

## СОСТОЯНИЕ И РАЗВИТИЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ И ПРИКЛАДНОЙ НАУКИ, НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ УКЛАДЫ

ОРИГИНАЛЬНАЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ СТАТЬЯ

УДК: 330.83 (330.88)

JEL: B25 B52 O33

<https://doi.org/10.22394/2410-132X-2024-10-1-41-53>

# «ЭКОНОМИКА ТЕХНОЛОГИЙ» КАК НАПРАВЛЕНИЕ НАУКИ: РЕТРОСПЕКТИВА И ПЕРСПЕКТИВА<sup>1</sup>

О.С. СУХАРЕВ<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Институт экономики РАН, Москва, Россия, o\_sukharev@list.ru

<sup>2</sup> Институт проблем развития науки РАН, Москва, Россия

**Аннотация.** В статье рассматриваются некоторые аспекты становления и развития «экономики технологий» как самостоятельного научного направления анализа, являющегося неотъемлемой частью более широкого направления «экономика научно-технического прогресса», развиваемого плеядой выдающихся советских экономистов. *Целью статьи* является анализ методологических аспектов «экономики технологий» как современного направления науки. Кроме того, важной задачей выступает демонстрация достижений советско-российской экономической школы и преемственность проводимых исследований. *Методологию* изучения составляет теория технологических изменений и факторов развития, сравнительный анализ, принцип хронологизма применительно к включению технологий в экономический анализ. *Результат анализа* состоит в том, что современные работы российской экономической школы, в том числе по исследованию «комбинаторного наращения» технологий, значительно изменяют представление о технологической эволюции согласно главенствующему долгое время принципу «созидательного разрушения» Й. Шумпетера, на котором базируется большая часть широко известных моделей технологической динамики. Тем самым, продолжая традиции советской экономической школы Хейнмана–Львова–Анчишкина, формируется самостоятельное направление «экономика технологий», акцентирующее помимо вопросов экономического эффекта, обновления технологий либо прогноза научно-технического развития, моменты взаимодействия и изменения самих технологий, которые совершенствуются с разной скоростью по различным направлениям производственной деятельности в границах своего ядра или периферии. Тем самым структура технологий в рамках каждого вида деятельности, а также структурное построение каждой технологии в границах «ядро – периферия» имеют принципиальное значение. *Общий вывод* состоит в том, что содержание научного направления «экономика технологий» составляют изучение эффекта комбинаторного наращения в области технологий, технологического дуализма и чувствительности целей развития технологий к различным инструментам промышленной политики, а также режимов и моделей замещения и дополнения в области технологий, технологической нейтральности, влияния структуры технологий на рост экономики.

**Ключевые слова:** экономика технологий, шумпетеровская эволюционная школа, теория технологических укладов, модель технологии типа «ядро – периферия»

**Информация о финансировании:** Исследование выполнено без внешнего финансирования.

**Для цитирования:** Сухарев О.С. «Экономика технологий» как направление науки: ретроспектива и перспектива // *Экономика науки*. 2024. № 10(1). С. 41–53. <https://doi.org/10.22394/2410-132X-2024-10-1-41-53>

<sup>1</sup> Статья не претендует на подробное изложение истории такого направления как «экономика научно-технического прогресса» в СССР, а представляет отдельные моменты истории этого направления на закате СССР и в современной России, делая акцент на «экономику технологий» и теорию технологических укладов. То есть связи различных школ и ответвлений, вопросы их генезиса из прошлых работ данная статья не освещает. Во-первых, это многократно увеличило бы её объём. Во-вторых, такая цель не стояла и не заявлена в данной работе.

STATE AND DEVELOPMENT OF THE FUNDAMENTAL AND APPLIED  
SCIENCES, NEW TECHNOLOGIES, TECHNOLOGICAL STRUCTURES

ORIGINAL RESEARCH ARTICLE

UDC: 330.83 (330.88)

JEL: B25 B52 O33

<https://doi.org/10.22394/2410-132X-2024-10-1-41-53>ECONOMICS OF TECHNOLOGY AS A SCIENTIFIC FIELD:  
RESTROSPECTIVE AND PROSPECTIVE ASPECTSO.S. SUKHAREV<sup>1,2</sup><sup>1</sup> RAS Institute of Economics, Moscow, Russia, o\_sukharev@list.ru<sup>2</sup> Institute for the Study of Science, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

**Abstract.** This article examines a number of aspects in the development of the economics of technology as an independent research direction. This field falls under the umbrella of a broader discipline of the ‘economics of scientific and technological progress’, which was founded by a group of outstanding Soviet economists. The article analyses the methodological principles behind the economics of technology as a modern field of science. Additionally, the contribution made by the Soviet and Russian economic schools, as well as the continuity of their studies, are discussed. The research methodology is based on theories of technological change and development factors. Comparative analysis is used to explore the chronology of including technology in the realm of economic analysis. The results obtained indicate that modern works by the Russian economic school, including those on the ‘combinatorial growth’ of technologies, significantly alter the widely-held concept of technological evolution and most well-known models of technological dynamics, which rely on J. Schumpeter’s principle of creative destruction. In this respect, the emerging research direction – economics of technology – continues the traditions of the Soviet economic school of Heynman–L’vov–Anchishkin. While considering the economic impact, renewal, or forecasting of technological development, this direction also focuses on interactions between technologies and their dynamics. Technologies advance at various rates along various areas of production activities, both within their core and periphery. Consequently, the structure of technologies within each type of activity, as well as the structural design of each technology within the ‘core–periphery’ framework, is of fundamental importance. The conclusion is made that the research direction of the economics of technology consists in studying the effects of combinatorial growth in technological fields, technological duality, and the sensitivity of technological development goals to different industrial policy instruments. This direction also includes modes and models of substituting and adding technologies, as well as technological neutrality and its impact on economic growth.

