

# ЗАКОНОМЕРНОСТИ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ

Н. И. Комков,  
доктор экономических наук, профессор

*В статье рассматриваются закономерности научно-технологического развития. К их числу относятся традиционные, базовые и новые, формирующиеся. Показаны возможности и способы учета перечисленных закономерностей при прогнозировании перспектив научно-технологического развития.*

*In article laws of scientifically-technological development are considered. Their number concern traditional, base and new, formed. Possibilities and ways of the account of the listed laws are shown at forecasting of prospects of scientifically-technological development.*

**Ключевые слова:** технология, технологический уклад, инновация, жизненный цикл, прогноз.

**Key words:** technology, technological way, an innovation, life cycle, the forecast.

Научно-технический прогресс рассматривался в бывшем СССР как неуклонное, поступательное развитие экономики под воздействием направленного воздействия науки и совершенствуемых на ее основе техники и технологий (рис. 1). Ведущим звеном в этой цепи считалась наука как задающий и базовый элемент НТП. Потребности в развитии экономики формировала отраслевая наука, на которую возлагалась ответственность за определение масштабов спроса, номенклатуру и качество продукции, выпускаемой соответствующей отраслью. Однако, производство продукции определенного назначения было сосредоточено, как правило, в одной отрасли, а ее применение обычно распределялось между многими отраслями. Хотя в дополнение к отраслевым прогнозам проводились и межотраслевые прогнозные исследования, ведомственные и отраслевые интересы часто преобладали над интересами смежных отраслей. Тем более, произведенная продукция распределялась и поставлялась отраслям потребителям в плановом, обязательном порядке.

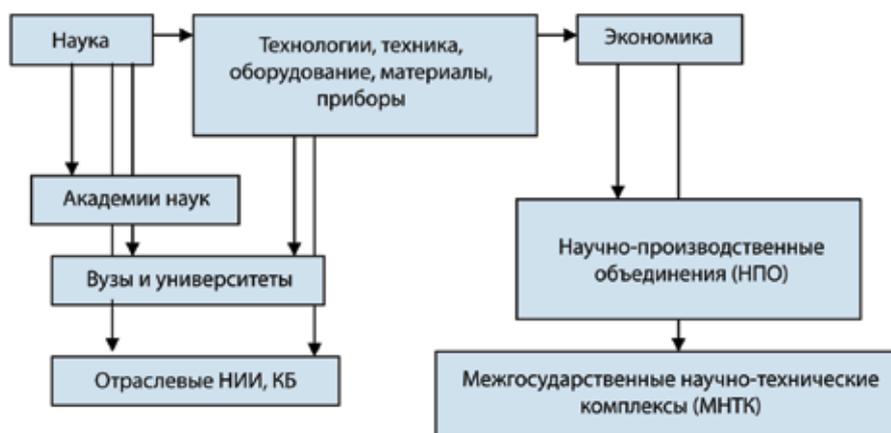


Рис. 1. Структурная схема организации инновационного цикла

Среди закономерностей научно-технического развития в период бывшего СССР выделялось в качестве основного, базового ускорение развития, измеряемое временем от возникновения научной идеи до ее подтверждения и воплощения в виде полезного продукта или услуги. В качестве примера приводилось время между открытием фотографии, кинематографа, лазера, транзистора и др. и их практическим использованием [7, 5, 14]. Из этого делался однозначный вывод об обязательном ускорении научно-

технического развития (НТР), получившего затем название научно-технического прогресса (НТП). Некоторые несовпадения сокращения сроков перехода научных идей в технические нововведения с реальными событиями рассматривались как исключения. В действительности, такое ускорение имеет место в определенный период восходящей длинной волны, характеризующей ускоренное освоение преимуществ нового технологического уклада. Замедление технико-экономического развития обычно соответствует участку понижательной волны, определяемому замедлением темпов развития уже сформировавшегося технологического уклада, а также причинами старения уже созданных технологий, и переходом к спаду (регрессу) их свойств в рамках их полного жизненного цикла.

Закономерности технологического развития экономики можно разделить на три группы: I – традиционные, наблюдаемые; II – базовые, фундаментальные; III – формирующиеся, новые. Если закономерности, относящиеся к первой группе наблюдаемы и осязаемы исследователями технологий в рамках одного-двух поколений, то закономерности базовые, скрытые, фундаментальные проявляются косвенно, влияя на изменение характеристик первой группы. Наконец, существуют формирующиеся, новые закономерности, которые еще только созревают и начинают проявляться в развитии технологий. Они не отменяют закономерности традиционные, наблюдаемые, а тем более фундаментальные закономерности, но начинают проявляться уже на текущем этапе технологического развития.

К числу основных закономерностей технологического развития экономики, прежде всего, относится понятие уклада [5, 21].

Уклад – это согласованная, сопряженная совокупность упорядоченных по технологическому циклу технологий, обладающая устойчивыми продуктово-технологическими связями и минимальными потерями продукта (вектора продуктов).

Динамика укладов, среди которых к настоящему моменту насчитывается 5, рассматривалась в ряде работ [6, 21]. Их содержание кратко представлено в таблице 1.

Для отечественной экономики в последние три десятилетия XX века нерадикальный тип развития, с эволюционной сменой технологий и периодической их модернизацией, был определяющим. Введение новых технологий за счет интенсивной поддержки национальных разработок и освоения нововведений не было главной целью государственного механизма управления наукой и развитием. Смена технологий в гражданских отраслях осуществлялась преимущественно на основе за-

купки по импорту доступных и морально устаревших технологий и, в меньшей степени, ориентировалась на разработку и создание отечественных технологий. Таким путем в бывшем СССР в основном развивались химическая и нефтехимическая промышленность, а также некоторые другие отрасли (строительных материалов, производство автомобилей и др.).

Ограничения со стороны ведущих стран на поставку в бывший СССР передовых технологий существенно влияли на отставание гражданских отраслей от мирового уровня, а их частичная компенсация усилиями отечественного научно-технического потенциала в оборонных отраслях приводила к дополнительным расходам.

Отчетливо проявившаяся в 80-е гг. технологическая отсталость экономики бывшего СССР, несовершенство состава и низкое качество создаваемых продуктов, использование устаревших, экологически «вредных» технологий, функционирующих с большими потерями, стала главным препятствием устойчивого перехода к экономике интенсивного типа. Реальные возможности технологической реконструкции экономики бывшего СССР (достаточные ресурсы, мощная энергетическая база, квалифицированный персонал и др.) были упущены. Среди многих причин можно выделить: неэффективную организацию и управление научно-техническим развитием, а также игнорирование необходимости ориентации развития на комплексные технологии (КТ).

Комплексные технологии [1, 10, 11] – это эффективная совокупность собственно технологии преобразования исходных ресурсов, материалов и энергии в конечный продукт, включая необходимое для такого преобразования оборудование и машины, средства контроля и управления ими, а также коллективы людей, организацию их труда. Иначе говоря – КТ – это правила согласования и ориентации целей проектов на совместное и взаимовязанное совершенствование конечного продукта и способов его производства.

По причине отсутствия рыночной конкуренции в отечественной практике преобладал способ технического совершенствования, когда в рамках технологии, прежде всего, улучшалась техника и оборудование, и нередко сохранялась прежняя организация труда и управления. При этом часто не соблюдались условия сопряжения, согласованности цепи: «технология – техника – организация труда – управление» в рамках производственного процесса. Именно вследствие этого лучшая техника не давала нужной отдачи, а производительность труда росла медленно. Сопряжение новой техники с технологией и организацией труда в условиях планово-директивной экономики в основном осуществлял сам производитель. Это при-

Таблица 1

Состав и содержание технологических укладов

Порядковый номер уклада	Время начала и завершения уклада	Базовые технологии уклада	Сопутствующие базовым технологиям	Страна-лидер технологического уклада	Преимущества данного технологического уклада над предшествующим
1	1790–1830 гг.	Механический труд, дрова и каменный уголь, выплавка чугуна и стали, строительство водных путей	Потребители, сосредоточенные в городах и населенных пунктах	Великобритания, Франция, Бельгия, Германия	Механизация обеспечивает рост производительности труда
2	1840–1880 гг.	Каменный уголь, черная металлургия, паровой двигатель, производство машин, железные дороги	Электричество	Великобритания, Франция, Бельгия, Германия, США	Быстрый транспорт обеспечивает перемещение товаров и людей
3	1890–1940 гг.	Гидроэнергия, электроэнергия, нефть и нефтепродукты, электродвигатели, двигатели внутреннего сгорания, электротехническое машиностроение, авиация, тяжелое вооружение	Линии электропередачи, автомобилестроение и тракторостроение, телевидение, радиосвязь	Германия, США, Великобритания	Скоростной транспорт, новое оружие массового поражения
4	1950–1990 гг.	Нефть и нефтепродукты, атомная энергетика, автоматизация производства, роботы, химическое производство, телевидение, радиосвязь, радиолокация	Автоматизация. Опволоконная связь	США, Канада, Япония, Австралия, Швеция, Германия	Производство энергии в объемах, достаточных для развития промышленности и продуктов конечного потребления
5	1990–2020 гг.	Природный газ, возобновляемые источники энергии, персональные компьютеры	Трубопроводный транспорт, совершенные системы управления	Япония, США, Германия, Швеция, Тайвань, Южная Корея, Австралия	Скоростной информационный обмен виртуальным перемещением продуктов и услуг

