УДК 338.2

JEL G31, G32, O33

DOI 10.25205/2542-0429-2019-19-1-115-132

**Концептуальные конструкции
современного научно-технологического развития:
обзор зарубежных подходов**

Т. С. Новикова, М. В. Королькова

*Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН
Новосибирский государственный университет
Новосибирск, Россия*

Аннотация

На рубеже нового тысячелетия произошло изменение доминирующих концептуальных конструкций, используемых для анализа научно-технологического развития (НТР). В предлагаемой статье изложены направления трансформации соответствующих методологических подходов. Сначала дается обзор концепций НТР с акцентом на его основные этапы. Для этого рассматривается смена технологических парадигм, в том числе в контексте долгосрочных изменений циклического характера на основе теории Кондратьева и Акамацу, а также производственных революций. Выявляются особенности современного НТР, соответствующего пятой длинной К-волне и переходу к шестой волне, а также закономерностям четвертой промышленной революции. Особое внимание уделяется методу исследования науки и технологий (STS), который представляет собой междисциплинарный подход к анализу НТР и включает исследования лабораторных работ, акторно-сетевую теорию, методы этнометодологии, методы научных метрик, методы построения пространств знаний. Исследования роли этики и социальной справедливости представлены как важная составная часть концепции НТР, включая анализ ценностей в формировании технологий, проблем этики в STS, роста неравенства в современных условиях, технологических моральных действий.

Ключевые слова

научно-технологическое развитие, технологические революции, длинные волны, исследования науки и технологий, этика научно-технологического развития

Источник финансирования

Исследование выполнено по плану НИР ИЭОПП СО РАН в рамках проекта XI.170.1.2 «Формирование основ теории инновационной экономики: операциональные определения, измерения, модели, научно-технологические прогнозы и программы»

Для цитирования

Новикова Т. С., Королькова М. В. Концептуальные конструкции современного научно-технологического развития: обзор зарубежных подходов // Мир экономики и управления. 2019. Т. 19, № 1. С. 115–132. DOI 10.25205/2542-0429-2019-19-1-115-132

**Conceptual Framework of Modern Scientific
and Technological Development: Review of Foreign Approaches**

T. S. Novikova, M. V. Korolkova

*Institute of Economics and Industrial Engineering SB RAS
Novosibirsk State University
Novosibirsk, Russian Federation*

Abstract

At the threshold of the new millennium, there was a change in the dominant conceptual framework used to analyze scientific and technological development (STD). The article outlines the directions for the transformation of methodo-

logical approaches under the conditions of modern scientific and technological revolution. First, an overview of conceptual constructions of scientific and technological revolution is given with an emphasis on its main stages and the corresponding change in the trajectories of technological development by analyzing the change in technological paradigms, including in the context of long-term cyclical changes based on Kondratieff's and Akamatsu's theory as well as various industrial revolutions. The trends of the modern scientific and technological revolution are viewed in accordance with the stages of modeling long-term waves and the fourth industrial revolution. Special attention is paid to the research method of science and technology (STS). The STS method is a new conceptual approach to the study of scientific and technological revolution and includes laboratory research, actor-network theory, and the methods of ethnomethodology, scientific metrics, and constructing knowledge spaces. Approaches to the study of the role of ethics are presented as an important part of the concept of scientific and technological revolution, including the analysis of values in the formation of technologies, methods for studying ethics-related issues in STS, growing inequality in modern conditions, and technological moral actions.

Keywords

scientific and technological development, long wave, method of research of science and technology, ethics of scientific and technological development

Funding

The research was carried out with the plan of IEIE SB RAS, project XI.170.1.2 "Theoretical foundations for innovative economy: operational definitions, measurements, models, technological forecasts and programs"

For citation

Novikova T. S., Korolkova M. V. Conceptual Framework of Modern Scientific and Technological Development: Review of Foreign Approaches. *World of Economics and Management*, 2019, vol. 19, no. 1, p. 115–132. (in Russ.) DOI 10.25205/2542-0429-2019-19-1-115-132

