

*Нечепуренко В.Н., канд. экон. наук, доц., Леонов С.В.,  
Украинская академия банковского дела*

## ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К ИЗМЕРЕНИЮ ТЕМПОВ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА

*В статье рассмотрены основные подходы к определению такого показателя как “темпы научно-технического прогресса”, проанализированы основные теории и модели в рамках каждого из подходов, выделены их преимущества и недостатки, сделан вывод о применимости их в Украине.*

*Ключевые слова: научно-технический прогресс, оценка темпов НТП.*

На фоне стабилизации экономической ситуации в Украине все же наблюдается негативная тенденция к сокращению технологического потенциала государства, а это может привести к разрушению научно-технической сферы, к кризису промышленного производства и, как следствие, к потере перспектив на реальный социально-экономический рост в нашей стране. Бесспорным является то, что государственная политика управления научно-техническим прогрессом (НТП) должна иметь комплексный характер с привлечением всех доступных инструментов, базироваться на точных и достоверных прогнозах, на реальных расчетах экономической эффективности, она должна включать в себя четкую систему контроля темпов и направлений научно-технического развития. Игнорирование такого подхода к процессу управления НТП может привести к серьезным диспропорциям в развитии общества, примером чего может служить возникновение техногенных катастроф, а также увеличение их масштабности и уровня наносимых ущербов.

Возникновение факторов негативного воздействия НТП заставляет строже относиться к выбору и обоснованию направлений и необходимых темпов научно-технического развития в каждом отдельном случае, для каждого новшества и участника инновационного процесса.

В соответствии с прогнозом развития технологического потенциала промышленности Украины, разработанным Институтом экономического прогнозирования НАН Украины, было представлено три вероятных прогнозных сценария перспективного научно-технического развития:

- пессимистичный – продолжение в будущем сложившихся на момент прогноза тенденций, индекс реальных изменений ВВП в 2005 г. – 2,0 %, уровень промышленного производства по отношению к 1990 г. – в пределах 47-48 %;
- вероятный – ускорение темпов НТП после 2002 г., индекс реальных изменений ВВП в 2005 г. – 3,5 %, уровень промышленного

производства по отношению к 1990 г. – до 64 %;

- оптимистичный – немедленная реализация реальных социально-экономических реформ и ускорение темпов НТП, индекс реальных изменений ВВП в 2005 г. – 5,5 %, уровень промышленного производства по отношению к 1990 г. – до 75,7 % [2].

Исходя из представленных прогнозных данных, можно сделать вывод о тех показателях, которые избраны Институтом экономического прогнозирования в качестве измерителей темпов НТП – это индекс реальных изменений ВВП или уровень промышленного производства по отношению к базовому году. Дискуссионным нам представляется вопрос о правомерности выбора показателей-измерителей, т.к. именно они, во-первых, формируют базу как для прогнозных оценок научно-технического развития, последующего контроля и оценки полученных результатов, а во-вторых, предназначены для введения в расчеты эффективности инновационных проектов, предлагаемых к реализации в рамках планов и программ развития.

По нашему мнению, в контексте затронутой проблемы кажется небезынтесным анализ основных теорий и моделей определения показателя “темпы НТП”, предлагаемых в экономической литературе.

В мировой науке сформировались два основных направления исследования проблемы измерения темпов НТП: описательное и экономико-аналитическое.

К *описательному направлению* принято относить “технологические” и субъективистские теории, а также эмпирическое моделирование динамики НТП.

“Технологические” теории анализируют процесс создания новой техники, продукции и технологий, а также факторы, определяющие динамику повышения технических параметров нововведений, независимо от экономических условий их создания и использования. К этой группе относят теории “обучения”, “специализации”, “обучения при распространении” и теорию “волн Менша”.

Теория “обучения” (Т. Ishikawa, Р. David, D. Sahal, Т. Wright) предполагает, что динамику

научно-технического прогресса определяет машиностроение. Чем больший опыт в производстве техники, выражающийся в повышении квалификации ее разработчиков и изготовителей, в отладке техпроцессов и оборудования, накоплен в машиностроении, тем более рациональным становится процесс производства, что делает технику более производительной, совершенной и дешевой и тем больше вероятность появления новых моделей техники, их модификаций и каких-либо новых принципиальных решений.

В основу этой теории была положена открытая ее разработчиками закономерность, согласно которой по мере увеличения объема выпуска продукции трудоемкость изготовления единицы изделия падает, а уровень основных технических параметров повышается. Темпы НТП, отождествляемые с темпами изменения величины накопленного опыта, предлагается измерять либо временем, в течение которого функционирует изготовитель новой техники, либо накопленным объемом ее производства. Таким образом, чем больше принципиально новой техники запускается в производство, тем более эффективен НТП и тем более высокими являются его темпы.

