{(dh - c)(V_\alpha + \eta V_\mu)}{\alpha(d + \eta b)};$$

$$\int \frac{dh}{h - c/d} = d \int \frac{V_\alpha + \eta V_\mu}{\alpha(d + \eta b)} dt. \quad (2)$$

Решая систему (2), получаем выражение для технологического уровня системы:

$$h = \frac{c}{d} + \frac{\alpha db \exp(m + m_1 d)}{b^2 \alpha^2 - d^2 (\mu - 1)^2};$$

$$b\alpha \neq d(\mu - 1),$$

где m, m_1 – константы интегрирования.

Поскольку $Y = (1 + \eta) I_s / \sigma$, то, дифференцируя, получим выражение для темпа роста, который должен быть больше нуля. Полагая, что темп роста $g = z^* > 0$ ($g = (1/Y)dY/dt$), получим выражение для технологического уровня, отвечающего темпу роста $g = z^*$; притом что $I_s = a + bh$.

Получаем два решения, когда $V_\alpha = V_\mu = 0$ и скорости по ресурсам не равны нулю. В первом случае технологический уровень составит

$$h = \sigma \exp(z^* t + m_0) - a/b;$$

$$g = z^* > 0.$$

При неравенстве нулю скоростей получим

⁸ Данное соотношение отвечает реалиям российской экономики в 2008–2016 гг., когда выделяемый ресурс на старые комбинации давал повышение технологического уровня, а ресурс на новые комбинации сокращал общий технологий уровень страны. Аналогичное представление функции было использовано в ранних работах В.М. Полтеровича.

$$h = \frac{(1-\mu)\sigma \exp(z^*t + B)}{[\alpha + (1-\mu)]^2} - \frac{a}{b},$$

$$g = z^* > 0,$$

где m_0 и B – константы интегрирования.

Выражение для темпа роста экономики принимает вид

$$g = \frac{V_\alpha + \eta V_\mu}{1-\mu+\alpha} - \frac{1}{\sigma} \frac{d\sigma}{dt} + \frac{1}{I_s} \frac{dI_s}{dt} > 0;$$

$$I_s = a + bh;$$

$$g_\sigma = \frac{1}{\sigma} \frac{d\sigma}{dt}; \quad g_h = \frac{1}{h} \frac{dh}{dt}.$$

Откуда получаем

$$g_h > \left[1 + \frac{a}{b} \frac{1}{h} \right] \left[g_\sigma - \frac{V_\alpha + \eta V_\mu}{1-\mu+\alpha} \right]. \quad (3)$$

Таким образом, темп технологических изменений должен быть выше, чем выражение справа в полученном неравенстве (3).

Анализируя полученное соотношение, приходим к следующим выводам:

- чем больше величина μ , доля создаваемого ресурса (принцип «комбинаторного наращения»), тем темп технологических изменений может быть ниже, чтобы был обеспечен экономический рост системы;
- если $g_\sigma > 0$, чем выше темп нормы накопления, тем при прочих равных должен быть выше темп (g_h) технологических изменений, чтобы обеспечить экономический рост;
- чем выше скорости $V_\alpha > 0$, $V_\mu > 0$, тем ниже может быть темп технологических изменений для обеспечения положительного роста системы;
- чем выше технологический уровень $h(t) > 0$, тем ниже может быть темп технологических изменений g_h .

Конечно, здесь предполагается, что величина отвлечения ресурса, как и скорость отвлечения ресурса от старых комбинаций (технологий), не зависит от создания нового ресурса и не влияет на комбинаторный принцип (в модели разделены принципы «со-

зидательного разрушения» и «комбинаторного наращения»). В реальной экономической эволюции, характеризующейся определенной динамикой технологических изменений, это допущение изменяется, так как указанное взаимное влияние имеется, причем оно динамически изменяется во времени благодаря сложной системе прямых и обратных технологических и институциональных связей.

Выражение (3) может быть записано так:

$$\frac{dh}{h + a/b} > \left(g_\sigma - \frac{V_\alpha + \eta V_\mu}{1-\mu+\alpha} \right) dt;$$

$$\alpha - \mu \neq 1.$$

Для нулевого экономического роста ($g = 0$) проинтегрируем выражение, тогда получим величину технологического уровня, отвечающую такому темпу роста. Допустим, что скорости отвлечения и создания ресурсов также равны нулю. Тогда технологический уровень будет $i = \sigma \exp(m) - a/b$, где m – постоянная интегрирования. Это технологический уровень при нулевом росте, причем скорости отвлечения и создания ресурсов равны нулю ($\alpha, \mu = \text{const}$). Если эти скорости не равны нулю ($\alpha, \mu = \text{var}$), решение принимает вид

$$h = \frac{\sigma(1-\mu)\exp(m_0)}{(1-\mu+\alpha)^2} - \frac{a}{b};$$

$$g = 0,$$

где m_0 – константа интегрирования.