Введение

Стремительное формирование общества знания обусловило беспрецедентный рост информационной насыщенности практически всех сфер социума благодаря необходимости обработки социально значимой информации, широкому вхождению информационно-коммуникационных технологий в жизнедеятельность человека, глубоким изменениям моделей социальной организации и сотрудничества, широкому распространению гибких сетевых структур, изменению ценностной ориентации людей, социальных групп и общества в целом. В результате на рубеже нового тысячелетия произошло изменение доминирующих концептуальных конструкций научно-технологического развития (НТР). Проблема НТР как материальной основы трансформации социальных процессов постоянно находилась в центре внимания экономических исследований и связана с работами таких выдающихся зарубежных ученых, как Д. Белл, Д. Гэлбрейт, С. Кузнец, У. Ростоу, Р. Солоу, Э. Тоффлер, Д. Хикс и др. В предлагаемой статье проводится обзор существующих зарубежных подходов к исследованию НТР с целью выявления важнейших тенденций начала XXI в. Для этого сначала анализируются подходы к периодизации НТР с акцентом на специфику современного этапа. Позднее рассматривается междисциплинарный характер исследований НТР. Учитывая усиление этической доминанты соответствующих исследований, отдельно обсуждаются подходы к учету морально-нравственного аспекта НТР и обострения проблем неравенства в современных условиях. Особенно актуален такой обзор после принятия Стратегии научно-технологического развития РФ, определяемого как трансформация «науки и технологий в ключевой фактор развития России и обеспечение способности страны эффективно отвечать на большие вызовы»¹. Поиск траектории технологического развития, обеспечивающей выход наукоемких отечественных технологий на новые рынки и повышение результативности исследований, базируется на выборе адекватных методов принятия решений на основе использования накопленного зарубежного опыта, анализу которого и посвящена данная статья.

Периодизация технологического развития

¹ Стратегия научно-технологического развития РФ. 2016. С. 4. URL: <http://sntr-rf.ru>.

Подход технологических парадигм

Анализ системных технологических изменений в современных условиях базируется на введенном Томасом Куном понятии научной парадигмы, которую кратко можно определить как «принятые принципы и правила» [1. С. 73], «модель постановки и решения проблем» [1. С. 16], а также как смену парадигм в форме научных революций. Как отмечает Кун, данный термин используется в двух смыслах: «С одной стороны, он обозначает всю совокупность убеждений, ценностей, технических средств и т. д., которая характерна для членов данного сообщества. С другой стороны, он указывает один вид элемента в этой совокупности – конкретные решения головоломок, которые... используются в качестве моделей... для решения не разгаданных еще головоломок» [1. С. 226]. Именно второй смысл Кун рассматривает в качестве более нового и основательного.

В дальнейшем понятие парадигмы стало применяться к технологическим изменениям при взаимодействии с экономикой и обществом начиная с введения Джованни Доси понятия технологической парадигмы как «мировоззрения, набора процедур, определения соответствующих проблем и конкретных знаний, связанных с их решением» (аналогично науке, но применительно к технологии) [2. С. 148] и технологических траекторий как направлений изменения технологий. Затем Карлоттой Перес [3], а затем Кристофером Фрименом в их в совместных работах было разработано понятие техно-экономической парадигмы. Наиболее известное его определение дает Фримен в предисловии к совместному с Перес разделу в монографии [4. С. 10] как «кластер взаимосвязанных технических, организационных и менеджерских инноваций, преимущества которых следует искать не только в новом диапазоне продуктов и систем, но прежде всего в динамике структуры относительных издержек для всевозможных затрат на производство». К особенностям данного определения относится представление парадигм как совокупности инноваций (первоначально использовавшееся только для характеристики новых парадигм), выделение организационных и менеджерских факторов наряду с технологическими, а также выявление экономических последствий нововведений в форме снижения издержек. Позднее Перес определяет техно-экономическую парадигму в двух смыслах: как «множество наиболее успешных и прибыльных практик в терминах выбора затрат, методов и технологий, а также в терминах организационных структур, бизнес-моделей и стратегий» [5. С. 194]. При этом акцент переносится на экономические факторы во взаимосвязи с организационными. Инновации в определение не включаются, но рассматриваются как основа становления техно-экономической парадигмы через траекторию индивидуальных инноваций в форме логистической кривой (начиная от радикальных инноваций, продолжая массовым принятием рынком и заканчивая серией улучшающих инноваций) и через дальнейшее распространение индивидуальных инноваций на кластеры и экономику в целом.