водило к тому, как отмечалось выше, что на многих этапах развития производства из-за несопряженности всех четырех основных компонентов имели место значительные потери труда, энергии и материалов. Уменьшение этих потерь и есть стремление к росту эффективности, комплексности применяемых технологий. Однако эволюционное формирование комплексных технологий в условиях нечувствительности плано-директивной экономики к мировым ценам и отсутствию мотивации трудовых коллективов нередко растягивалось на многие годы и резко уменьшало отдачу от их применения. Более предпочтителен другой подход, когда на стадии замысла в единое целое увязаны и согласованы между собой все части нового производственного процесса. Такое согласование должно начинаться с замысла, включать необходимые исследования, проектирование и создание всех составных частей КТ. Уровнем их совершенства и масштабами применения во многом определяется уровень развития каждой отрасли и экономики в целом. Раздельное планирование создания и распространения новых технологических процессов, машин и оборудования, средств контроля и систем управления в условиях плано-директивной экономики приводило к тому, что новые КТ формировались и распространялись эволюционно. Их реальными «создателями» были не организации-разработчики, а предприятия-потребители, обеспечивавшие собственными силами комплексность осваиваемых ими технологий. Понятно, что при таком положении дел страдало качество, возрастала стоимость КТ, а сроки их реализации растягивались на многие годы.

На основе анализа и разработки технологий в разных отраслях экономики в работах [1, 10, 11] предложено использовать следующее понятие комплексной технологии. Комплексной технологией предлагалось считать такую технологию, которая удовлетворяет следующим трем обязательным условиям:

- 1) имеет минимальные (в идеале нулевые) потери продукта на всех промежуточных этапах внутреннего технологического цикла;
- 2) обладает логической согласованностью собственно самой технологии. Под логической согласованностью может пониматься наименьшая величина потерь по основным характеристикам технологии, возникающим из-за несоответствия оборудования, не позволяющего достичь теоретически возможных значений показателей, либо несоответствия уровня квалификации, вида специализации и организации труда исполнителей техническим и технологическим требованиям, что ведет к нарушению технологических условий реализации самой технологии;

3) отвечает требованиям сопряженности, т.е. оказывает минимальное (либо нулевое) отрицательное воздействие на уровень показателей предшествующей ей технологии и следующей за ней технологии в рамках внешнего (общего) технологического цикла.

В условиях рыночной экономики формирование и разработка ИП научно-технологического развития должны ориентироваться на:

- интересы динамично развивающихся рынков;
- прогрессивное совершенствование технологической структуры экономики с учетом баланса стратегических интересов государства, крупных корпораций, предпринимателей и населения;
- цели и долгосрочные интересы хозяйствующих субъектов в устойчивом положении на рынках;
- достижение существенной научной и технической новизны решений, позволяющей их патентовать;
- эффективное расходование средств на разработку и реализацию программ, включая согласование сроков создания новых продуктов с интересами и возможностями рынка;
- адаптивные изменения в организационной структуре научно-технического и производственного потенциала и др.

Объектами применения целевого управления научно-технологическим развитием должны быть процессы обоснования, подготовки и решения проблем КТ. Мероприятия, отличающиеся сложностью обоснования, структуры и способов реализации, обычно характеризуют как проблемы.

- I. К числу традиционных, наблюдаемых, явных закономерностей относятся следующие:
  - I.1. Последовательное (в среднем) повышение технико-экономического уровня технологий, машин, оборудования, продуктов, услуг;
  - I.2. Последовательный (в среднем) рост производительности труда, понимаемый как направленное сокращение живого труда на единицу выпускаемой продукции;
  - I.3. Направленное сокращение ресурсо- и энергоёмкости создаваемых технологий и продуктов;
  - I.4. Повышение экологических требований, связанных с изменением под влиянием длительного техногенного воздействия, стандартов, предъявляемых к загрязнению окружающей среды производственными системами (почвы, воздуха, воды, лесных массивов), включающими технологии, машины, оборудование, материалы и др.;
  - I.5. Последовательное повышение качества создаваемых технологий, продуктов, услуг и т.д., измеряемое улучшением их потребительских свойств.

Закономерности последовательного роста технико-экономического уровня используемых технологий и производственных процессов исследовались и подтверждались во многих работах [4, 5, 15, 18, 21]. Эти закономерности проявляются в последовательном росте параметров: скорости машин, оборудования, повышении их производительности, удельной мощности, снижении удельного расхода топлива (энергии), росте КПД и др. Возникавшие противоречия в одновременном росте всех параметров машин и оборудования в ряде случаев требовали отказа от развития всех параметров и сосредоточения внимания на каком-либо одном (или) нескольких, но главном для потребителя. Например, при совершенствовании отечественных прядильных машин рост производительности оборудования приводил к снижению качества пряжи. Поэтому возникшие противоречия при совершенствовании прядильных машин потребовали проведения параллельных направлений развития производительности оборудования, ориентированные на определенные стандарты качества продукта (пряжи).

В работе [4] показано существование экономически необоснованного удорожания отечественных машин и оборудования, суть которого состоит в повышении стоимости без увеличения их качества и улучшения потребительских свойств. Отмечается, что индекс явного экономически необоснованного удорожания машин и оборудования в 1965–2005 гг. составил 1,62 [4].

- II. К базовым, фундаментальным закономерностям технологического развития относятся следующие:
- II.1. Свойство динамики трапецеидального изменения основных показателей в рамках жизненного цикла технологии, оборудования, машин, материалов, систем, организации труда и управления;
  - II.2. Длинные, средние и короткие волны направленного изменения свойств и неравномерной динамики объемов совокупностей технологий и продуктов;
  - II.3. Наличие укладов, понимаемых как взаимосвязанное единство базовых согласованных технологий и их совокупностей;
  - II.4. Наличие прямых и обратных связей между технологиями и их совокупностями, обеспечивающими полный воспроизводственный технологический цикл;
  - II.5. Наличие технологий производства и потребления, среди которых определяющими являются технологии потребления, обуславливающие развитие технологий производства.

Среди базовых закономерностей научно-технологического развития экономики наиболее значимыми являются длинные (40–50 лет), средние (20–15 лет) и короткие (10–8 лет) волны экономической конъюнктуры, подробно рассмотренные в работах Н.Д. Кондратьева [13], Й. Шумпетера [20], М.И. Туган-Барановского [19], а также дополненные исследованиями современных экономистов, включая С.Ю. Глазьева [5], Ю.В. Яковца [21] и др. Неравномерность и нелинейность траекторий научно-технологического развития, с одной стороны, заложены в природе самих процессов научного познания, обусловлены возможностями технической и ресурсной реализации новых научных идей в виде новых технологий и продуктов, а с другой стороны, они в условиях рыночной экономики стимулируются и поддерживаются спросом на новые продукты и услуги, опирающимся, в свою очередь, на многочисленные финансовые и банковские структуры. Из этого достаточно тривиального объяснения причин неравномерности научно-технологического развития вытекают следующие свойства (рис. 2): 1) наличие дискретной последовательности состояний экономических систем в виде укладов, определяемых как взаимосвязанные совокупности сопряженных технологий; 2) обязательная ориентация технологий, сопряженных в уклады, на завершающую стадию технологического цикла – конечное потребление, определяемое спросом, стандартами потребления различных благ, численностью и менталитетом населения в конкретной экономике и др.; 3) деление технологий на базовые, определяющие «ядро» технологического уклада, и сопровождающие, дополняющие технологии, бывшие базовыми на предыдущих укладах либо формирующиеся в рамках данного уклада, но еще не достигшие своего полномасштабного развития.

Технологический уклад (ТУ) создает условия для формирования производственных комплексов объектов определенных видов, которые способствуют повышению эффективности экономики на конкретном этапе ее развития (табл. 2).

Так, 1-й ТУ формировался и имел преимущества в производительности труда, снижении себестоимости за счет соединения гидравлической установки и рабочей машины (текстильных станков, металлургического оборудования), что обеспечило механизацию базовых технологических процессов в некоторых отраслях и позволило существенно повысить производительность труда в них. Изменения в технологиях отражались в свойствах каждого уклада (табл. 3).