**Keywords:** economics of technology, Schumpeterian evolutionary school, theory of technological paradigms, core–periphery model of technology

**Funding:** This research received no external funding.

**For citation:** Sukharev, O.S. (2024). Economics of technology as a scientific field: Retrospective and prospective aspects. *Economics of Science*, 10(1), 41–53. <https://doi.org/10.22394/2410-132X-2024-10-1-41-53>

## ВВЕДЕНИЕ

В рамках советской экономической школы, помимо получившего мировое признание экономико-математического направления, активно и весьма успешно развивались исследования в области экономики научно-технического прогресса.

Следует выделить работы проф. С.А. Хейнмана, касающиеся различных аспектов научно-технической революции, её влияния на отрасли народного хозяйства, темпы роста советской экономики и структуру общественного производства, а также прогнозирования технического развития (Хейнман, 1972, 1973,

1977, 2008). В них освещается богатый набор до сих пор значимых идей, касающихся описания, измерения научно-технического прогресса (НТП), оценки его влияния на экономику и её темп, которые кратко представим следующими тезисами:

- основой НТП выступает революция в области естественных, гуманитарных и технических наук, причём это касается, прежде всего, науки, а техника подчиняется инженерным законам и осуществляемым разработкам, при принятии инженерных решений;

- прогресс в области науки и техники взаимосвязан, но может происходить по

собственному вектору для каждой составляющей, и индивидуален для конкретной отрасли народного хозяйства, хотя имеется некий каркас отраслей (энергетика, транспортная инфраструктура, металлургия, машиностроение и др.), детерминирующих возможности научно-технического развития рассматриваемой страны;

- экономический эффект научно-технического прогресса состоит в том, что результаты производства растут быстрее затрат на него, вследствие чего достигается экономия совокупных затрат, а также времени как значимого экономического ресурса, который в современную эпоху технологической гонки становится лимитирующим фактором научно-технического выбора и хозяйственного развития;

- критерием интенсификации развития становится экономия ресурсов (затрат), обеспечение безотходности и безлюдности производства, а системный эффект научно-технического прогресса сводится к качественно новым социальным стандартам (высокий уровень жизни в функциональном измерении), высоким экологическим и эргономическим требованиям жизни и труда;

- для планомерно развивающегося и применяющего централизованное планирование государства требуется единая техническая политика, которая способна увязать использование различных достижений науки и техники в разных отраслях экономики, влияя на создание и перемещение создаваемых технологий между ними.

В условиях высокотехнологической гонки при конкуренции хозяйственных систем капиталистической организации, где занижен потенциал функции государственного планирования, единая техническая политика в понимании С.А. Хейнмана вряд ли будет возможна. Однако плановые методы наверняка будут полезны, в частности, для нивелирования стохастических проявлений технологического развития. Заметим, что сегодня существуют неверные представления о некоем опережающем росте затрат на исследования и разработки, что якобы должно дать и рост нового качества, и структурно-технологическую модернизацию. Задача состоит в опережении

результатов над затратами и интенсификации развития, в том числе, и научно-технической деятельности.

Заметим, что в ряде своих работ, С.А. Хейнман выделяет отдельно параграфы, связанные с описанием технологий, хотя и не посвящает исследования целиком исключительно технологиям, рассматривая их как способ производства – создание продукции с помощью предметов и орудий труда при определенном сочетании их во времени и пространстве (Хейнман, 2008, Т. 1, с. 77–84, 145–154; Т. 2, с. 141–143). Признаётся самостоятельный характер технологии, способной, будучи многовариантной, генерировать новые технологии и орудия труда. Причём идея способа часто обгоняет появление конкретной техники – орудий труда. Сегодня такое состояние уже является общеизвестным. Более того, технологическая сфера своеобразным образом выделилась из «экономики научно-технического прогресса», поскольку логика развития технологического знания и появления технологических идей, связанных с научными исследованиями как фундаментального, так и прикладного характера, обнаруживает свои закономерности, требующие отдельного изучения. Это не явно, но просматривается в позиции С.А. Хейнмана, хотя он нигде не говорит о научном направлении «экономики технологий» и даже не посвящает самостоятельных исследований технологиям как таковым (Хейнман, 2008). Вместе с тем труды этого выдающегося советского экономиста фактически формируют направление научного поиска в виде «экономики научно-технического прогресса». В конце 1960-х и в 1970-е гг. у Хейнмана выходят статьи с одноимённым названием.

Перечисленные позиции указывают на то, что для успешного развития науки и техники важен исходный базис, накопленные знания и кадры, наличие производственной базы и технологий, хотя в советский период многие важные технологические направления развивались практически с нулевой отметки. При этом целенаправленно создавалась база для такого развития в виде науки, отрасли энергетики, и расширения образования, включая

инженерные кадры. Кроме этого, значение имеет принятый в анализе критерий оценки успешности развития, либо влияния, в том числе, системного, научно-технического прогресса на экономические параметры. Однако отметим, что современные технологии, будучи внедрёнными, далеко не всегда обеспечивают критерий интенсификации, то есть относительно низкие совокупные затраты на рассматриваемом интервале времени. Возможно, с течением какого-то времени такой эффект начнёт проявляться, но на обозримом интервале вероятно повышение затрат. Новые технологии, составляя передовой рубеж науки, обычно требуют высоких затрат, в том числе и по причине высокой капиталоемкости современных научных исследований.

Большой вклад в исследования технологического развития внесли работы двух академиков – А.И. Анчишкина и Д.С. Львова, которые, по существу, оформили и укрепили «экономику научно-технического прогресса» как научное направление. Если А.И. Анчишкин занимался проблемами факторов и источников экономического роста, рассматривая научно-технический прогресс как наиважнейший из них, ставя задачу прогнозирования его результатов на длительных интервалах времени (Анчишкин, 1986), то Д.С. Львов внес многоаспектный вклад в это направление (Львов, 1966, 1990). Работы Д.С. Львова охватывают разработку методов оценки эффективности внедрения новой техники, качества создаваемой продукции, включая технологичность (применительно к продукции машиностроения), а также теории технологических укладов, совместно с С.Ю. Глазьевым (Львов, Глазьев, 1986; Глазьев, 1993).