В исследованиях технологических изменений традиционно выделяют два подхода, связанных с предложением и «толчком» к развитию со стороны технологий (соответственно, активной ролью государства), и со спросом и стимулом к инновациям со стороны рынка. Как отмечают в своем обзоре Танзельман и его соавторы, «технологические парадигмы, возникшие как модели инноваций со стороны науки, были вытеснены моделями стимулов со стороны рынка... Технологические парадигмы помогают объяснить сильные и слабые стороны обеих моделей» [6. С. 467]. В современной литературе представлены оба направления. Например, в работе Хо и Ли [7] проанализировано влияние изменения потребностей клиентов в условиях существенных сдвигов в технологических парадигмах, когда нарушается существующая промышленная организация и одновременно расширяются возможности для предпринимательских компаний. Предложенные ими методы апробированы на примере разработки цифровых изображений при переходе от аналоговой пленки к цифровым камерам.

В известной книге Кристенсена [8] вводится понятие разрушительных технологических инноваций. Оно исследуется с учетом рыночного спроса на преобразование продукта и времени для уточнения разницы между поддерживающими и разрушительными инновациями.

В дальнейшем данный подход продолжал интенсивно развиваться при изучении закономерностей технологических изменений. В развитии исследований технологических изменений прослеживается тенденция к применению междисциплинарных подходов и учету все более широкого круга факторов, включая не только экономические и институциональные, но и политические, социальные, этические и экологические [9–11].

Концепция технологической парадигмы разрабатывалась главным образом для развитых стран, находящихся на границе технологических изменений. Для стран со средним и низким доходом, располагающихся внутри технологических границ, возникают часто непреодолимые проблемы продвижения по траекториям технологического развития и достижения этих границ. В экономической литературе представлены как экономико-математические модельные подходы [12; 13], так и качественные исследования к анализу этих проблем, в частности в рамках специального направления экономики развития [14–16]. Радосевич и Йорук в статье [17] предлагают концептуализировать модернизацию технологий различных типов стран с помощью трехмерного анализа. В нем учитывается, во-первых, интенсивность замены технологии на основе различных видов инновационной и технологической деятельности; во-вторых, распространение технологий с учетом диверсификации знаний и типов поддержки инфраструктуры и структуры фирм; в-третьих, глобальное взаимодействие посредством заимствования, усвоения и обмена знаниями. По оценке авторов, в статье представлены первые шаги к теории и метрике технологического развития, позволяющие разработать составной индикатор модернизации технологий. Важной особенностью предлагаемого авторами подхода является возможность его применения для стран с разным уровнем экономического развития, находящихся как на самой границе технологических изменений, так и внутри ее.

Длинные волны Кондратьева

Технологические изменения традиционно рассматриваются в контексте долгосрочных изменений циклического характера и теории длинных волн, созданной Николаем Дмитриевичем Кондратьевым [18]. Он выявил и системно проанализировал три длинные волны в изменении основных экономических показателей с периодом около 50 лет на примере в США, Великобритании, Германии и Франции. В дальнейшем его теория послужила основой многочисленных исследований долгосрочных изменений не только для экономики, но и для политики, социальной сферы, состояния окружающей среды. Каждый раз в переломные моменты кризисов в рамках длинных волн (в 20-е и 70-е годы прошлого века и 10-е – 20-е годы XXI века) интерес к работам Кондратьева усиливается и появляется большое число публикаций, в которых обсуждается его теория.

Кроме основных колебаний экономической активности Кондратьев обнаружил цикличность в распространении новых технологий. Он показал, что примерно за двадцать лет перед началом повышательной фазы волны наблюдается оживление в сфере технических изобретений, а непосредственно до начала и в самом начале этой фазы – широкое применение этих изобретений. Технологические изменения рассматриваются в качестве материальной основы длинных волн. Неслучайно циклы Кондратьева еще называют длинными технологическими волнами (как, например, эксперты Евростата в обзорной части обширного руководства по циклическим композитным индексам²).