Основной вывод, который следует из теории “обучения”, состоит в неизбежности постоянного ускорения темпов НТП независимо от границ применения новой техники, т.е. НТП носит неконтролируемый характер.

В качестве недостатков этой теории можно отметить, во-первых, тот факт, что она рассматривает только лишь один фактор из системы закономерностей, определяющих темпы НТП, а во-вторых, то, что она не дает ответа на вопрос, что же побуждает машиностроительную отрасль регулярно создавать новшества и увеличивать их выпуск. Именно на преодоление этих недостатков и была нацелена вторая из “технологических” теорий – теория “специализации”.

Согласно теории “специализации” (R. Solow, J. Kimberly, M. Cautley, V. Glagolev) главной движущей силой НТП является накопленный экономический рост, выражающийся в увеличении размеров предприятий-поставщиков готовой продукции, что приводит к росту разделения труда, специализации и кооперации. Авторы этой теории не рассматривают причин роста этих факторов, а анализируют лишь последствия – увеличивающаяся степень специализации позволяет производителям техники поставлять на рынок все более новую и более совершенную технику, но при этом выдвигает все возрастающие требования к технологиям у самих производителей.

Основной вывод этой теории состоит в том, что темпы НТП диктуются темпами роста предприятий и степенью их специализации. Размеры предприятий авторы предлагают измерять физическими показателями,

характеризующими масштаб производства, например, для сельского хозяйства – площадью обрабатываемых земель, для транспорта – тонно-километрами перевозок, для телефонной связи – числом звонков в единицу времени и т.д.

Простая логика подсказывает, что для того, чтобы сделать резкий скачок от ручного труда к высокоэффективному специализированному производству нужны очень высокие темпы НТП, а согласно описанной выше теории, на этом этапе они были существенно ниже, чем в дальнейшем при росте специализации и кооперации.

Основной тезис теории “обучения при распространении” (D. Sahal) сводится к тому, что темпы НТП напрямую зависят от накопленного опыта в сфере эксплуатации техники. Авторы этой теории выстраивают следующую логическую цепочку: потребители новой техники накапливают опыт эксплуатации оборудования, частично сами вносят некоторые корректировки в их модернизацию, а частично – информируют производителей техники о ее недостатках, тем самым стимулируя к дальнейшему ее совершенствованию и разработке новых моделей.

Эта теория приводит к выводу, что на начальном этапе развития техники, когда был осуществлен переход от ручного труда к машинному, объем распространения машин у потребителя был незначительным, а, следовательно, и темпы НТП были крайне невысоки. В то же время совершенно очевидно, что именно на этом этапе эффект от внедрения техники был наибольшим, т.е. и темпы НТП – максимальными.

Наиболее известной из “технологических” теорий является теория “волн Менша” (G. Mensch, U. Weinstock, A. Kleinknecht, R. Krengel). Согласно этой теории, при анализе темпов НТП следует учитывать так называемую “большую волну базисного нововведения”, под которой понимается период жизни принципиально нового изобретения, по истечении которого исчерпывается его технический резерв. В основу понятия технического резерва положены ограничения физической природы техники и технологии, а не факторы экономической среды. В своих исследованиях авторы теории во главе с Г. Меншем выявили следующую тенденцию: уровень параметров техники, создаваемой на основе принципиально новых (базисных) технических решений и нововведений, может повыситься все на меньшую величину по мере исчерпания технического резерва этих технических решений и нововведений. Эти ученые отстаивают точку зрения, что цикличность экономического развития вызвана не столько социально-экономическими причинами, сколько характером взаимоналожения этих волн. Появление базисного новшества приводит к резкому всплеску производства в отраслях, напрямую связанных с ним. Причем в данный период в этих отраслях невыгодно внедрять другие новшества,

т.к. целесообразнее “снять сливки” с уже имеющегося. Однако, по мере снижения прибыльности этого новшества отрасль опять становится крайне чувствительной к рыночной конъюнктуре, входит в стадию кризиса и охотно отзывается на появление следующего нововведения.