Ни Д.С. Львов, ни С.Ю. Глазьев не выделяли отдельно «экономику технологий» как научное направление, но создавая теорию технологических укладов, внесли, на мой взгляд, вклад в его формирование, по крайней мере, на макроэкономическом уровне анализа. Представление о технологической эволюции в виде смены укладов, позволило выдвинуть новые аргументы в области макроэкономической политики, обязав её целенаправленно

влиять на стимулирование технологического развития (Глазьев, 2018). Формирование промышленной политики должно учитывать системные качества имеющегося технологического базиса экономики (Львов, 1999), что даже спустя годы после названных работ не всегда принимается во внимание в новых вариантах научно-технической политики. Обычно пренебрегают структурой роста и технологий, макроструктурными и институциональными ограничениями в виде проводимых реформ науки и т.д. (Иванов, 2022; Сухарев, 2014, 2017), что связано со сложностью типизации технологий, такими же сложными взаимосвязями между различными технологиями, трудностями их описания и изучения влияния на развитие, проблемами измерения (Чичканов, Сухарев, 2023).

Подытоживая, отметим, что в России сегодня сложилась неошумпетерианская традиция<sup>2</sup> представления технологической эволюции (Львов, Глазьев, 1986; Глазьев, 1993; Сухарев, 2014), но она абсолютно не копирует разработки западных неошумпетерианцев (Futia, 1980; Perez, 1983; Breschi et al., 2000; Hanusch, Pyka, 2007; Hartmann et al., 2010; Перес, 2011), а имеет свою специфику в силу влияния советской экономической традиции школы «экономики научно-технического прогресса», в том числе, благодаря работам С.А. Хейнмана, Д.С. Львова и А.И. Анчишкина. Однако в рамках формирующегося направления «экономики технологий» в России можно выделить сильную

<sup>2</sup> Этой традиции, например, на макроуровне анализа при моделировании макроэкономики, следует академик В.И. Маевский, рассматривая такие искусственные совокупности как макрорегенерации (части ВВП), или академик А.А. Акаев, изучая влияние НИОКР и иных параметров на экономический рост. К стати, сегодня имеются завышенные оценки, иногда даже неверные о большом или очень значимом влиянии затрат на внутренние исследования и разработки на экономическую динамику. Охватывая величины 1,5 – 4,3% ВВП в разных странах, как будто они поддерживают некий уровень экономической активности населения в стране. Однако, такая активность касается исключительно научно-исследовательской области, а, например, в России, в ценах 2000 года в период 2019–2022 гг. внутренние затраты на исследования и разработки понижались, как и число исследователей в абсолютном выражении. Конечно, в макроэкономическом смысле это не может в принципе влиять на активность агентов, не говоря о влиянии на экономический рост, которое необходимо оценивать отдельно и разбираться в завышенных величинах, часто приводимых прогнозистами.

и слабую шумпетерианскую ветви, поскольку работы Львова-Глазьева укладываются в логику принципа «созидательного разрушения» (сильная шумпетерианская ветвь) (Шумпетер, 2007), который нуждается в расширении, а иногда замене более весомым принципом «комбинаторного наращения», описывающим значительную часть технологических изменений (Сухарев, 2014, 2017). Согласно этой позиции, «созидательное разрушение» перестаёт быть ведущим в процессе технологической эволюции. Среди западных экономистов похожую точку зрения имеет J. Sengupta, который делает в своих моделях акцент на «комбинаторном эффекте» (Sengupta, 2001). Поскольку здесь не главенствует эффект созидательного разрушения, а добавляется и имеет иногда больший вес комбинаторное наращение в области технологической и в целом экономической эволюции, то это явный отход от сильной шумпетерианской позиции, которая и обозначена как условно «слабая шумпетерианская позиция».

Сильную шумпетерианскую позицию среди западных экономистов занимает, например, Карлотта Перес, выстраивая технико-экономические парадигмы развития на принципе «созидательного разрушения», представляя технологические революции как процесс создания нового технологического знания в нижней точке кондратьевского цикла (Перес, 2011; Меньшиков, Клименко, 1989, с. 234–236). Заметим, что Н.Д. Кондратьев нигде в базовых работах не дал глубокого объяснения влиянию технического прогресса на саму волну и её формирование (Меньшиков, Клименко, 1989, с. 25–26). Согласно Шумпетеру, возникающие новые комбинации (дискретно) отвлекают ресурс у старых комбинаций (читай технологий), приводя их к стагнации, затем и разрушению, в связи с чем возникает концепция созидания посредством кризиса. Данная доктрина, чем-то напоминающая диалектический закон «отрицание отрицания», оправдывает капиталистические кризисы, влияя на представление о технологической эволюции, но примитивно её описывая, без учёта того, что технологии

могут быть объединены, дополнены, замещены, а старые могут занять такое место в технологической цепочке, что потеснить их не представляется возможным. Кроме этого, новые технологии могут создавать под себя же и ресурс, а те виды сырья, что используют старые технологии, оказываются не применимы для новых технологий, так что отвлечение становится тоже проблематичным. Шумпетер, прекрасно отдавая отчёт в том, что экономические кризисы могут вызываться неэкономическими факторами (Шумпетер, 2007; Меньшиков, Клименко, 1989), тем не менее, в принципе не акцентировал комбинаторное наращение в области технологий. Тем самым важный аспект в хозяйственной эволюции был опущен и сведён лишь к планомерности отвлечения ресурса и вытеснению одних средств производства другими. Однако именно по средствам производства рассмотрение эволюции без комбинаторного наращения (объединения этих средств) сильно искажает содержание процесса совершенствования фондовой базы и технологий.