Обычно выделяют шесть долгосрочных циклов в соответствии с развитием новых производств и крупнейших технических изобретений:

- 1) 1803–1843 гг. – текстильное производство;
- 2) 1844–1896 гг. – чёрная металлургия, железнодорожное строительство;
- 3) 1891–1947 гг. – электроэнергетика, неорганическая химия, тяжёлое машиностроение;

² Handbook on Cyclical Composite Indicators for Business Cycle Analysis. Luxembourg: Eurostat, Publications Office of the European Union, 2017, p. 37.

- 4) 1945–1983 гг. – среднее и общее машиностроение, химическая промышленность, нефтепереработка;
- 5) 1981–2018 гг. – электроника, робототехника, вычислительная и телекоммуникационная техника;
- 6) 2018–2060 гг. – конвергенция nano-, био-, информационных и когнитивных технологий.

Относительно обоснованности подхода Кондратьева высказываются достаточно осторожные оценки. Негативные результаты эмпирических проверок длинных волн преобладают [19–21]. В одной из последних фундаментальных публикаций Евростата циклам Кондратьева посвящается обширный раздел и в заключение отмечается следующее: «Большинство эмпирических данных не поддерживают длинную волну, продолжающуюся около 50 лет и являющуюся результатом кластеризации инноваций... Несмотря на пессимизм, кондратьевские циклы остаются вдохновляющей идеей, а также очень интересным теоретическим упражнением»³.

Однако в литературе представлена и позитивная точка зрения о существовании длинных волн, начиная с фундаментальных теоретических исследований Шумпетера и Кузнеця и продолжая результатами эмпирических проверок в работах по финансовым и денежным проблемам Кабалеро [22], Басу и Стиглица [23], Джутосомпакорна [24], Копала и Бадден [25], по структурным основам анализа Батра [26], Мичичайлата [27], Теймури [28], по биологическим проблемам Девенезаса и Коредина [29], Далгарда и Струлика [30].

Особое место в позитивной оценке гипотезы о существовании длинных волн занимают работы российских экономистов. С. М. Меньшиков в совместной с Л. В. Клименко книге [31] писал о возникновении эффекта резонанса, когда примерно раз в 50 лет все четыре экономических цикла (Китчина, Жюгляра, Кузнеця и Кондратьева) одновременно проходят верхние пики своего развития и входят в фазу падения. В совместной статье Коротаева и Циреля [32] приводятся статистически значимые доказательства наличия цикла Кондратьева по мировому ВВП с 1870 по 2007 г., основанные на спектральных методах. Аналогичные выводы делаются в двух фундаментальных монографиях 2016 г. [33; 34] специалистов Высшей школы экономики и Института экономики, прежде всего А. В. Коротаева и Л. Е. Гринина. В этих публикациях представлено наиболее обширное и глубокое исследование подхода Кондратьева. Важной особенностью подхода авторов является исследование кондратьевских волн в условиях глобализации. При этом используется понятие «мир-системы», для которого проводится анализ прошлых кризисов, а также прогнозируется будущее развитие.

В целом рассматриваемая проблема идентификации реальных длинных волн остается открытой. Однако основополагающий вклад Кондратьева в создание теории больших циклов является общепризнанным.

Циклы Акамацу

Длинные волны выявляются не только в национальном масштабе. В подходе Кондратьева международный аспект не был определяющим. Между тем применение этого подхода исключительно важно для исследования процессов глобализации и прежде всего для аналитического представления догоняющего экономического роста развивающихся стран по сравнению с мировыми лидерами. Одним из первых это сделал японский ученый Канаме Акамацу [35], использовавший подход кондратьевских волн периодичностью от 20 до 60 лет для исследования взаимосвязи центра и периферии мировой экономики. Он идентифицировал длинные волны, связанные с конвергенцией и дивергенцией этих двух групп стран и с циклическими подъемами и кризисами в развитии бедных стран, стремящихся догнать богатые страны.

³ Handbook on Cyclical Composite Indicators for Business Cycle Analysis, p. 41.