Используя полученные выражения для технологического уровня и его изменения, покажем графически некоторые (примерные⁹) варианты его изменения при соответствующей динамике параметров $\alpha(t)$ и $\mu(t)$. Эта ди-

⁹ Это теоретические варианты, потому что технологические функции надо определять эмпирически, что выходит за границы этой работы. Поэтому графики следует воспринимать как один из возможных вариантов отображения изменений. Законы изменения параметров $\alpha(t)$ и $\mu(t)$ заданы, как и коэффициенты функций.

динамика влияет на изменение технологического уровня, причем его изменение зависит не только от законов динамики параметров отвлечения и создания ресурсов (они являются институциональными, т.е. зависят от правил), но и от того, как соотносится изменение $\alpha(t)$ и $\mu(t)$. Поэтому рассмотрим два случая, когда $\alpha(t)$ превосходит $\mu(t)$ по величине, но $\mu(t)$ возрастает быстрее (t^*)A (отрезок на рис. 4) ($V_\mu > V_\alpha$) с некоторого момента, а до него возрастает ($V_\mu < V_\alpha$) медленнее ($0t^*$). Возрастают оба параметра. Технологический уровень будет снижаться (рис. 4), так как старые комбинации (технологии) будут деградировать, потому что интенсивно отдают свой ресурс.

Базовая формула для технологического уровня, полученная выше, имеет вид:

$$h = \frac{c}{d} + \frac{\alpha db \exp(m + m_1 d)}{b^2 \alpha^2 - d^2 (\mu - 1)^2}.$$

Тогда положим $\mu = 0$, т.е. примем ситуацию, что новые ресурсы не возникают и комбинаторное наращение в данной модели не действует. Получаем, что без открытия нового ресурса под новые комбинации технологический уровень будет планомерно снижаться (в рамках этой модели), если новые комбинации берут ресурс только у старых комбинаций, обеспечивая им деградацию (увеличиваем α , технологический уровень может снижаться в зависимости от знаков и значений эмпирических коэффициентов). Это типичная рас-

пределительная задача, которая приводит к названному результату. Следовательно, подлинное экономическое развитие связано с возникновением новых комбинаций (технологий) и развертыванием под них нового ресурса, а также за счет комбинации имеющегося набора технологий, что также выступает аналогом создания нового ресурса. Если μ будет снижаться (как на рис. 4) при возрастании α , то технологический уровень будет сокращаться тем более быстро.

Второй случай, когда $\mu > \alpha$, причем α убывает, а μ возрастает, отражает рис. 5, где видно, что технологический уровень возрастает.

Тем самым динамика по параметру «создание новых комбинаций» на комбинаторном принципе дает новое технологическое качество и повышает уровень технологичности системы.

Проведенный элементарный анализ свидетельствует в пользу того, что экономическая политика, в частности научно-техническая политика государства (государственное регулирование), должна не просто исходить из поддержки неких приоритетов, которые экспертами нормативно определены на основе изучения складывающихся в конкретных научно-технических (направлениях) секторах тенденций, но и учитывать структуру технологий. Причем принимать во внимание как сложившуюся к текущему моменту структуру, так и перспективную (ожидаемая оценка).

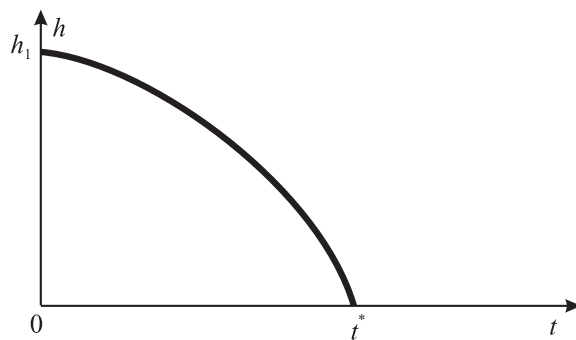
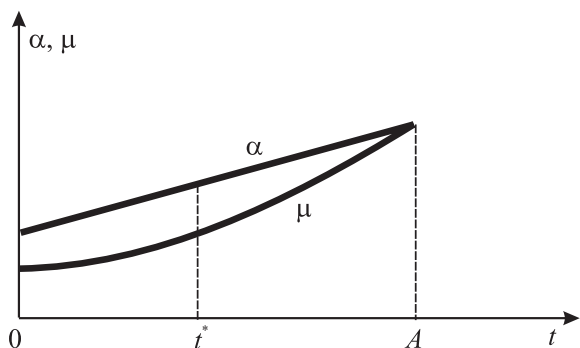
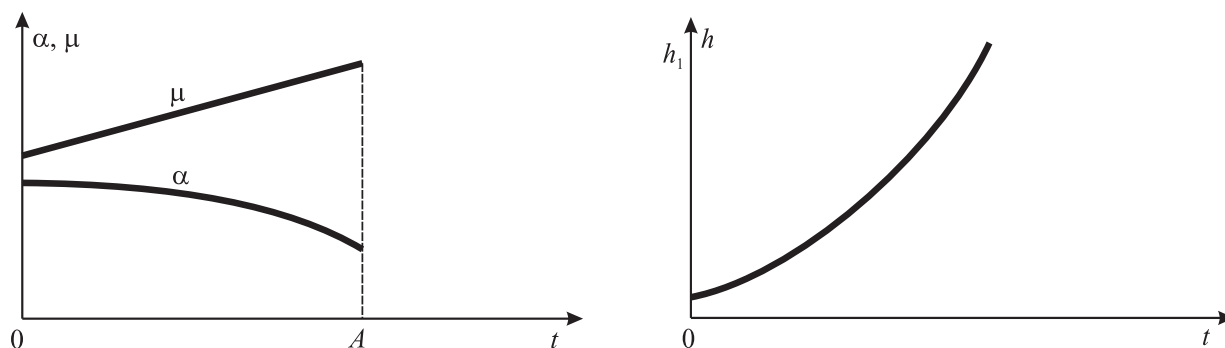