Неошумпетерианские ориентиры в рамках комплексной теории, которую разрабатывают Х. Хануш и А. Пук, предполагают эволюцию технологических инноваций в рамках общего подхода по «созидательному разрушению». Смена технологических укладов по С.Ю. Глазьеву или технических парадигм по К. Перес происходит подобным образом. Тем самым в рамках «шумпетерианской экономики» возникают теоретические проблемы, требующие дополнительного пояснения. Это возможно предпринять на базе «экономики технологий», что позволит более реалистично представить технологические изменения, происходящие не только и не столько по дарвиновской, сколько по ламаркианской схеме, либо, в крайнем случае, согласно некой комбинации указанных схем эволюции (Hodgson, 2004). Учёт институциональных моментов (Davis, North, 2008), влияющих и на рост, и на технологии, создаёт добавочные трудности, поскольку технология представляет собой набор правил, трансформирующихся в случае замещения или дополнения – по-своему, испытывая

разной степени дисфункцию<sup>3</sup>. Это не может не отражаться на технологической эволюции.

Заметим, что и понятие «экономика технологий» может дословно быть интерпретировано как «правила технологий», так как термин «экономика», как известно, может трактоваться в виде правил ведения хозяйства, в данном случае – технологии.

Высокий уровень диверсификации технологий порождает различные технологические режимы развития, зависящие от исходной базы, влияющие на рост и дальнейшие технологические изменения (Breschi et al. 2000; Сухарев, 2014).

Суммируя, можно заключить, что технологическая динамика может рассматриваться в качестве самостоятельного объекта изучения, поскольку способы производства или методы влияния на какие-либо объекты, составляющие различные технологии, развиваются по собственному жизненному циклу и обнаруживают свои свойства и закономерности. Это говорит в пользу необходимости формирования особого направления исследований – «экономики технологий».

Советская и современная российская экономическая школа внесли существенный вклад в становление и развитие этого направления. Цель дальнейшего анализа сводится к тому, чтобы рассмотреть некоторые методологические аспекты «экономики технологий» как современного направления науки, показать на примере модели технологии типа «ядро – периферия» структурные особенности технологий, влияющие на технологический выбор и эволюцию техники, а завершить рассмотрением некоторых возможных перспектив данного научного направления. Методологию составляет сравнительный, описательный и структурно-морфологический анализ. Для достижения поставленной цели решим две задачи: 1) раскроем особенности методологии «экономики технологий», отличающейся от шумпетерианской методологии описания развития «созидательным разрушением»; 2) обозначим на

основе выявленных особенностей перспективы «экономики технологий». Последовательно остановимся на каждой из названных задач.

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ «ЭКОНОМИКИ ТЕХНОЛОГИЙ»

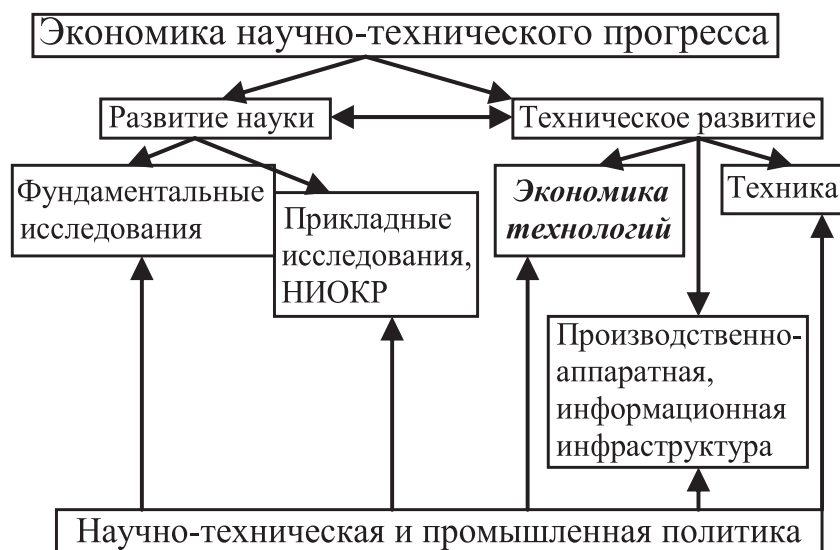
На *рисунке 1* показано место «экономики технологий» в системе «экономики научно-технического прогресса», связывающей различные научные изыскания с техническим развитием.

Безусловно, развитие фундаментальной науки во многом детерминирует возможности в области НИОКР и прикладных исследований, а совершенствование технологий зависимо как от состояния техники, оборудования и устройств, так и от производственно-аппаратной и даже в какой-то мере информационной инфраструктуры (см. *рисунок 1*). Научно-техническая политика призвана влиять на сегмент науки, промышленная политика – на сегмент технического развития (технику, технологии, аппаратную базу производства и иные элементы его инфраструктуры). Все отражённые пять базовых элементов составляют «экономику научно-технического прогресса». Сюда можно ещё отнести и образование, формирующее кадровую базу для развития науки и техники. «Экономика технологий» представляет собой самостоятельный сегмент деятельности, зависимый от влияния иных сегментов, но, тем не менее, имеющий свой перечень задач развития и, самое важное, проявляющий собственные закономерности и обнаруживающий индивидуальные свойства, присущие только технологиям. К перечню вопросов изучения «экономики технологий» как научного направления можно отнести:

- разработку, совершенствование, замещение и дополнение технологий;
- эффект технологического дуализма в развитии и оценку технологической структуры в рамках выделяемых и рассматриваемых хозяйственных структур на макроуровне (макроструктурный анализ<sup>4</sup>), с учётом особен-

<sup>3</sup> Теория дисфункции экономики, управления и институтов разработана автором в период 1998–2014 г.

<sup>4</sup> Подробнее смотрите работы автора за период 1999–2023 гг.