Следующим направлением в описательном изучении темпов НТП являются так называемые “*субъективистские теории*” (J. Schumpeter, T. Nakatani, T. Hill, J. Utterback), акцентирующие внимание на значительной роли менеджеров, администраторов и предпринимателей в процессе ускорения НТП. Темпы НТП ставятся создателями этой теории в прямую зависимость от инициативности, склонности к риску и дальновидности людей, лично принимающих решение о внедрении тех или иных новшеств, т.к. именно они первыми, внедряя сложные и высокоэффективные нововведения, создают “атмосферу” технического прогресса, обостряют конкуренцию и подталкивают других к инновационной деятельности. Согласно этой теории, формальная максимизация нормы прибыли не всегда должна являться критерием принятия решений о внедрении новой техники, поскольку даже если это решение приведет к временному снижению нормы прибыли, предприниматель, проявив инициативу и не побоявшись рискнуть, может скомпенсировать свои потери за счет снижения цен на готовую продукцию и увеличения своего оборота, что в конечном итоге приведет к существенно более высокому уровню нормы прибыли.

Последним методологическим подходом, относящимся к описательному направлению в исследовании темпов НТП, является так называемое “*эмпирическое моделирование*”, суть которого сводится к практически полному отказу от качественного анализа экономических процессов и к выявлению количественных взаимосвязей между теми или иными факторами, на основании чего делается попытка их объяснить и смоделировать дальнейшее развитие событий.

В эмпирическом моделировании НТП можно выделить два направления.

Первое из них состоит в применении *корреляционных методов*. Представители этого направления (R. Solow, Z. Griliches, W. Leonard, R. Terleckyi, M. Knutson, L. Tweeten) находят корреляционные зависимости между несколькими экономическими показателями, находящимися друг с другом не в прямой зависимости, а в зависимостях, опосредованных другими факторами. Примером такого подхода является построение многофакторных моделей экономического роста, в которых прирост объемов производства ставится в зависимость от нормы прибыли от инвестиций в НИОКР без учета целого ряда других факторов, влияющих на расширение производства. Согласно этому подходу оптимальным является такой темп НТП, при котором рост затрат на НИОКР приводит к

достижению соответствия суммарной маржинальной прибыли от этих вложений прогнозируемому приросту объема потребления.

Вторым направлением эмпирического моделирования являются исследования типа *анализа затрат и результатов* (J. Neumann, J. Setzen, R. Krengel, A. Erdilek) и так называемого *анализа производ-ственных процессов* (R. Lloyd, B. Gold). Странники такого подхода отказываются от изучения экономических закономерностей, формализуя их и заменяя на анализ статистической информации, оперируя при этом исключительно математико-логическими категориями, а темпы НТП прогнозируются исходя из анализа матриц технологий и темпов изменения коэффициентов, характеризующих расход материалов, комплектующих и трудовых затрат, необходимых для создания и внедрения новшества. Смены технологий в этом случае описываются различного рода интегрирующими функциями, например, “функциями прогресса”, “кривыми опыта” и т.д., отражающими взаимосвязь обучения, масштаба производства и нововведений в технологических процессах.

Существенным недостатком рассматриваемых подходов является то, что изменение технических коэффициентов, как правило, зависит не только от НТП, в расчет необходимо включить факторы изменения хозяйственной конъюнктуры, ограниченность природных и финансовых ресурсов и т.д.

*Экономико-аналитическое направление* в исследовании темпов НТП представлено теориями производственных функций, теорией “оптимального сочетания факторов производства”, теорией вынужденных инноваций, а также целым рядом теорий, базирующихся на концепции “общественной ценности” новшеств.

*Теории производственных функций* (E. Mansfield, R. Eppler) базируются на допущении, что каждую ступень развития технологий производства, эффективности и производительности труда можно изобразить в виде изокванты производственной функции, характеризующей возможность достижения определенного физического объема производства при использовании различных сочетаний основных факторов производства – живого труда, постоянного капитала, сырья и земли. НТП, создавая нововведения, сдвигает эту изокванту так, что тот же результат можно получить при несколько ином сочетании тех же факторов производства, обеспечивающем меньшие суммарные издержки. Производственные функции, например, простая линейная, Кобба-Дугласа, логарифмическая, экспоненциальная и др., отражают различные виды зависимостей между объемом продукции в натуральном измерении и объемом применения факторов производства.

В экономической литературе этот подход подвергается критике по причине того, что

основывается на использовании категории “общая производительность совокупности факторов производства” исходя из предположении о взаимозаменяемости факторов производства при формировании различных их комбинаций, что чаще всего противоречит логике экономических выводов.