В рамках 2-го ТУ соединение паровой энергоустановки и комплекса рабочих машин позволило разорвать прямую связь производства с местом расположения природных источников энергии. Появилась

возможность размещать производства таким образом, чтобы минимизировать транспортные издержки на привлечение основных видов ресурсов и доставку готовой продукции потребителям.

Возможности разделения энергетической установки на базовую (электростанция) и индивидуальную

(электрический двигатель) и соединение последней с конкретной рабочей машиной, появившиеся в рамках 3-го ТУ, открыли возможности создания производственных модулей различной производительности (мощности) и гибкой компоновки оборудования при создании производственных систем.

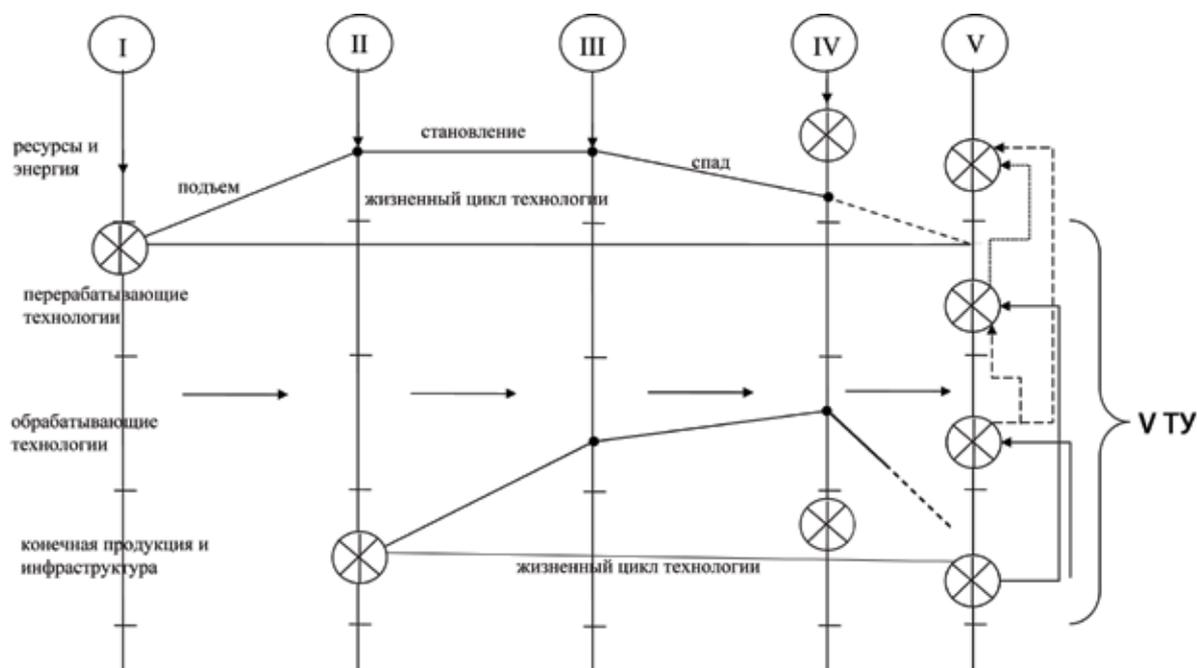


Рис. 2. Закономерности технологического развития. I, II, III, IV, V – технологические уклады; \* – базовые технологии; • – дополняющие технологии

Процесс последовательного перехода от одного технологического уклада к другому сопровождается расширением возможностей производства ранее выпускавшихся продуктов (предоставляемых услуг), переводом соответствующих им производственных процессов на новую технологическую базу и разворачиванием производства новых продуктов (услуг).

Переход экономики с одного уклада на новый, формирующийся уклад происходит за счет потенциала уже существующего (существующих) укладов, а также благодаря финансовым механизмам, способным содействовать ускоренному освоению нового уклада. Многоукладность экономики, определяемая отсутствием базовых элементов наиболее прогрессивного технологического уклада во всех отраслях экономики, приводит не только к малоэффективной экономической деятельности производств, использующих технологии предыдущего уклада, но и к отвлечению определенной части потенциала (ресурсов и кадров) на устаревшие технологии, вместо использования этого потенциала для освоения технологий нового уклада.

При формировании нового ТУ происходит определенное кредитование новых производств, создаваемых на инновационной основе. Хотя ориентиром создания новых базовых технологий является стадия конечного потребления в рамках полного технологического цикла (рис. 2), нередко создание новых базовых технологий влечет за собой и создание новых продуктов и видов услуг, не пользующихся спросом на сложившихся рынках. Поэтому усилия по формированию нового технологического уклада, должны распространяться и на создание новых рынков продуктов и услуг.

Финансовый потенциал формирования нового ТУ определяется состоянием фондовых рынков промышленно развитых стран. В значительной степени этот потенциал сосредоточен в финансовых обязательствах (деривативах) многих крупнейших компаний. Деривативы – это финансовые пузыри, т.е. виртуальные, будущие деньги, которые могут стать реальными, а могут и не стать. Деривативы – это не всегда финансовое зло, с которым нужно обязательно бороться и победить, а финансовый инструмент, которым следует умело пользоваться.

Таблица 1

Осваиваемые в рамках технологических укладов виды базовых технологий

Виды технологий	Технологические уклады					
	I	II	III	IV	V	VI
Технологии производства, энергии и добычи ресурсов	Водные и ветровые, дрова	Тепловые, каменный уголь	Электрические, нефть	Двигатели внутреннего сгорания и турбины	Ядерные и газовые	Водородные и возобновляемые источники энергии
Технологии переработки ресурсов и производства материалов	Производство хлопчатобумажных тканей, производство чугуна, железа	Производство стали	Производство цветных металлов	Производство полимеров	Производство материалов с новыми свойствами	Производство материалов на основе нанотехнологий
Технологии обработки материалов и ресурсов	Механизированное производство ряда простых продуктов (текстиля, черных металлов и др.)	Оборудование для черной металлургии, транспортного и энергетического машиностроения (паровых двигателей, железнодорожного оборудования и судов), станкоинструментальной промышленности	Тяжелое машиностроение для электротехнической промышленности, неорганической химии, сталелитейной промышленности, конвейерные линии, авиастроение, электросварка, металлообработывающие станки	Автоматизированные линии, оборудование для нефтедобычи, органической химии, цветной металлургии, промышленности синтетических материалов, технологии для автомобилей и тракторостроения, промышленности товаров длительного пользования, массового жилищного и дорожного строительства, розничные линии, станки и ЦПУ	Оборудование для строительства трубопроводов, добычи и переработки газа, авиастроения, электронной промышленности и производства телекоммуникационной и информационной техники, сферы программного обеспечения для автоматизации производственных процессов и информационных технологий, роботы, компьютеры, интернет	Новые виды связи, включая космические, био и нанотехнологии, программное обеспечение для функционирования интегрированной информационной среды, технологии производства машин и оборудования из новых материалов
Конечные продукты и услуги	Водный транспорт	Железнодорожного транспорта	Линии электропередач	Авиационный и автомобильный транспорт	Трубопроводный транспорт	Интегрированные высокоскоростные транспортно-логистические системы, интегрированная информационная среда
	Торговля	Строительство и ремонт зданий и сооружений	Коммуникационные системы, объекты коммунально-бытовой сферы	Сферы деловых услуг	Информационно-коммуникационные системы	Интегрированные системы непрерывной подготовки и переподготовки кадров новых профессиональных групп, лечение заболеваний на клеточном уровне, в т.ч. с применением медицинских нанороботов

Окончание таблицы 1

Технологические уклады						
Виды технологий	I	II	III	IV	V	VI
	Централизованное водоснабжение	Организации начального образования и профессиональной подготовки	Системы высшего образования, университеты	Системы среднего, среднего специального и высшего образования, ориентированные на потребности ос-нов. отраслей экономики	Интегрированные образовательные-исследовательские системы	Исследовательские центры в рамках формирования технологических платформ
	Индивидуальная медицинская помощь при заболеваниях	Медицинских учреждений широкого профиля	Системы медицинских учреждений, сложности предоставляемых услуг	Специализированные медицинские центры	Высокотехнологичные диагностирования и лечение заболеваний	
	Национальные академии и научные общества	Научно-исследовательские институты	Внутрифирменные научно-исследовательские подразделения	Специализированные научно-иссл. подразделения крупных фирм	Группы организаций реализующих целевые программы	