**Рисунок 1.** Место «экономики технологий» как научного направления  
**Figure 1.** Scope of “economics of technology” as a scientific field

*Источник: построено автором*  
*Source: constructed by the author*

ностей самих технологий в рамках модели «ядро – периферия»<sup>5</sup>;

– измерение технологий, типизацию и выделение этапов технологической эволюции (технологические уклады, технико-экономические парадигмы), выявление закономерностей между ними, а также оценку уровня технологичности производств, отраслевых совокупностей, видов деятельности, больших экономических систем – регионов, стран;

– конкуренцию технологий, определение технологического выбора на различных уровнях экономической организации (фирма, корпорация, страна), определение критериев

оценки экономической (потери, резервов, источников) и иных видов эффективности технологического развития;

– формирование государственной политики, стимулирующей технологическое развитие (обновление) на основе макроструктурного анализа экономики и технологий.

Следует заметить, что формирование инструментов политики, воздействующих на технологии и их развитие, требует постановки целей и оценки их чувствительности к инструментам. Это обстоятельство полезно не только для мер собственно научно-технической или промышленной, но и макроэкономической политики, которая может сдерживающим образом влиять на развитие науки и техники, а соответствующие институциональные воздействия системного плана (как, например, приватизация) в принципе действовать на такие системы экономики разрушающим образом.

Таким образом, формируется целый спектр вопросов для исследования технологической сферы с позиций экономического содержания и следствий, что может рассматриваться как самостоятельное направление «экономики технологий». Задачи особой важности появляются при изучении эффектов технологического

<sup>5</sup> В ряде работ директор Научно-исследовательского института «Центр экологической промышленной политики» Д.О. Скобелев отмечает не только необходимость задействовать наилучшие доступные технологии в решении различных аспектов технологического развития российской экономики, но и развивать модель «ядро-периферия» с соответствующими оценками по отраслевым направлениям и направлениям технологического развития (Скобелев, 2020). Тем самым он поддерживает и развивает авторскую идею относительно важности изменений технологического ядра и периферии. Отсюда вытекает и потребность изменения подходов в области федерального статистического учёта технологий и оценок технологического развития страны. Под ядром технологии понимается её трудно изменяемая часть, которая включает в себя содержание технологии, под периферией – легко изменяемая часть, без изменений ядра (содержания самой технологии). Именно такой структурой детерминируется технологический выбор (Сухарев, 2014, с. 268–300).

замещения и дополнения, возникающих на микроэкономическом уровне, но с явными макроэкономическими последствиями. Макроструктурный анализ позволяет их учесть и принять во внимание при планировании экономической политики.

В ранней работе автора (Сухарев, 2014)<sup>6</sup> была предложена модель рассмотрения технологии с позиций её ядра (не изменяемой части, определяющей содержание технологии – физику, химию процесса и т.д.) и периферии – как изменяемой части, не меняющей базового принципа. Данная модель позволяет не только описать конкретную технологию и методом структурного и морфологического анализа выявить возможности её изменения, совершенствования или замены, но и применить сам модельный подход к анализу совокупности технологий, слагающих ядро технологического уклада, включая и периферию с оценкой состояния по каждому направлению деятельности и достигнутого пика совершенствования имеющегося набора технологий. При этом может применяться метод технологических карт и оценки технологического охвата, дающий ответ на вопрос, сколько субъектов экономики применяют ту или иную технологию, насколько

она распространена. Причём субъекты могут применять одну и ту же технологию по её ядру, но различные периферии. В *таблице 1* приведены три технологии (три ядра) получения тонких плёнок на твёрдой поверхности.

Для каждой технологии в качестве примера приведено по две периферии, которые можно без сложностей изменить, не меняя физику самой технологии. Конечно, в каждом случае периферий может быть больше (не все указаны в *таблице 1*, так как она приводится для показательного примера). Таким образом, *таблица 1* сразу даёт видение технологического выбора и его сложности – между тремя ядрами и для каждого ядра ещё и двумя перифериями. Применение ядра технологии в значительной степени определяется условиями и назначением применения, заданными техническими требованиями, составляющими постановку задачи. Если первое ядро предполагает наличие ионов в растворе, а периферии могут варьироваться в зависимости, например, от толщины требуемой плёнки, то второе ядро представляет собой газовую среду, а третье ядро – это механическое распыление, где периферий может быть больше, чем у предшествующих технологий (ядра 1–2) (*таблица 1*).

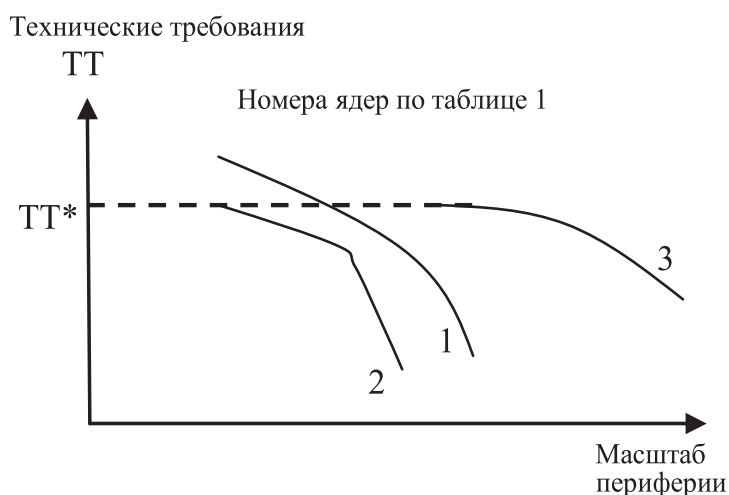
**Таблица 1.** Технологии получения тонких плёнок на твёрдой поверхности (три базовых ядра)  
**Table 1.** Technologies for producing thin films on a hard surface (three basic cores)

Ядро № 1	Ядро № 2	Ядро № 3
Формирование плёнок на твёрдой поверхности из растворов электролитов	Получение плёнок из газовой фазы (термодиффузионное осаждение)	Механическое нанесение плёнок на твёрдые поверхности
<b>На каждое ядро по две периферии технологии</b>		
Электрохимическое осаждение плёнок из раствора электролита (гальваника) – без воздействия на поверхность основного твёрдого материала	Осаждение слоёв материала, полученного в результате химических реакций газов-реагентов, на твёрдую поверхность	Нанесение раствора реагента на поверхность – с последующим испарением растворителя
Формирование плёнки с использованием самого покрываемого материала (например, анодированное оксидирование алюминия в высоковольтном разряде, в щелочном растворе)	Образование плёнок на поверхности путём химического взаимодействия газовой фазы с основным материалом	Осаждение распылённой жидкости на покрываемую поверхность

*Источник: составлено автором*  
*Source: compiled by the author*

<sup>6</sup> Эта книга включила статьи предыдущих лет, за период 2012–2013 гг., где и была обозначена указанная модель.