Основную идею теории “оптимального сочетания факторов производства” (M. Boddy, L. Gort, H. Daly, H. Kurz, Ch. Freeman) можно сформулировать следующим образом: задачей предпринимателя является поиск такого сочетания количества факторов производства с учетом их стоимости, при котором обеспечивается наибольший натуральный объем производства при наименьших затратах на данное сочетание факторов. Создатели этой теории приходят к достаточно спорному выводу, что темп НТП отражает интенсивность замены факторов производства, т.е. чем правильнее и быстрее подбывается оптимальная комбинация факторов, тем меньше в экономике существовало для этого вариантов, и, следовательно, тем ниже темпы НТП.

Логическое продолжение этот вывод получил в работах, отстаивающих концепцию “технологической ущербности” развитых производственных систем, накопивших большой потенциал за счет осуществленных в прошлом, но еще не окупившихся крупных инвестиций в достижение оптимального сочетания факторов производства. До тех пор, пока прежние вложения не принесут ожидаемой отдачи, предприятия не будут искать новый оптимум, т.к. это требует новых затрат для замены оборудования, освоения новых технологий и т.д.

Теория *вынужденных инноваций* (J. Hicks, C. Kennedy, W. Fellner, W. Salter, P. David, W. Magat) в качестве основного стимула для ускорения НТП рассматривает изменяющееся соотношение между факторами производства. Так, например, если труд становится дороже капитала, то предприятия вынуждены осваивать новую, более совершенную, а следовательно, и более трудосберегающую технику, если же темп роста цен на технику превышает темп роста заработной платы, то внедряется фондосберегающая технология, предусматривающая использование несложной и недорогой техники, стимулирующая расширение производства в основном за счет труда работников. Чем дольше экономика ориентировалась на создание технологий одного рода (трудосберегающих, фондосберегающих или материалосберегающих), тем меньшей становится вероятность нахождения нового технологического решения в том же направлении. Что касается определения темпов НТП, то в рамках рассматриваемой теории этот показатель привязывается к динамике обновления производства.

Суть концепции “общественной ценности” нововведений (E. Mansfield, J. Rappoport,

A. Romeo, Y. Johnson) заключается в том, что ценность любого новшества может быть выражена в дополнительном количестве продукции, производимом с его помощью, а также в экономии ресурсов, потребовавшихся для увеличения производства. Понятие “общественная ценность новшеств” дает возможность рассчитать “общественную норму отдачи” от вложения средств в инновационный бизнес, которая и является первым критерием целесообразности проведения тех или иных НИОКР, объемов внедрения новшеств в производство. Вторым критерием обоснования темпов создания и освоения новой техники является ожидаемая норма предпринимательской прибыли от затрат на инновации. Оба эти критерия служат для прогнозирования темпов НТП и тесно взаимосвязаны друг с другом: ожидаемая высокая предпринимательская норма прибыли стимулирует отдельные фирмы к освоению новшеств, а высокая общественная норма отдачи от научных разработок и их внедрения побуждает государство активней субсидировать это направление исследований или оказывать ему косвенную поддержку. Таким образом, создатели этой теории обосновывают тезис о том, что любая инновация, выгодная конкретному предприятию, ее внедряющему, будет выгодна и всему обществу.

Приведенный анализ теоретических аспектов исследования темпов НТП в зарубежной науке позволяет сделать вывод о многообразии направлений и подходов к исследуемой проблеме и об отсутствии единого мнения не только по поводу механизма расчета этого показателя, но и по поводу обоснования побудительных мотивов и факторов научно-технического прогресса как такового.

В советской экономической литературе можно выделить два подхода к трактовке понятия “темпы научно-технического прогресса”.

Первый, так называемый “результатный” подход, предполагает оценку НТП по показателям, характеризующим результаты обновления производства: количеству и качеству выпущенной продукции, росту производительности труда, темпам обновления основных фондов, темпам совершенствования технологических процессов и форм организации производства [3, 7].

Второй подход, так называемый “ресурсный”, ориентирован не столько на результат обновления производства, сколько на сам этот процесс, т.е. базируется на оценке ресурсов, которые используются для создания и освоения новшеств (финансовых, трудовых, материально-технических, информационных, ресурсов времени и т.д.). В этом случае под термином “темпы НТП” понимают соотношение ресурсов, выделяемых на обновление производства, и ресурсов, направляемых на обеспечение расширенного воспроизводства на прежнем техническом уровне [1, 4]. Этот подход в меньшей степени описан в научной литературе, но существенно более

удобен для практиков, занимающихся планированием и управлением в сфере НТП. Что касается конкретных показателей, предназначенных для измерения ресурсных темпов НТП, то наиболее часто используются следующие:

- доля затрат на научные исследования в общем объеме вложений;
- доля работников, занятых разработкой и освоением нововведений, в общей численности работников;
- доля сырья, материалов и комплектующих, используемых для изготовления опытных образцов новой техники в их общем объеме;
- доля инвестиционных вложений, направленных на развитие новых производств и расширение производства на обновленной технической базе
- рост фондовооруженности, происходящий на основе новых инвестиций, связанных с воплощением в производстве результатов НИОКР и т.д.