Таблица 2

Особенности технологий в разрезе технологических укладов

Технологические уклады						
Виды технологий	I	II	III	IV	V	VI
Количество субъектов, реализующих технологию	Один субъект	Несколько субъектов	Значительное количество автономных субъектов	Значительное количество связанных на долговременный период субъектов	Небольшое количество сложных по структуре субъектов	Значительное количество различных по структуре субъектов
Стабильность состава субъектов, реализующих технологию	В течение периода существования субъекта	В течение определенного периода	В рамках коротких периодов и переменный от периода к периоду	В течение периода массового выпуска продукта (предоставления услуги)	В рамках производства определенного объема спектра продукции	Только в рамках производства определенного вида и объема продукта (услуги)
Реализуемые субъектами операции	Все основные операции по выпуску продукта (предоставлению услуги) выполняются одним субъектом	Выполнение субъектами определенных комплексов операций	Выполнение субъектами определенных комплексов операций и отдельных операций	Выполнение субъектами определенных комплексов операций в рамках массового производства продукта (предоставления услуги)	Выполнение субъектами автоматизированных комплексов операций	Выполнение субъектами регулярно уточняемых автоматизированных комплексов операций

Окончание таблицы 2

Технологические уклады						
Виды технологий	I	II	III	IV	V	VI
Степень технологичности, реализуемых отдельными субъектами, и технологии производства (предоставления услуги)	однозначная привязанность к определенной технологии	Применение автономных технологий субъектами, производящими продукт (выполняющими отдельные функции)	Возможность применения субъектами разных технологий при выполнении однотипных операций или их комплексов	Применение субъектами специальных технологий, согласованных только по параметрам результатов (компонентов продукта или функций при предоставлении услуги)	Возможности применения разных (не регламентированных извне) технологических (гибких) автоматизированных производств	Технология производства продукта (услуги) является композицией согласованных гибких автоматизированных производств
Требования к материалам	Обеспечение механизации выполнения основных операций	Обеспечение разнородности производственных механизированных процессов производства в зависимости от мощности энергетической установки	Обеспечение механизации технологических процессов с разными объемами производства и реализации нескольких альтернативных технологий выполнения однотипных операций	Обеспечение механизации всех операций в рамках крупномасштабного производства, а также автоматизация выполнения отдельных технологических операций и их комплексов	Высокая точность и надежность выполнения технологических операций, наличие исполнительных и управляющих устройств, позволяющих автоматизировать производство в целом	Наличие устройств и программного обеспечения для адаптации образцов изделия (компонента) к технологическим возможностям субъекта
Реализация регламента технологии	Ручное установление и контроль параметров технологических процессов в рамках интегрированной технологии	Ручное установление и контроль параметров технологических процессов в рамках их комплексов	Ручное установление и контроль параметров технологических процессов субъектами-производителями компонентов и изготовителями конечной продукции	Автоматическое установление и контроль параметров отдельных технологических процессов	Автоматическое установление и контроль параметров технологических процессов и последовательности их осуществления в рамках производств	Автоматическое распознавание образов ресурсов и продуктов (компонентов), автоматическая настройка технологий на их производство

ся. Конечно, в противостоянии будущего успеха и настоящего желания получить такой успех всегда происходит противостояние различных потенциалов и сил, а в этом противостоянии всегда есть победители и неудачники. Поэтому распад фондовых рынков и крах «финансовых пузырей» – это объективные явления на пути экономического и технологического развития мировых экономик ведущих стран, пока не сформировавших межстрановые эффективные механизмы контроля и регулирования мирового технологического развития.

Согласованность, сопряженность технологий, образующих технологический уклад, обладает не только важными для поддержки этого уклада экономическими субъектами, но и свойствами сокращения потерь ресурсов и достижения всеми звеньями уклада нужного качества используемых ресурсов и создаваемых продуктов. Эти свойства, в свою очередь, являются базовой основой для получения максимальной доходности (дополнительной прибыли, повышенной рентабельности) от использования хозяйствующими субъектами технологий, входящих в уклад.

Мотивами, определяющими экономические интересы хозяйствующих субъектов, входящих в технологический уклад, являются, с одной стороны, получение дополнительной прибыли, а с другой, – возможное сокращение уже получаемого дохода в рамках прежнего уклада (в случае отказа от поддержки нового). Сокращение либо полная потеря дохода для экономических субъектов (бизнеса), участвующих в технологиях существующего уклада, является мало значимым фактором только для директивно-управляемых субъектов, потери дохода которых компенсируются государством. В значительной степени этим обстоятельством, т.е. отсутствием экономических мотивов у хозяйствующих субъектов, объясняется медленное освоение 3-го и 4-го ТУ планово-директивной экономикой бывшего СССР в предвоенный и послевоенный период.

В рамках 4-го ТУ появление достаточно легких и одновременно мощных, и, в то же время, использующих сравнительно небольшие (в отличие от традиционных паровых установок) объемы первичных энергоносителей, видов энергоустановок – двигателей внутреннего сгорания – привело к широкому распространению новых видов транспортных средств и мобильных производственных установок. Это позволило осуществить механизацию основных производственных процессов в ряде отраслей. Например, использовать различные виды машин в сельском хозяйстве, строительстве и иных отраслях, где необходимо перемещение машин в ходе производственного процесса, что существенно повысило производительность труда в этих отраслях.

На следующих этапах развития – в рамках пятого и шестого технологических укладов – происходит дальнейшее усложнение структуры образуемых комплексов. К комплексу: энергетическая установка + рабочая машина добавляются объекты, обеспечивающие автоматическое их функционирование (табл. 4).

В рамках 5-го ТУ появляются станки с ЧПУ, обрабатывающие центры (энергетическая установка + многофункциональная рабочая машина + система автоматического управления последовательностью выполнения операций и осуществлением каждой из них) и гибкие автоматизированные производства (группы обрабатывающих центров и станков с ЧПУ, объединенных единой системой автоматического управления). При этом существенно расширяется спектр производимых данными комплексами продуктов, сокращается время производства (за счет устранения части операций по передаче промежуточных продуктов, ранее осуществлявшихся между специализированными станками/установками).

Для 6-го ТУ характерны еще более сложные комплексы. Они представляют собой объединение ГАП со средствами обработки и интерпретации (применительно к технологическим возможностям данного производства). Появление таких комплексов создает возможности для интеллектуализации производства, сокращения времени поиска партнера в процессах инновационной, производственной и рыночной деятельности, снижения затрат на осуществление взаимодействий и уменьшения рисков у хозяйствующих субъектов.

В конечном итоге, производство определенных видов продуктов (услуг) становится столь крупномасштабным, что способно полностью удовлетворить потребности в них. При достижении уровня насыщения на первый план выходит проблема гибкости в обеспечении потребностей (их удовлетворения по мере возникновения, учет особенностей каждого из потребителей и т.п.). Это обуславливает, как наличие резервных мощностей (для учета неравномерности потребления), так и расширение и изменение спектра производимых продуктов и услуг (для обеспечения индивидуализации в потреблении).

Результатом насыщения потребностей становится замедление темпов роста объемных показателей в соответствующих отраслях и более высокие темпы обновления их продукции (услуг).

Кроме того, насыщение потребностей в ряде продуктов (услуг) приводит к изменению потребительских предпочтений в пользу новых продуктов и услуг. Их производство и потребление начинают расти более высокими темпами, чем у «традицион-

ных» (ранее массово выпускавшихся) видов продуктов (услуг).

При этом наблюдается тенденция к более быстрому росту сферы услуг. Основными факторами этого является предоставление:

- новых видов услуг субъектам постоянно расширяющейся экономики (по составу производств и объемам деятельности);
- более разнообразных, сложных и высококачественных услуг ранее существовавших видов (для учета новых требований в рамках следующего уклада и индивидуальных потребностей субъектов). При этом происходит увеличение количества альтернативных структур, способных предоставить услугу с параметрами, удовлетворяющими различных потребителей.

Анализ отечественного опыта в освоении 3-го, 4-го и 5-го технологических укладов в условиях планово-директивной экономики свидетельствует, во-первых, о значительном запаздывании советской экономики в освоении технологий каждого нового ТУ; во-вторых, об отсутствии СССР в числе стран-лидеров каждого нового уклада [5]. Хотя научно-технический потенциал советской науки, сформировавшийся в 30–50-е годы, был достаточно высок, он в значительной степени был направлен на нужды оборонно-промышленного комплекса. Гражданский сектор экономики был ограничен в поставках необходимых материальных ресурсов, многие из которых не обладали нужным для развития высоким качеством. В связи с этим, а также по причине низкой эффективности планово-директивной, затратной системы, управлявшей хозяйствующими субъектами от «базы», освоение научно-технических достижений для советских предприятий было не благом, а обузой, и рассматривалось как внедрение, т.е. преодоление сопротивления старых технологий новым. В этом противостоянии старое, «проверенное опытом» нередко побеждало новое, показавшее себя прогрессивным в промышленно-развитых странах. В итоге, если в послевоенный период технологическое отставание СССР от набиравших темпы экономического развития промышленно-развитых стран (ФРГ, Франция, Англия, Япония) было незначительным, то в 70-е и 80-е годы оно стало заметным, хотя и не признавалось официально руководством СССР. Неустойчивое в перспективе экономическое положение страны должна была исправить разработка в 1973 году Комплексной Программы научно-технического прогресса на 20 лет (КП НТП). Несмотря на успехи в ее разработке, экономика бывшего СССР по-прежнему развивалась экстенсивными методами, а сопротивление новым отечественным и зарубежным достижениям сохранялось, несмотря на критику и создание новых прогрессивных форм связи науки с производством.