Другое направление исследований Акамацу связано с моделью «летающих гусей» и соответствующими циклами, взаимосвязанными с К-волнами. На примере текстильной промышленности он исследовал последовательность из трех групп циклических изменений включая импорт, производство и экспорт. Указанная последовательность вызывает структурные изменения как в странах-лидерах, так и в странах-последователях. Он показал, как эти три группы циклов взаимосвязаны для двух групп товаров: потребительских и следующих за ними капитальных товаров. Эта теория соответствует последовательному позиционированию развивающихся стран, подражающих развитым странам в выборе пути экономического роста.

В дальнейшем теория Акамацу была развита в работах Озавы [36]. Она использовалась для сравнительного анализа экономического роста в быстро развивающихся новоиндустриальных (Южная Корея, Тайвань) и традиционных отстающих (Таиланд, Малайзия) странах. Механизмы экономического роста связаны с инновациями на «лестнице экономического развития», которые привлекают инвестиции и стимулируют финансовое участие в создании предприятий в определенной отрасли, обеспечивая рост производства и экспорта. Модель стадий структурного роста Озавы представляет собой синтез теорий роста Акамацу, Ростоу и Шумпетера. Она используется для анализа на реальных данных в различных отраслях и соответственно технологических разработках. Озава показывает последовательный рост на пяти этапах с участием ведущего сектора на каждом этапе.

Другой известный японский экономист Хирока [37] характеризует современную технологическую парадигму сочетанием трех траекторий: технологии, развития и распространения. Траектория технологии связана с определенным открытием, возникшим в результате технического или научного прорыва. Траектория развития состоит из инновационных продуктов, разработанных с использованием ключевых технологий. Данная траектория выделяется как наиболее важная, поскольку знания передаются от научно-исследовательского сектора в промышленность через новые предприятия и, в конечном счете, до коммерциализации в новые продукты. Благоприятные условия для предприятий обычно создаются в течение первых 10–15 лет первой части траектории развития. В дальнейшем происходит переход к траектории интенсивного распространения инноваций на рынке.

Промышленные революции

Смены технологических парадигм связаны с производственными революциями, в том числе с промышленными революциями. Коротаев и его соавторы выделяют три производственные революции: аграрную, промышленную и кибернетическую (см., например, [33. С. 144]). Промышленная революция характеризуется концентрацией производства в промышленности и широким применением машин. В свою очередь, каждая производственная революция включает три фазы: две инновационных (первоначальную и заключительную) и одну модернизационную. Согласно этой классификации, современный этап НТР относится ко второй фазе кибернетической революции, соответствующей переходу от первоначальной научно-информационной фазы (1950–1990 гг.) к фазе модернизации (1990–2020 гг.), а в дальнейшем к заключительной фазе саморегулирующихся систем (2030–2070 гг.). Авторы предлагают рассматривать кондратьевские волны как специфический механизм, связанный с возникновением и развитием в условиях промышленной революции, а также на первой фазе кибернетической революции [33. С. 150].

Другое направление исследований смены технологических парадигм, было предложено в рамках Всемирного экономического форума в Давосе во главе с Клаусом Швабом [38] и связано с более детальным представлением индустриального развития в форме ряда промышленных революций.

В нем выделяются четыре промышленные революции:

1) конец VIII в. – середина XIX в. – переход от ручного труда к машинному на основе парового двигателя (соответствует 1-й К-волне);

2) середина XIX в. – начало XX в. – электроэнергетика, конвейерное производство (соответствует 2–3 К-волнам);

3) середина – конец XX в. – применение компьютеров в производстве и развитие персональных компьютеров (соответствует 4-й К-волне);

4) конец XX – середина XXI в. – интернет вещей, большие данные, искусственный интеллект (соответствует 5–6 К-волнам).