**Рисунок 2.** Технические требования и масштаб периферии технологии

**Figure 2.** Technical requirements and technology edge scale

*Источник: построено автором*

*Source: constructed by the author*

Фактически *таблица 1* задаёт два базисных вида технологического выбора по горизонтали (между ядрами) и по вертикали (между перифериями).

Чем выше технические требования (ТТ) к объекту технологии, результату (наносимые плёнки), тем ниже будут возможности вертикального технологического выбора — периферии технологии (узость периферии — меньше масштаб) (*рисунок 2*).

Если технические требования ТТ\* слишком высокие, то применение технологий согласно ядрам 2–3 за счёт изменения масштаба периферии становится невозможным. Иногда даже ядро, то есть физика процесса, становится не годным. В результате остаётся технология по ядру 1, которая будет отвечать постановке технической задачи (*рисунок 2*, отражающий качественные связи указанных параметров). Конечно, возможны варианты, когда применение той или иной технологии по ядру, а также по отдельной периферии будет безальтернативным. Это зависит от размера объекта, состояния поверхности (материала), размера плёнки, материалов самой плёнки. Этими же параметрами в рассматриваемом примере *таблицы 1* будут заданы затраты. Поэтому выбор технологии отнюдь не всегда

детерминируется критерием интенсификации — совокупными затратами, которые должны быть ниже, чем по иному ядру. А НИОКР, тем более затраты на них в принципе, могут не приводить к появлению новой технологии. Иногда нужны многолетние аккумулируемые результаты НИОКР, чтобы создать новую технологию. В связи с чем, опережающий рост затрат на НИОКР может не повысить их удельной эффективности, которую важно ещё и верно оценивать (считать), подобно тому, что повышение нормы накопления не является гарантией роста, так как важна структура накопления основного капитала и многие иные условия<sup>7</sup>.

В зависимости от поставленных задач (технических требований), сложности технических решений и условий применения технологий затраты могут оказаться намного выше, чем ожидалось. Поэтому технологический выбор, как и технологическое развитие становятся многокритериальными, представляют собой многопараметрическую задачу, с часто неопределённым решением.

<sup>7</sup> Эти обстоятельства часто не учитываются современными аналитиками-прогнозистами экономического роста, полемизирующими на предмет будущих сценариев развития российской экономики.

Таким образом, и комбинаторный эффект может быть ограничен техническими требованиями применения технологий, но в рамках модели «ядро-периферия» он рельефно виден и более значим нежели «созидательное разрушение», которое вообще в данном случае не обнаруживается.

В завершение настоящей статьи, обозначим перспективы «экономики технологий» и сформулируем основные выводы.

### **ПЕРСПЕКТИВЫ «ЭКОНОМИКИ ТЕХНОЛОГИЙ»: ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ**

Сказанное иллюстрирует сложность и неоднозначность технологического выбора, что влияет на развитие технологий, процессы замещения и дополнения. Это обстоятельство требует учитывать и при оценке явления «технологического дуализма»<sup>8</sup>.

Обобщая, виден контур нового научного направления, которое обозначено здесь как «экономика технологий» с собственной методологией и подходами к измерению и анализу. Его научная эволюция охватывала этап включения технического прогресса в виде остатка в классические модели роста, выделения различных видов технического прогресса в рамках такого моделирования (нейтральный технический прогресс по Хиксу, Харроду и Солоу). Уже к 1970-м гг. сформировалось общее направление «экономики научно-технического прогресса»<sup>9</sup>. А в 1990-е и 2000-е гг. исследования стали все больше уделять внимание эффектам технологической гонки и рассмотрению самостоятельных задач технологического развития, детерминированных состоянием образования, науки и производственно-технических систем (уровень индустриализации, включая технологическую составляющую).

Современный этап технологического развития можно обозначить как расширение ввода виртуальных технологий, усиливающих работу «реальных технологий» (Сухарев, 2014),

и технологий, облегчающих или заменяющих работу «естественного интеллекта». Однако для любого типа технологий все равно сохраняет своё методологическое значение идея выделения «ядра – периферии», дающая возможность рассмотреть структурные особенности самой технологии. Это формирует перспективу не только совершенствования технологии, но и понимания последствий её применения и лимитов в использовании, а также негативных исходов и выработки методов борьбы с ними.

Вопросы замещения технологий, дополнения технологий, формируемой потребности на эти два процесса составляют перспективу научных исследований направления «экономика технологий». Важен поиск критериев технологического выбора и изменчивости этих критериев в зависимости от цели, задач, технических решений и экономических возможностей.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Обобщая проведенный анализ, сформулируем основные выводы, касающиеся перспективы такого научного направления как «экономика технологий».

Во-первых, советско-российская экономическая школа внесла определяющий вклад в становление и развитие экономики научно-технического прогресса, а современные исследователи – в формирование такого направления как «экономика технологий». В связи с тем, что эта роль явно недооценивается в научной и исторической литературе, здесь показаны базовые результаты в рамках школы Хейнмана-Львова-Анчишкина и вытекающие из неё различные аспекты «экономики технологий» на макроуровне (Глазьев, 2018) и в структурно-технологической области (Сухарев, 2014). Это существенно продвигает макроструктурный анализ, о котором стали много сегодня рассуждать прогнозисты, пренебрегающие теорией систем и структурной динамики как фундаментом структурного анализа, который включает и макроуровень.