III. Среди новых, формирующихся закономерностей технологического развития можно выделить следующие:

- III.1. Конвергенция технологий, предполагающая совмещение смежных технологий в одну обобщенную;
- III.2. Замещение невозпроизводимых, исчерпаемых ресурсов (прежде всего энергоносителей) воспроизводимыми либо менее дефицитными, более распространенными;
- III.3. Появление новых существенных угроз сложившемуся технологическому развитию (изменение климата, нарушение равновесия экологических систем);
- III.4. Усиление государственного и межгосударственного контроля объемов и свойств новых технологий потребления.

Примерами совмещенных технологий являются технологии прямого восстановления железа из руды, гибридные двигатели для автомобилей и др. Замещение исчерпаемых энергоресурсов возобновляемыми возможно не только путем использования энергии ветра, воды и морских (океанических) приливов, тепла Земли, но и разнообразных способов производства синтетических топлив (биотопливо, из каменного угля, из нефтяных шлаков и др.).

Появление новых угроз технологическому развитию обусловлено климатическими изменениями (наводнения в Восточной Европе и в Пакистане, аномально высокие температуры в Европейской части России и др.).

Переход к постиндустриальному обществу, предпосылки которого сформированы в рамках пятого технологического уклада, сопровождается взаимосвязанными (взаимообусловленными) изменениями в элементах и структурах экономической системы общества: результатах деятельности субъектов (продуктах/услугах), способах их взаимодействия, потенциале производства и применяемых технологиях.

Изменения результатов деятельности при переходе к постиндустриальному обществу касаются не только непосредственно их атрибутов (характеристик, важных с точки зрения их включения в процессы производства и конечного потребления), но также отражают изменения во взаимодействиях субъектов.

В совокупном образе продукта (услуги) - реальный (произведенный) продукт (услуга) доминирующую роль начинает играть стандартный гарантированный виртуальный паспорт, паспорт-образ. При этом ранее существовавший образ как «физический» объект, доступный потенциальным пользователям (потребителям), и/или его информационное

отображение в виде совокупности параметров (основные технические и эксплуатационные характеристики, дизайн и т.п.), обретает ряд дополнительных характеристик.

Прежде всего, это «оцифрованные» и представленные в виде определенных паспортов (стандартов) продукта (услуги) фрагменты и их детализации до отдельных элементов, технологии их изготовления (реализации отдельных функций при предоставлении услуг) и необходимые для этого ресурсы, способы осуществления процессов эксплуатации, ремонта и утилизации. Эти модели существуют в интегрированной информационной среде в специфической форме информационных объектов.

Такие информационные объекты содействуют активному информационному обмену и позволяют, используя интегрированную информационную среду, потребителю найти наиболее подходящий ему продукт (услугу), предлагаемый определенными производителями, а производителю – определиться с поставщиками необходимых ресурсов и схемами кооперации с партнерами по выпуску определенных видов продукции (предоставлению определенных услуг).

Значительные изменения происходят также в других аспектах взаимодействий субъектов. В частности, существенно расширяется сфера их временных контактов. Теперь она охватывает не только взаимодействие по поводу готовых результатов (конечных продуктов и услуг индивидуального и производственного назначения), но также и сферу производства (временная кооперация при производстве определенного продукта (услуги). Кроме того, основная часть взаимодействий между хозяйствующими субъектами осуществляется на уровне стандартных образов (информационных объектов).

Изменения в продуктах и взаимодействиях субъектов, формирование интегрированной информационной среды создают предпосылки для интеллектуализации производства, которая обеспечивает:

- автоматический поиск поставщиков ресурсов для осуществления собственной деятельности по заданным критериям;
- распознавание образов предлагаемых ими продуктов и услуг на предмет пригодности использования в деятельности (технологических процессах);
- автоматическая проверка технологических возможностей производства по выпуску самостоятельно разработанного или заказываемого продукта и формирование соответствующего технологического процесса (полного или частичного), применительно к условиям предприятия;
- автоматическое формирование списка потенциальных партнеров по осуществлению сложных

технологических процессов (для организации аутсорсинга) в рамках интегрированной информационной среды и т.п.

Развитая информационная среда постиндустриального общества создает возможности для расширения спектра форм участия человека в производственных процессах и в организации производства.

Прежде всего, это касается участия человека в производственных процессах (совместной деятельности людей вообще). Наряду с традиционными формами непосредственного участия человека в деятельности в определенном месте и в определенное время, существенно расширяется сфера с нефиксированными параметрами деятельности.

Для широкого круга профессий, не связанных непосредственно с осуществлением текущих производственных процессов, открываются возможности работы вне предприятия (работа по месту жительства, мобильные рабочие места и т.п.) с выполнением ранее осуществлявшихся функций. При этом время начала и окончания деятельности (величина и позиционирование времени участия в деятельности) определяется самим исполнителем. Дополнительные затраты, связанные с обменом заданиями и результатами через информационную среду, будут небольшими. Возможна даже экономия издержек за счет сокращения потребностей в офисных площадях, коммунальных услугах и т.п.

Для непосредственно участвующих в управлении текущими процессами появляются возможности дистанционной деятельности – выполнения функций при нахождении вне места осуществления реального процесса. Однако здесь могут быть разные синхронизированные требования к моменту начала и окончания деятельности человеком. В случае дискретного производства свобода в выборе времени участия в производственном процессе больше (ограничения определяются только количеством желающих участвовать в конкретном процессе и его техническими характеристиками), чем в непрерывных производствах, где регламент деятельности существенно жестче.

Что касается предприятий (организаций) в целом, то здесь изменения организации процессов происходят как внутри, так и при взаимодействиях с внешней средой.

Формирование внутренней информационной среды позволяет осуществить переход к управлению предприятием по базовым бизнес-процессам (к процессно-ориентированной системе управления). Для этого в рамках предприятия выделяются устойчивые совокупности функционально взаимосвязанных действий, обеспечивающих реали-

зацию определенных целей. Лица, управляющие бизнес-процессами, для успешной их реализации наделяются полномочиями по мониторингу, обеспечению условий и контролю осуществления данных процессов.

В качестве целей при выделении бизнес-процессов может выступать выпуск продукции, ресурсное обеспечение ее выпуска, а также техническая подготовка производства, эксплуатация, модернизация, утилизация продукции и другие. При этом часть из реализуемых бизнес-процессов охватывает только деятельность внутри предприятия, а часть – как внутреннюю деятельность, так и взаимодействие с партнерами по бизнесу и потребителями. В целом на крупном предприятии может одновременно реализовываться несколько десятков бизнес-процессов.

Непрерывное обновление продукции и технологической базы производства определяет изменчивость структуры бизнес-процессов предприятия, степень вовлеченности в них отдельных структурных подразделений. Более того, недостаточность собственных ресурсов для частой и быстрой реструктуризации производственного процесса в целом, а также получения для этих целей ресурсов извне предполагает выход бизнес-процессов за рамки предприятия-инициатора производства нового вида продукта (услуги).

При построении сетевой организации с использованием интегрированной информационной среды (особенно глобальной) предприятие-инициатор может подобрать партнеров, уже преобразовавших свои производственные процессы таким образом, чтобы производить элементы, фрагменты, части для нового продукта (осуществлять отдельные функции при предоставлении новой услуги) соответствующего качества, в приемлемые сроки и с устраивающим потенциального «заказчика» уровнем затрат.

Подбор партнеров для совместного выпуска продукции существовал и в рамках предшествующих технологических укладов. Однако он предназначался для организации выпуска определенного (достаточно узкого) спектра продуктов (услуг). Прогресс для данных производств заключался, в основном, в симуляции инноваций (изменении линейки выпускаемой продукции) или в совершенствовании отдельных параметров выпускаемой продукции. В данном случае преобладало долгосрочное сотрудничество (кооперация) со стабильным кругом партнеров (в форме долгосрочных контрактов или образования различных корпоративных структур на различных основаниях).