Шафер характеризует четвертую промышленную революцию как «беспрецедентно объединяющую технологические и человеческие возможности через алгоритмы самообучения, самоуправляемые автомобили, взаимосвязь человека и машины и аналитику больших данных» [39. С. 6]. К ее важным отличительным особенностям Марш относит различие Востока и Запада в использовании технологических цепочек в отношении отраслевых ниш, в которых производство требует сложных технологий, следовательно, доминируют развитые страны. Большинство таких нишевых производств находится в начале технологических цепочек, которые завершаются на Востоке [40. Гл. 4]. Генг выделяет новые возможности, которые открываются на основе больших данных, в решении таких глобальных проблем, как перенаселенность городов, старение населения, мобильность и энергетическая устойчивость. Например, данные, полученные от смартфонов и других носителей, могут использоваться для ежедневного обнаружения миллионов поездок в общественном транспорте и решения проблем городского планирования, контроля уровня перегруженности транспорта и рекомендаций по выбору менее загруженных маршрутов для пассажиров в реальном времени [41. Р. 338]. В условиях новой промышленной революции не только расширяются возможности, но и существенно возрастают риски. Анализируя распространение цифровых технологий в финансовых расчетах, Дусе со своими соавторами отмечают, что «конвергенция мобильных платежей, цифрового бессрочного банковского обслуживания и обмена цифровыми значениями, биткойна, альтернативных валют и инноваций в области цифрового финансирования могут привести к серьезному подрыву глобальных финансов» [42. Р. 94–96].

Таким образом, современный этап НТР можно отнести к началу шестой длинной волны Кондратьева, второй фазе кибернетической революции, началу четвертой промышленной революции. Для всех вариантов периодизации характерно становление новой технологической парадигмы и соответствующих долгосрочных траекторий технологического развития.

Метод исследования взаимосвязи науки и технологий (STS)

Возникновение и распространение новой междисциплинарной области

В 70-х гг. прошлого века сформировался новый концептуальный подход к анализу научно-технологического развития, который получил название «Исследования науки и технологий» (Science and Technology Studies, STS). В этих исследованиях показывается, как наука и технология используются в качестве инструмента экономических инноваций, моральных суждений, политического влияния, военной силы, экологического воздействия, демократического управления и культурных различий. Перечисленные направления образуют соответствующие предметные области исследований науки и технологии.

Согласно определению, предложенному в последнем издании Руководства по исследованию науки и технологий⁴, STS представляет собой «междисциплинарную область, исследующую институты, практики, содержание и результаты, связанные с взаимосвязью науки и технологии и их воздействием на среду обитания, жизнь и ценности людей». В исследованиях STS подчеркивается прямая и обратная связь между людьми и результатами их деятельности. С одной стороны, люди создают и преобразуют науку и технологии. С другой стороны, в процессе создания науки и технологии люди преобразуют самих себя, включая тела и личности, их общества, их материальное окружение. В результате возникают такие

⁴ Handbook of Science and Technology Studies, Fourth Edition. MIT Press, 2017. P. 7.

сопутствующие области исследований, как познавательная, технологическая и социальная [43] в ответ на необходимость создания новых знаний и технологического развития.

Отличительной чертой STS является обращение к практике. Методы STS базируются на предположении, что технонаука представляет собой множество социальных и материальных практик. Как отмечает Джон Лоу, «при уменьшении влияния других объясняющих схем STS все больше обращается к тактике и стратегии практики, к соответствующим методам и способам формирования мира...» [44. Р. 5]. В обзоре методов он показывает, как практики генерируют различные реалии и нормативы в результате варьирования между областями, как неопределенны отношения между ними, как большинство STS тем или иным путем стремятся создать методы, которые позволяют осознать, правильно учесть и разработать лучшие способы обработки возникающих различий.

Методы STS

Методы STS можно сгруппировать по следующим основным направлениям: методы социологии научных знаний, акторно-сетевая теория, методы этнометодологии, методы научных метрик, методы сочетания рыночной и социальной стоимости. Каждое направление предполагает проведение анализа с двух точек зрения: во-первых, как исследовательские методы в рассматриваемой области науки и технологий, во-вторых, как методы взаимодействия с обществом за пределами этой области.

Методы социологии научных знаний. Теоретические основы междисциплинарного подхода STS были сформированы в работах Куна. Он утверждал, что «наука, ее методы и ее практики представляют собой дисциплинарные культуры» и что «научные методы сформированы во взаимосвязи между миром, с одной стороны, и культурой науки, включая ее методы, с другой стороны» [1. С. 67].

Для изучения разнообразных реальных проблем разрабатываются соответствующие научные методы, однако методы не могут быть отделены от социального контекста, и наука формируется социальными интересами. В результате возникают «культурные, практически и теоретически обоснованные, базирующиеся на материальном, институционально размещенные и социально сформированные порядки и процедуры, переплетенные между собой и внешним окружением» [45. Р. 33].