Во-вторых, специфика технологий часто обесценивает сугубо экономические критерии

<sup>8</sup> Подробнее смотрите работы автора 2019–2023 гг.

<sup>9</sup> В 1985 году в СССР был создан Институт экономики и прогнозирования научно-технического прогресса, который возглавил академик Анчишкин А.И. (Анчишкин, 1986)

оценки и принятия решений в области технологического выбора, причём эту задачу в рамках горизонтального и вертикального выбора можно считать пока не решённой.

В-третьих, модель технологии типа «ядро – периферия» позволяет выделить методологическую специфику при изучении влияния технологий на экономический рост и развитие, причём выделяя значимость «комбинаторного наращения» вместо «созидательного

разрушения» без полного отрицания последнего.

Таким образом, «экономика технологий» как научное направление имеет широкие перспективы, выводя полученные в его рамках знания за границы стереотипного шумпетерианского подхода и «созидательного разрушения», внося существенный вклад в развитие методов структурного анализа на микро-, мезо- и макроэкономическом уровнях.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Анчишкин А.И. Наука, техника, экономика. Москва: Экономика, 1986. 383 с.
2. Глазьев С.Ю. Рынок в будущее. Россия в новых технологическом и мирохозяйственном укладах. Москва: Книжный мир, 2018. 768 с.
3. Глазьев С.Ю. Теория долгосрочного технико-экономического развития Москва: Владар, 1993. 310 с.
4. Иванов В.В. Новая научно-техническая политика // Экономическое возрождение России. 2022. № 3 (73). С 24–28. doi: 10.37930/1990-9780-2022-3-73-24-28
5. Львов Д.С. Развитие экономики России и задачи экономической науки. Москва: Экономика, 1999. 79 с.
6. Львов Д.С. Эффективное управление техническим развитием. Москва: Экономика, 1990. 255 с.
7. Львов Д.С., Глазьев С.Ю. Теоретические и прикладные аспекты управления НТП / Экономика и математические методы. 1986. № 5. С. 793–804
8. Львов Д.С. Основы экономического проектирования машин. Москва: Экономика, 1966. 296 с.
9. Меньшиков С.М., Клименко Л.А. Длинные волны в экономике. Когда общество меняет кожу. Москва: Международные отношения, 1989. 272 с.
10. Перес К. Технологические революции и финансовый капитал. Динамика пузырей и периодов процветания. Москва: Изд. дом «ДЕЛО», 2011. 232 с.
11. Скобелев Д.О. Наилучшие доступные технологии: опыт повышения эффективности ресурсной и экологической эффективности производства. Москва: АСТ, 2020. 257 с.
12. Сухарев О.С. Эволюционная экономическая теория институтов и технологий. Проблемы моделирования. Москва: Ленанд, 2017. 144 с.
13. Сухарев О.С. Экономический рост, институты и технологии. Москва: Финансы и статистика, 2014. 464 с.
14. Хейнман С.А. Научно-техническая революция сегодня и завтра. Москва: Политиздат, 1977. 328 с.
15. Хейнман С.А. Научно-технический прогресс и структура общественного производства. Вопросы экономики. 1973. № 1. С. 15–26
16. Хейнман С.А. Некоторые вопросы прогнозирования научно-технического прогресса. Вестник АН СССР. 1972. № 6. С. 57–63
17. Хейнман С.А. Эффективность национальной экономики: источники роста, потери и резервы // Сборник научных трудов в 2-х Т. Москва: Институт экономики РАН, 2008. Т1–241 с., Т2–308 с.
18. Чичканов В.П., Сухарев О.С. Возможности науки в инновационном процессе: «измерение технологий» / Экономика науки. 2023. Т. 9. № 1. С. 36–44. doi: <https://doi.org/10.22394/2410-132X-2023-9-1-36-44>
19. Шумпетер Й.А. Теория экономического развития. Капитализм, социализм и демократия. Москва: Эксмо, 2007. 864 с. (Серия «Антология экономической мысли».)
20. Breschi S., Malerba F., Orsenigo L. (2000) Technological Regimes and Schumpeterian Patterns of Innovation. The Economic Journal. 2000. Vol. 110, № 463. P. 388–410
21. Davis L.E., North D.C. Institutional Change and American Economic Growth. Cambridge University Press; Reissue edition, 2008. 292 p.
22. Fuita C.A. Schumpeterian Competition. The Quarterly Journal of Economics. 1980. Vol. 94. № 4. P. 675–695. doi: <https://doi.org/10.2307/1885663>
23. Hanusch H., Pyka A. Manifesto“ for Comprehensive Neo-Schumpeterian Economics History of Economic Ideas. 2007. Vol. 15. № 1. P. 23–41.

24. *Hartmann D., Pyka A., Hanusch H.* Applying Comprehensive Neo-Schumpeterian Economics to Latin American Economies. *Structural Change and Economic Dynamics*. 2010, Vol. 21, issue 1. P. 70–83. doi: <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2009.11.003>
25. *Hodgson G.* The Evolution of Institutional Economics: Agency, Structure and Darwinism in American Institutionalism. Routledge, London, 2004. 560 p.
26. *Perez C.* Structural change and assimilation of new technologies in the economic and social systems. *Futures*, 1983. Vol. 4. № 15. P. 357–375. doi: [https://doi.org/10.1016/0016-3287\(83\)90050-2](https://doi.org/10.1016/0016-3287(83)90050-2)
27. *Sengupta Jati K.* A model of Schumpeterian dynamics. *Applied Economics Letters*. 2001. Vol. 8. № 2. P. 81–84. doi: <https://doi-org./10.1080/13504850150204101>

### Информация об авторе

*Сухарев Олег Сергеевич* – доктор экономических наук, профессор, главный научный сотрудник Центра института социально-экономического развития Института экономики РАН; главный научный сотрудник сектора прогнозирования и формирования приоритетов в сфере науки и инноваций Института проблем развития науки РАН; профессор кафедры «Теория и методологии государственного и муниципального управления» факультета государственного управления МГУ, Scopus Author ID: 56736819100, ORCID: 0000-0002-3436-7703 (Российская Федерация, 217418, г. Москва, Нахимовский проспект 32; e-mail: [o\\_sukharev@list.ru](mailto:o_sukharev@list.ru); [www.osukharev.com](http://www.osukharev.com)).