При радикальном изменении качества продукции, а также переходе к новому спектру продукции схема кооперации изменялась, но принцип стабиль-

ности состава партнеров в основном сохранял свое значение.

Непрерывный инновационный процесс (постоянная смена продукции и технологий) требует формирования схем кооперации под каждый новый продукт (услугу). Поэтому производство нового продукта (услуги) каждый раз предполагает создание предприятием-инициатором производственной структуры из уже существующих предприятий на временной основе.

В этих условиях производственная система, обеспечивающая выпуск нового продукта (услуги), предстает в качестве особой функции сетевой организации реально существующих предприятий, которые осуществляют ограниченную по масштабам и времени совместную деятельность по выпуску определенного продукта (предоставлению услуги). В целом такая производственная система выступает как аналог созданного на основе договоров на время взаимодействий партнеров предприятия, т.е. выступает в качестве виртуального предприятия.

При этом реально существующие предприятия остаются самостоятельными и даже могут одновременно участвовать в выпуске нескольких новых продуктов (входить в несколько разных производственных систем).

Технологический базис экономики представляет собой совокупность технологий, обеспечивающих успешное достижение приоритетных долгосрочных целей национальной политики государства в области национальной безопасности, экономического роста, здоровья нации, внутренней стабильности и снижения социальной напряженности, повышения внешнеполитического авторитета и влияния.

В качестве результата применения технологии, обычно, выступают различного вида услуги, промежуточные продукты и конечные продукты. Собственно технология может определяться как совокупность технически обеспеченных, организованных и управляемых процессов получения результатов, которые могут быть использованы при разработке более завершеного в рамках жизненного цикла конкретного продукта (услуги), его производства и эксплуатации.

Под воздействием складывающихся в экономике условий, среди которых ключевую роль играют направления и темпы осуществления научно-технологического развития, технологический базис претерпевает изменения. Причем эти изменения охватывают как отдельные технологии, так и целые комплексы взаимосвязанных технологий.

Рассмотрение этих изменений при переходе от одного из технологических укладов к другому позво-

ляет понять особенности формирования технологического базиса постиндустриального общества. Происходящие при этом изменения затрагивали как отдельные технологии, так и формирующиеся на их основе крупные технологические структуры (табл. 3, табл. 4).

Основное направление произошедших и продолжающихся в настоящее время изменений – ужесточение требований к сохраняемым в качестве сопутствующих технологий и дополнение новыми требованиями, вытекающими из особенностей взаимодействий хозяйствующих субъектов в рамках последних технологических укладов.

Вместе с тем, эволюционный процесс совершенствования технологий, связанный с созданием максимально благоприятных условий для реализации процессов на уровне макрообъектов, подходит к своему пределу.

В его рамках были реализованы последовательно этапы перехода от жесткой интегрированной технологии производства нескольких основных видов продукции, к технологии производства широкого спектра продуктов и услуг, интегрированной на уровне информационных образов.

В частности, применение в качестве основной во 2-ом ТУ энергетической установки паровой машины позволило существенно распараллелить производство основных продуктов и создало основу для появления альтернативных технологий.

Разделяемые (в пространстве и по мощности) электроэнергетические установки открыли возможности механизации процессов с разными по величине объемами производства и применения разных технологий для выполнения отдельных операций, в т.ч. различающихся спектром производимых продуктов (компонентов). Кроме того, на данном этапе появилась возможность формирования альтернативных технологических структур на основе выбора и закрепления определенных комбинаций используемых различными субъектами технологий.

Дополнение стационарных энергетических установок мобильными позволило завершить механизацию производственных процессов в основных отраслях экономики и создать полноценные межотраслевые комплексы, сопрягаемые по масштабам и иным параметрам. В свою очередь, это открыло возможности перехода к кооперации субъектов на долговременной основе при осуществлении массового выпуска стандартных продуктов (предоставления стандартных услуг). На этом этапе существенно повысилась стабильность параметров производственных процессов, что позволило приступить к автоматизации отдельных технологических процессов и их комплексов.

При формировании 4-го ТУ происходит объединение отдельных автоматизированных операций и их комплексов в гибкие автоматизированные производства. При этом появляется возможность быстрого перенастройки производства на выпуск новой продукции, расширения спектра выпускаемой продукции для удовлетворения индивидуальных потребностей в условиях массового производства. Однако, при этом технологии усложняются из-за специальных операций по управлению рабочими органами машин и контролю технологических процессов и получаемых результатов.

Последующая интеллектуализация производственных процессов обеспечивает создание самонастраивающихся производственных комплексов, которые могут на временной основе входить в разные интегрированные технологии производства определенной продукции (услуги). Кооперационные связи при этом устанавливаются на время выпуска определенного объема продукта (предоставления определенного объема услуг).

В течение первых четырех технологических укладов технологический базис представлял собой совокупность формируемых на постоянной или временной основе технологических структур, обеспечивающих выпуск, а в рамках 5-го ТУ – также и разработку, и сопровождение в течение жизненного цикла определенных видов продуктов (предоставление определенных видов услуг) – макротехнологий.

При таком «продуктовом» подходе границы макротехнологии определяются на основе критерия определенности (однозначности) связей субъекта – производителя и субъекта – потребителя продуктами, полученной при реализации конкретной технологии.

При передаче заранее продукта определенному потребителю, последний входит в общую производственную систему, а ее технологические процессы становятся одной из стадий соответствующей макротехнологии.

В случаях, когда на определенной стадии производится продукт (услуга) универсального назначения, существует, в силу разнообразия и/или многочисленности потенциальных потребителей, неопределенность в направлениях конкретного использования этого продукта (изделия, технической системы или услуги). Это означает, что данный продукт может быть включен в разные последовательности операций по получению нескольких (многих) продуктов различными производителями. Данная точка «ветвления» определяет конец жестко детерминированной цепочки технологий, т.е. является завершающей стадией макротехнологии и начальной точкой макротехнологий получения других продуктов.

Таблица 4

Характеристики технологических производств в разрезе технологических укладов

Технологические уклады						
	I	II	III	IV	V	VI
Элементы технологических структур, предназначенных для выпуска конечной продукции (предоставления услуг конечному потребителю)	Технологии осуществления отдельных операций, обеспечивающих в совокупности производство конечного продукта (предоставления услуги)	Технологии производства компонентов для выпуска конечных продуктов (предоставления услуг), технология соединения компонентов в продукт (услугу)	Технологии механизированного производства компонентов и конечных продуктов (услуг)	Технологии массового производства компонентов (выполнения частичных функций) и конечных продуктов (услуг)	Гибкие автоматизированные производства, обеспечивающие выполнение комплексов технологических операций по производству компонентов или даже продукта в целом	Самонастраивающиеся технологии производства компонентов и продуктов (услуг) в целом
Назначение элементов технологических структур в рамках интегрированной технологии выпуска конечного продукта (предоставления услуги конечному потребителю)	Часть конкретной интегрированной технологии	Охватывают совокупности технологических операций, обеспечивающих производство компонентов продукта (функциональные блоки при предоставлении услуги)	Части композиций из альтернативных технологий, реализующих процессы производства компонентов для конечного продукта (услуги)	Относительно автономные технологии производства компонентов для конечного продукта (услуги)	Части модульных технологий производства конечного продукта (услуги)	Составные части временных композиций из альтернативных технологий производства отдельных компонентов конечного продукта (услуги)
Принцип формирования макротехнологий	Соответствие производству определенного вида конкретным субъектом	Соответствие производству определенного вида совокупностью субъектов	Соответствие производству определенного вида множеству субъектов	Соответствие производству определенного вида стандартных продуктов множеству субъектов	Соответствие выпуска широкого спектра продукции для удовлетворения индивидуальных потребностей	Соответствие выпуску определенного объема конкретного продукта (предоставлению определенного объема услуги) совокупностью объединенных субъектов
Место, занимаемое в экономической системе	Производства на уровне близких по структуре технологий (отраслей)	Производственные структуры, построенные на основе различных технологий (отрасли с альтернативными технологиями)	Производственные структуры, построенные на основе использования различных технологий производства компонентов (отрасли с альтернативными технологиями, формируемыми субъектами)	Многоотраслевые производственные комплексы, предполагающие использование различных технологий производства компонентов в разных отраслях	Производственные структуры, предназначенные для индивидуальных потребностей	Временные производственные структуры, создаваемые субъектами для кооперации при выпуске определенного объема продукта (услуги)

Таким образом, макротехнологии представляют собой цепочки, составленные из однозначно связанных технологических процессов, находящихся между узлами «ветвления».