Рис. 4. Изменение технологического уровня системы

Рис. 5. Изменение технологического уровня при ином соотношении законов α и μ

Кроме того, потребуется решить задачу распределения ресурсов между так называемыми старыми и новыми комбинациями (технологиями), выстроить систему институтов, влияющих на это распределение, так как распределение в существенной степени влияет как на общий технологический уровень, так и на темп экономического роста.

Хэллман Э. Загадка экономического роста. М.: Изд-во Института Е. Гайдара, 2011.

Шумпетер Й. Развитие // Теория экономического развития. Капитализм, социализм и демократия. М.: Эксмо, 2007. С. 838–853.

Рукопись поступила в редакцию 10.10.2017 г.

Список литературы

- Глазьев С.Ю., Львов Д.С. Теоретические и прикладные аспекты управления НТП // Экономика и математические методы. 1986. № 5. С. 56–65.
- Клейнер Г.Б. Эволюция институциональных систем. М.: Наука, 2004.
- Клейнер Г.Б. Экономика. Моделирование. Математика. М.: ЦЭМИ РАН, 2016.
- Маевский В.И. Введение в эволюционную макроэкономику. М.: Япония сегодня, 1997.
- Сухарев О.С. Теория экономической дисфункции. М.: Машиностроение-1, 2001.
- Сухарев О.С. Управление экономикой. Введение в теорию кризисов и роста. М.: Финансы и статистика, 2012.
- Сухарев О.С. Экономический рост, институты и технологии. М.: Финансы и статистика, 2014.
- Сухарев О.С. Эволюционная экономическая теория институтов и технологий. М.: Ленанд, 2017.

ECONOMICS OF TECHNOLOGIES»: TYPES, FUNCTIONS, COMPETITIVENESS

O.S. Sukharev

Sukharev Oleg S., Institute of Problems of Market Russian Academy of Sciences, Institute of Economy Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, o_sukharev@list.ru

Proposed the main classification of technologies by types, which together with the research of the life cycle of technology allows expanding the notion of the processes of technological changes. Technology is considered an institution (a set of rules) that has a high coercive power, which sets the mode of development of the economic system that uses this set of technologies. And the stage of the life cycle determines the type of technologies used, affects the further processes of replacing old technologies with new technolo-

gies, and the emergence of new technologies (displacement, addition, coupling). The conditions and factors of technology competitiveness (including their main types) are considered. One of the most important regularities of technological progress is the supporting technological base, although there are exceptions when, with the general technological backwardness, the country acquires and introduces modern (advanced technologies) that have a positive effect on its development. However, such an outcome is the exception rather than the rule. In addition to new technologies, the state of the so-called old technologies will be limiting in the field of technological development, which should be taken into account in the framework of ongoing development programs. The influence of the technology structure on the rate of growth of the economic system is shown in the framework of the neo-noise technology approach. Therefore, the policy should take into account the effects of resource allocation between different directions. The purpose of the article was to show the typology of technologies in relation to the life cycle, to describe the factors of competitiveness in these types and to show the influence of the technological structure on the dynamics of the economy

Keywords: technology, life cycle, scientific and technical policy, competitiveness, types of technologies, institutions, functions, dysfunctions.

JEL: E32, O14, O33.

- Sukharev O.S. (2001). Theory of economic dysfunction. Moscow, Mashinostroenie-1 (in Russian).
- Sukharev O.S. (2012). Management of economy. Introduction to the theory of crises and growth. Moscow, Finance and Statistics (in Russian).
- Sukharev O.S. (2014). Economic growth, institutions and technologies. Moscow, Finance and Statistics (in Russian).

Manuscript received 10.10.2017

References

- Glaz'ev S.Yu., Lvov D.S. (1986). Theoretical and applied aspects of NTP management. *Economics and Mathematical Methods*, no. 5, p. 56–65 (in Russian).
- Helpman E. (2011). Riddle of economic growth. Moscow, Publishing house by the E. Haydar Institute (in Russian).
- Kleiner G.B. (2004). Evolution of institutional systems. Moscow, Nauka (in Russian).
- Kleiner G.B. (2016). Economy. Modeling. Mathematics. Moscow, CEMI RAS (in Russian).
- Maevsky V.I. (1997). Introduction to evolutionary macroeconomics. Moscow, Japan today (in Russian).
- Schumpeter J. (2000). Development. The theory of economic development. Capitalism, socialism and democracy. Moscow, Eksmo, p. 838–853 (in Russian).