### REFERENCES

1. *Anchishkin, A.I.* (1986). Science, technology, economics. Moscow: Economics. (In Russ)
2. *Breschi, S., Malerba, F., Orsenigo, L.* (2000). Technological Regimes and Schumpeterian Patterns of Innovation. *The Economic Journal*, 110 (463), 388–410.
3. *Chichkanov, V.P., Sukharev, O.S.* (2023). Possibilities of Science in Innovative Development: “measuring technologies.” *Economics of Science*, 9(1), 36–44. doi: <https://doi.org/10.22394/2410-132X-2023-9-1-36-44> (In Russ)
4. *Davis, L.E., North, D.S.* (2008). *Institutional Change and American Economic Growth*. Cambridge University Press; Reissue edition.
5. *Futia, C.A.* (1980). Schumpeterian Competition. *The Quarterly Journal of Economics*, 94(4), 675–695. doi: <https://doi.org/10.2307/1885663>
6. *Glazyev, S.Yu.* (1993). *Theory of long-term technical and economic development*. Moscow: Vldar. (In Russ)
7. *Glazyev, S.Yu.* (2018). *Leap into the future. Russia in new technological and world economic structures*. Moscow: Knizhnyi mir. (In Russ)
8. *Hanusch, H., Pyka, A.* (2007). “Manifesto” for Comprehensive Neo-Schumpeterian Economics. *History of Economic Ideas*, 15 (1), 23–41.
9. *Hartmann, D., Pyka, A., Hanusch N.* (2010). Applying Comprehensive Neo-Schumpeterian Economics to Latin American Economies. *Structural Change and Economic Dynamics*, 21(1), 70–83. doi: <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2009.11.003>
10. *Heynman, S.A.* (1972). Some issues of forecasting scientific and technological progress. *Bulletin of the USSR Academy of Sciences*, 6, 57–63
11. *Heynman, S.A.* (1973). Scientific and technological progress and the structure of social production. *Economic Issues*, 1, 15–26 (In Russ)
12. *Heynman, S.A.* (1977). *Scientific and technological revolution today and tomorrow*. Moscow: Politizdat. (In Russ)
13. *Heynman, S.A.* (2008). Efficiency of the national economy: sources of growth, losses and reserves. *Collection of scientific works in 2 volumes: Institute of Economics RAS*. (In Russ)
14. *Hodgson, G.* (2004). *The Evolution of Institutional Economics: Agency, Structure and Darwinism in American Institutionalism*. London: Routledge.
15. *Ivanov, V.V.* (2022). New science and technology policy. *Economic revival of Russia*, 3(73), 24–28. doi: [10.37930/1990-9780-2022-3-73-24-28](https://doi.org/10.37930/1990-9780-2022-3-73-24-28) (In Russ)
16. *Lvov, D.S.* (1966). *Fundamentals of economic design of machines*. Moscow: Economics. (In Russ)
17. *Lvov, D.S.* (1990). *Effective management of technological development*. Moscow: Economics (In Russ)
18. *Lvov, D.S.* (1999). *Development of the Russian economy and tasks of economic science*. Moscow: Economics, 79 p. (In Russ)
19. *Lvov, D.S., Glazyev, S.Yu.* (1986). Theoretical and applied aspects of scientific and technological progress management. *Economics and mathematical methods*, 5, 793–804 (In Russ)

20. *Menshikov, S. M., Klimenko, L.A.* (1989). Long waves in economics. When society changes its skin. Moscow: International. relationships. (In Russ)
21. *Perez, C.* (1983). Structural change and assimilation of new technologies in the economic and social systems. *Futures*, 4 (15), 357–375. doi: [https://doi.org/10.1016/0016-3287\(83\)90050-2](https://doi.org/10.1016/0016-3287(83)90050-2)
22. *Perez, C.* (2011). Technological revolutions and financial capital. Dynamics of bubbles and periods of prosperity. Moscow: Publishing house «Delo». (In Russ)
23. *Schumpeter, J.A.* (2007). Theory of economic development. Capitalism, socialism and democracy. Moscow: Eksmo. (In Russ)
24. *Sengupta, Jati K.* (2001). A model of Schumpeterian dynamics. *Applied Economics Letters*, 8(2), 81–84. doi: <https://doi-org./10.1080/13504850150204101>
25. *Skobelev, D.O.* (2020). Best available technologies: experience in improving resource and environmental efficiency of production. Moscow: AST. (In Russ)
26. *Sukharev, O.S.* (2014). Economic growth, institutions and technologies. Moscow: Finance and Statistics, 464 p. (In Russ)
27. *Sukharev, O.S.* (2017). An evolutionary economic theory of institutions and technology. Modeling problems. Moscow: Lenand. (In Russ)

### Author

*Oleg S. Sukharev* – Doctor of Economics, Professor, Chief Researcher of the Center for Socio-Economic Development Institutes at the Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences; Chief Researcher of the Sector for Forecasting and Priorities in Science and Innovation at the Institute for the Study of Science of the Russian Academy of Sciences; Professor of the Department of Theory and Methodology of State and Municipal Administration, Faculty of Public Administration, Moscow State University, Scopus Author ID: 56736819100, ORCID: 0000-0002-3436-7703 (Russian Federation, 217418, Moscow, Nakhimovsky prospect 32; e-mail: o\_sukharev@list.ru; www.osukharev.com).

**Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.**

**The author declares no conflict of interest.**

Поступила в редакцию (Received) 21.12.2023

Поступила после рецензирования (Revised) 29.01.2024

Принята к публикации (Accepted) 06.02.2024