Применение принципа определенности (однозначности) взаимосвязей технологических процессов позволяет выделить следующие виды макротехнологий, обеспечивающих производство различных типов продуктов универсального назначения:

- энергоносители (первичные и полученные в результате их переработки);
- электроэнергия;
- материалы, используемые в различных технологиях (металлы, продукты химии и нефтехимии и т.п.);
- потребительские товары, в том числе товары длительного пользования;
- инвестиционное машиностроение (технологическое оборудование, транспортные средства и др.);
- здания и сооружения;
- продукты сельского и лесного хозяйства и добывающих отраслей;
- объекты окружающей среды (например, ландшафты, воздушная и водная среда) и т.п.

Внутри каждого из представленных видов могут существовать альтернативные макротехнологии (различные способы получения одного и того же продукта) и дополняющие (получение разных продуктов, относящихся к одному виду).

Вместе с тем, принцип определенности (однозначности) взаимосвязей технологических процессов не означает, что технологический базис экономики представляет собой только совокупность «чистых» макротехнологий, относящихся к рассмотренным выше видам.

В реальной экономике, где производство осуществляется конкретными субъектами, между ними могут устанавливаться прямые длительные (охватывающие определенный период) связи, как бы соединяющие на это время их технологические процессы в единую структуру. В качестве факторов установления таких связей могут выступать использование всего (или большей части) производимого продукта одним потребителем, а также производство продукта, который, в силу эксклюзивности своих параметров, может использоваться только одним (определенным) потребителем.

В результате этого, могут формироваться на определенное (фиксированное) время более сложные по структуре макротехнологии. Они представляют собой либо комбинацию нескольких «чистых» макротехнологий, либо включение отдельных технологических процессов, характерных для других

макротехнологий, в конкретную макротехнологию (расширение ее структуры).

Кроме того, когда в экономике одновременно существуют несколько технологических укладов, находящихся на разных стадиях жизненного цикла (зарождение, развитие, доминирование, деструкция), в ней могут одновременно существовать несколько различных структур макротехнологий.

При этом под воздействием научно-технологического прогресса происходит процесс преобразований существующих (используемых) макротехнологий.

Во-первых, ряд специальных, используемых в технологиях одного вида, продуктов переходят в ряд универсальных, а соответствующие им технологические процессы «отделяются», и на их основе формируются новые макротехнологии.

Во-вторых, в рамках общей структуры макротехнологии одни технологические процессы (и даже целые их комплексы) могут заменяться другими. Чем выше темпы научно-технологического прогресса, тем большее количество макротехнологий претерпевают преобразования, и чаще они будут осуществляться.

Периоду интенсивного научно-технологического прогресса больше соответствует тип временных макротехнологий, формирующихся из «заменяемых» блоков технологических процессов, а также дробление крупных макротехнологий на отдельные фрагменты, становящиеся самостоятельными макротехнологиями.

Кроме того, на расширение количества временных макротехнологий влияет также изменение принципов построения производственного процесса – создание сетевых структур и виртуальных предприятий, существующих только в течение периода совместной деятельности субъектов по выпуску определенных видов продуктов (предоставлению определенных видов услуг).

Эти макротехнологии включают в свой состав компоненты информационной среды (информационно-коммуникационные технологии), с помощью которых создаются информационные образы продукта (информационная матрица продукта), коммуникации с реальными его производителями (компоненты и сборка) и управление автоматизированными процессами производства.

Соединение информационной среды с элементами интеллектуализации производства – самоуправлением в рамках отдельных производств (интерпретация входных показателей – параметров ресурсов и предлагаемого информационного образа компонента/продукта), формирование

последовательности технологических операций и их исполнение, контроль соответствия полученного результата заданному информационному образу и др., а также использование роботов для выполнения технологических операций создают предпосылки для формирования «матричных» макротехнологий.

Однако распространение этих технологий в некоторых видах производств ограничивается по ряду причин:

- они могут охватывать только низшие уровни в иерархической структуре продукта;
- на уровне макрообъектов не везде можно создать подходящую материальную среду;
- не созданы роботы, способные работать в имеющихся (возможных) материальных средах.

Этим этапом (6-й ТУ), по существу, исчерпываются возможности совершенствования технологического базиса экономики, основанного на технологиях воздействия на макрообъекты.

На следующих этапах (в рамках 6-го и следующих за ним технологических укладов) необходимо осуществить переход к нанотехнологиям на молекулярном уровне. Это предполагает создание технологий, обеспечивающих самосборку продукта на основе матрицы, являющейся непосредственной частью технологических процессов (матрица как «физический» объект).

Соответственно, в рамках VI ТУ формируются новые макротехнологии, структуру которых определяют «жесткие» матрицы будущих продуктов. Причем это могут быть как «традиционные» (ранее получаемые на основе других макротехнологий), так и принципиально новые продукты.

Для ранее выпускаемых продуктов это означает замещение применяемых макротехнологий. Это замещение как бы сворачивает технологические процессы производства компонентов и сборки продукта, осуществляемые ранее целой совокупностью субъектов, в интегрированный процесс синтеза продукта в рамках нанотехнологии, реализуемый уже одним субъектом. Причем технологии самосборки продукта (компонента) позволяют осуществлять значительную часть процессов синтеза параллельно, используя для этого множество однотипных и различных по функциям роботов.

Однако, при этом, а также в случае производства новых продуктов, становится необходимым формировать принципиально новые макротехнологии, отличные от тех, что существовали ранее. Данные макротехнологии включают в свой состав технологии производства:

- матриц, с использованием которых можно осуществлять самосборку отдельных фрагментов и образование из них более сложных композиций, вплоть до создания компонента продуктов и даже продуктов в целом;
- специализированных роботов (нанороботов), способных осуществлять синтез на определенном участке матрицы;
- материалов для создания специальных материальных сред, необходимых для синтеза различных композиций (осуществляемого при взаимодействии матрицы и роботов).

Большая часть этих технологий будет иметь сложную структуру и содержать в качестве элементов как собственно нанотехнологии, так и модифицированные фрагменты технологий ранее существовавших производств, позволяющих получать вещества в такой форме, которая необходима для применения в рамках этих нанотехнологий (для создания специальных, соответствующих им материальных сред).

IV. Влияние закономерностей научно-технологического развития на долгосрочные прогнозы и стратегические решения должно быть, прежде всего, отражено в методологии и способах подготовки научно-технологических прогнозов. В работе [11] предложен классификатор технологий, который может быть полезен в выборе методов организации и проведении прогнозных исследований (рис. 3).

Технологии имеют множество признаков и обладают рядом устойчивых характеристик. Их упорядочение дает возможность представить классификатор технологий в следующем виде (рис. 3).

Непрогрессивность раздельного развития технологии, техники и систем управления одними из первых выявили и сформулировали ученые в США, когда обнаружили системные проблемы в управлении крупным машинным производством: телефонными сетями, электростанциями, распределительными сетями и потребителями электроэнергии, поточно-конвейерным производством автомобилей с учетом индивидуальных требований потребителей и др. Эти проблемы не решались изменениями только какой-либо одной компоненты: изменением самой технологии, совершенствованием техники и оборудования либо улучшением организации труда и повышением квалификации исполнителей. Так, в начале 60-х годов возникла новая научная область, которая сначала называлась: «большие системы». Далее, в 70-х годах, было замечено усиление роли «человеческого фактора» и увеличение разнообразия его влияния на эффективность функционирования больших и сложных технических систем. Это привело к формированию новой научной дисциплины по управлению ор-

ганизационными системами, в которых значительное место занимает человеческий фактор (интересы, ин-

дивидуальные предпочтения, конфликты интересов, переменная интенсивность труда и т.п.).