В связи с этим некоторые авторы предпринимают попытки совмещения результатного и ресурсного подхода к обоснованию темпов НТП, т.е. попытки построения интегрального показателя, характеризующего степень интенсификации НТП и несущего, в связи с этим, самостоятельную смысловую нагрузку. Так, например, в работе [6] предложено в этих целях использовать зависимость отношения уровня качества техники к объему затрат на его достижение от времени. Однако, на наш взгляд, такой показатель не лишен первого из вышеописанных недостатков, т.е. он по-прежнему не является реально управляемым.

По нашему мнению, выдвинутым требованиям могут удовлетворять показатели темпов обновления производимой и реализуемой продукции, поскольку в масштабе экономики в целом все основные направления НТП (создание и внедрение новой техники, новых техпроцессов, новых материалов, автоматизация производства и др.) в конечном итоге выражаются в создании новой продукции.

При этом одни авторы, в частности С.В. Валдайцев, считают, что такой подход экономически оправдан только лишь при условии, что на всех уровнях управления, начиная с конкретного

предприятия и заканчивая общенациональным уровнем, анализ темпов НТП проводится по единой методической схеме [1]. Другие же, например, А.Г. Медведев, допускают использование на отдельных предприятиях и в отдельных отраслях индивидуальных методик, но при условии, что темпы НТП будут рассчитываться отдельно по выпускаемой продукции, основным фондам, техпроцессам и формам организации труда [5].

Показатели темпов обновления производимой продукции могут быть определены на двух уровнях: на уровне всего объема производимой продукции и на уровне отдельных ее видов. На первом уровне конкретными показателями, характеризующими темп НТП, могут быть:

- доля новой продукции в общем объеме производства;
- доля новой продукции в общем количестве наименований производимой продукции;
- доля трудовых или материальных ресурсов, вовлеченных в производство новой продукции.

На втором уровне могут применяться так называемые объемно-временные показатели создания и внедрения новшеств, характеризующие продолжительность НИОКР, связанных с разработкой конкретных видов продукции, а также объем производства новой продукции по годам.

По мнению большинства советских экономистов, решающим элементом в системе показателей обновления продукции и фактором, наиболее объективно отражающим темпы НТП, является темп обновления продукции в машиностроении.

Многовариантность подходов и выбранных показателей для оценки темпов осложняет выбор наиболее приемлемых из них, однако, необходимо отметить, что каждый из представленных подходов обладает как недостатками, так и положительными характеристиками и идеями, поэтому важной задачей является создание показателя или их системы на базе аккумуляирования тех знаний, которые уже получены в экономической науке.

### *Список литературы*

1. Валдайцев С.В. Экономическое обоснование темпов научно-технического прогресса. – Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1984.
2. Економіка України: підсумки перетворень та перспективи зростання / За редакцією академіка НАН України В.М. Гейця. – Харків: Форт, 2000. – 432 с.
3. Измерение научно-технического прогресса предприятий и объединений промышленности. – Л.: Изд-во “Машиностроение”, 1980.
4. Лахтин Г.А. Экономика научного учреждения. – М.: Экономика, 1979.
5. Медведев А.Г. Планирование научно-технического прогресса в машиностроительном объединении. – Л.: Изд-во “Машиностроение”, 1983.
6. Механизм хозяйствования в научно-производственных объединениях / Под ред. А.А. Маркина и Ю.А. Гранаткина. – Л.: Изд-во “Машиностроение”, 1982.
7. Управление научно-техническим прогрессом / Под ред. Г.Х. Попова. – М.: Экономика, 1982.

### *Summary*

In the article the basic approaches to definition of such parameter as “pace of technological progress” are considered, the basic theories and models are parsed within the framework of each of the approaches, their advantages and defects are selected, the conclusion about applicability them in Ukraine is made.

Нечепуренко, В.Н. Основные подходы к измерению темпов научно-технического прогресса [Текст] / В.Н. Нечепуренко, С.В. Леонов // Вісник Української академії банківської справи. – 2002.- № 1 (12). – С.81-86.