Рис. 3. Классификатор технологий

Обозначение к рис. 3:

<p>1 – этапы жизненного цикла:                  1.1 – становление;                  1.2 – расцвет;                  1.3 – завершение цикла;</p> <p>2 – этапы поколения технологии:                  2.1 – подъем;                  2.2 – стабильное развитие;                  2.3 – завершение развития;</p> <p>3 – «продукт – технология»:                  3.1 – начальные виды продуктов;                  3.2 – базовые виды продуктов;                  3.3 – завершающие виды продуктов;</p> <p>4 – иерархия технологий:                  4.1 – метатехнологии;                  4.2 – мезотехнологии;                  4.3 – микротехнологии;</p> <p>5 – компоненты технологии:                  5.1 – собственно технология;                  5.2 – техника и оборудование;                  5.3 – организованный труд;                  5.4 – системы и механизмы управления;</p> <p>6 – технологические уклады:                  6.1 – 1-й «уклад пара»;                  6.2 – 2-й «уклад электроэнергии»;</p>	<p>6.3 – 3-й «уклад нефти»;                  6.4 – 4-й «уклад газа»;                  6.5 – 5-й «уклад компьютеров»;                  6.6 – 6-й «уклад нанотехнологии и возобновляемая энергетика»;</p> <p>7 – сопряженность технологий:                  7.1 – сопряженные технологии;                  7.2 – несопряженные технологии;</p> <p>8 – завершенность технологий:                  8.1 – системная;                  8.2 – базовая;                  8.3 – комплектующая;</p> <p>9 – вид технологии:                  9.1 – технология производства;                  9.2 – технология потребления;</p> <p>10 – конкурентоспособность технологии:                  10.1 – лидеры;                  10.2 – в числе лидеров;                  10.3 – аутсайдеры;</p> <p>11 – стадия технологического цикла:                  11.1 – ресурсодобывающие отрасли;                  11.2 – перерабатывающие отрасли;                  11.3 – обрабатывающие отрасли;                  11.4 – отрасли, производящие объекты инфраструктуры и конечные продукты.</p>
--	--

Современные прогнозы – сложный, многоэтапный процесс. На первом этапе базовой основой научно-технологических прогнозов должна быть концепция и разработанная в соответствии с этой концепцией стратегия развития рассматриваемого объекта. Таким объектом может быть экономика некоторого содружества стран (например

СНГ), экономика страны, комплекс отраслей, отрасль, подотрасль, компания (предприятие) или отдельная технология. Методической основой для выполнения прогнозов на первом этапе может служить системный анализ прогнозируемого объекта, дополненный разнообразными средствами моделирования [11]. Принятая стратегия

развития объекта прогнозирования на втором этапе ориентирует процессы прогнозирования на развитие этого объекта. Сложившейся механизм ориентации основан на выявлении «узких мест» и формировании целей развития. Если первый этап (рис. 4) выполняется методами экономического и

системного анализа [11, 16], то методической основой второго этапа прогнозирования служат экспертные оценки, системный анализ с выделением «узких мест» и целей развития, включая системно-аналитические оценки потенциала развития рассматриваемого объекта [11].



Рис. 4. Блок-схема поэтапных научно-технологических прогнозов развития объекта

На третьем этапе выполняются исследования по формированию содержательных, качественных оценок перспектив развития технологий. Удобными инструментами для выполнения содержательных прогнозов на третьем этапе являются поэтапные и иерархические информационно логические модели, экспертные оценки и способы их количественного анализа, процедуры Форсайта и др.

Затем на 4-ом этапе проводится разбиение множества перспективных технологий на два подмножества: 1 – технологии известные (традиционные), требующие улучшения своих потребительских и экономических характеристик; 2 – базовые, качественно отличные от существующих традиционных технологий, превосходящие существующие аналоги по всем характеристикам. Для каждого элемента обоих подмножеств применяется метод прогнозирования с использованием S-образных кривых, аппроксимируемых линейными функциями на трех участках. Важно для прогнозируемых технологий правильно определить координаты прогнозируемых значений, позволяющих в дальнейшем использовать уровень приращения эффекта (полезной новизны) для определения потенциала конкурентоспособности уже созданной технологии.

На 5-ом этапе выполняется согласование по уровням развития сопряженных технологий. Для этого может быть использована математическая модель [12], дополненная оценками системного анализа перспективной модели развития прогнозируемого объекта в виде модели «дорожной карты».

Полученные согласованные оценки уровня развития сопряженных технологий используются на 6-ом этапе для определения целей инновационных проектов и подготовки самих проектов, включая экономическое обоснование проектов [10].

С прикладной точки зрения для успешного решения проблем модернизации Российской экономики, лишь частично освоившей технологии пятого уклада, важным является научно-технологический прогноз с учетом приближения нового, шестого технологического уклада, рубежный фронт которого ожидается в районе 2020 года. Анализ состава базовых технологий действующего пятого технологического уклада, определяющий состав базовых технологий шестого уклада, а также использование закономерности ориентации базовых технологий, их масштаба и направленности на конечное потребление, позволяет прогнозировать следующие области перспективных базовых технологий. К ним относятся следующие: для ресурсно- и энергопроизводящей стадии – технологии производства возобновляемой энергии, доля которых в общем объеме энергоресурсов в рамках шестого уклада может достигнуть 50%. Технологии добычи традиционных, невозобновляемых ресурсов также сохраняются в период шестого уклада, но к ним предъявляются новые жесткие требования как со стороны экологии, так и со стороны требований к эффективности освоения ресурсов. Так, коэффициент извлечения углеводородов будет приближаться к границе 90%, доля полезных ископаемых твердых ресурсов в общем объеме извлекаемой

массы должно увеличиться в разы – с 1/8 до 1/3. Нужны новые эффективные технологии доработки оставшихся запасов углеводородов (нефти и низконапорного газа, включая газогидраты), технологии переработки запасов полезных ископаемых, накопленных в отвалах и др.

На стадии переработки ресурсов будут востребованы технологии глубокой переработки первичных ресурсов в полезные продукты и материалы, а также технологии производства новых материалов на основе нанотехнологий с заранее заданными свойствами. Стадия переработки ресурсов и энергии в машины и оборудование крайне нуждается в новых, более экономных двигателях для наземного, подводного и воздушного транспорта, включая совмещенный воздушно-наземный транспорт, что способно коренным образом изменить облик и самого будущего транспорта.

Стадия конечного потребления и создания промышленной инфраструктуры, задающая масштабы и ориентирующая развитие предшествующих стадий полного технологического цикла, во многом будет зависеть от грядущего мироустройства и численности общемирового и российского населения в период шестого уклада. Это может потребовать новых подходов (технологии расселения населения в городской и сельской местности), изменения и стирания границ между странами, создания мирового правительства и др. Такие изменения неизбежно приведут к новой организации жизни в населенных пунктах, включая поиск новых подходов к организации связи и информационного обмена, транспорта, отдыха, развлечений и охраны здоровья.

Перечисленные области базовых технологий шестого уклада ориентируют текущие научно-технологические прогнозы и инновационную деятельность на перспективные решения будущих и настоящих проблем.

#### Библиографический список

1. Александров К.Л., Комков Н.И. Моделирование организации и управления решением научно-технических проблем. М.: Наука, 1988.
2. Анчишкин А.И. Наука – техника – экономика. М.: Экономика, 1986.
3. Белоусов Р.А. Исторический опыт планового управления экономикой СССР. М.: Мысль, 1983.
4. Борисов В.Н. Машиностроение в воспроизводственном процессе. М.: Макс-Пресс, 2000.
5. Глазьев С.Ю., Львов Д.С., Фетисов Г.Г. Эволюция технико-экономических систем: возможности и границы централизованного регулирования. М.: Наука, 1992.
6. Горфан К.Л., Комков Н.И., Миндели Л.Э. Планирование и управление научными исследованиями и разработками. М.: Наука, 1971.
7. Иващенко Н.П., Комков Н.И., Балаян Г.Г. и др. Прогнозирование и экономическое обоснование инновационных проектов. М.: Диалог-МГУ, 1999.
8. Инновационно-технологическое развитие экономики России. М.: Макс-Пресс, 2005.
9. Комков Н.И. Модели программно-целевого управления. М.: Наука, 1981.
10. Комков Н.И., Бакланов А.О., Ерошкин С.Ю. Организационно-методические основы технологического прогнозирования. М.: МГТУ «Станкин», 2008.
11. Комков Н.И., Бакланов А.О., Лазарев А.А., Романцов В.С. Возможности и проблемы системно-технологического проектирования. «Прогнозирование и совершенствование технологической модернизации экономики России». М.: Макс-Пресс, 2010.
12. Комков Н.И., Кульба В.В., Красицкий П.В., Красицкая Л.М., Перемышленникова Н.В., Чернов В.И. Организация и управление развитием малых предприятий. М.: Макс-Пресс, 2007.
13. Коондратьев Н.Д. Избранные сочинения. М.: Экономика, 1993.
14. Лельчук В.С., НТР и промышленное развитие СССР. М.: Наука, 1987.
15. Научно-технологическое развитие Российской Федерации: состояние и перспективы. М.: ИНП РАН, 2010.
16. Палтерович Д.М. Производственный аппарат и интенсификация // Вопросы экономики. – 1986. – № 11.
17. Пантин В.И. Циклы и ритмы истории. Рязань: Аракс, 1996.
18. Проблемы и перспективы технологического обновления российской экономики. М.: Макс-Пресс, 2007.
19. Туган-Барановский М.И. Русская фабрика в прошлом и настоящем. 3-е изд. СПб., 1907.
20. Шумпетер Й., Теория экономического развития. М.: Прогресс, 1982.
21. Яковец Ю.В. Закономерности НТП и их планомерное развитие. М.: Экономика, 1984.