В рамках социологии научных знаний важным направлением стали *исследования лабораторных работ*. В соответствующем подходе к построению знаний изучается воздействие культуры и социальных интересов на принятие решений учеными. Латур и Вулгар [46] опубликовали результаты своих наблюдений за ходом исследований в лабораториях. Они показали, что в типичном эксперименте часто получаются неубедительные данные, которые объясняются неудачной аппаратурой или используемым методом. Поэтому значительная часть научной работы ученых связана с выбором субъективного решения о том, какие данные следует хранить, а какие выбросить. В результате наблюдаемый процесс научных исследований напоминает не беспристрастный поиск истины и точности, а механизм игнорирования определенных данных. При этом используется социальный механизм построения объектов научного исследования, связанный с культурой, а не с применением стандартных процедур и принципов.

Социальное построение технологий образует раздел социологии научных знаний, исследующий разработку технологий в зависимости от создаваемых учеными идей, объектов и событий как результат целой серии выборов и взаимодействий. Работа Бийкера и его соавторов [47] стала интеллектуальной основой всего направления социального формирования технологических систем, применяющего методы социологии научного знания к разработке технологий. В качестве примера авторы проанализировали смену технологий производства велосипедов в зависимости от социальных факторов, выявляя взаимосвязь между использованием дешевых велосипедов и проявлением мужественности. Однако для расширения рын-

ка производители создали более безопасные и дешевые велосипеды. Тем самым гендерные и коммерческие интересы совместно сформировали технологию.

Акторно-сетевая теория (АСТ) радикально представляет отношения, возникающие в результате совместной активности различных участников сети: и людей, и объектов, не являющихся людьми (артефактов, технических комплексов, животных). Эта теория была разработана Каллоном [48], Латуром [43] и Лоу [45], которые до сих пор считаются основными специалистами в этой области. Известная статья Мишеля Каллона и др. [48] посвящена обсуждению попыток ученых решить экологическую проблему сохранения популяции гребешков путем «достижения договоренностей» с рыбаками. Авторы приходят к выводу, что акторами процесса взаимодействия являются не только ученые и рыбаки, но и гребешки. Для подхода АСТ характерны два основных свойства, соответствующие самому названию направления: радикальное выделение акторов (включающее и субъекты, и объекты) и сетевое взаимодействие между ними.

Начиная с середины 90-х гг., акторно-сетевая теория начала выходить за пределы STS, распространяясь на управленческие и организационные исследования компьютерных систем, экономики, здравоохранения, социологии, географии. Согласно оценке Латюра, АСТ можно рассматривать как «альтернативную социальную теорию для решения новых головоломок, которые были обнаружены после проведения поисковых работ в области науки и техники [43. Р. 2].

Методами этнометодологии в STS занимаются изучением стандартов повседневного социального взаимодействия в области развития науки и техники, включая принятые нормы, правила поведения, смыслы используемого языка. Они достаточно широко применяются в STS с традиционным для этих исследований акцентом на практику. В фундаментальной книге «Этнометодологическая программа» Гарфинкель [49] подчеркивает повторяющуюся практику внутреннего инструктирования в любой сфере технической деятельности. Одной из проблем, выявленных с помощью методов этнометодологии, является социологический дуализм в сфере STS. В совместной работе Грейфенхаген и Шеррок [50] обнаружили контраст между деятельностью и представлением результатов этой деятельности в публикациях и лекциях, в частности между тем, как математики работают и как они докладывают свои результаты. Филипп Сормани, наиболее яркий представитель рассматриваемого направления, использовал аналогичный подход к изучению дуализма в научных исследованиях. В одной из его последних работ [51] Сормани критически рассматривает используемые на практике методы видеоанализа и показывает, что применение этих методов характеризуется тенденцией к игнорированию или преуменьшению практического опыта или самой деятельности экспериментаторов, зафиксированной в видеоматериалах.

Методы научных метрик образуют отдельное известное направление в теории и практике развития отдельных наук, прежде всего междисциплинарных исследований. Как подчеркивал Эжен Гарфильд, создатель американского Института научной информации, индексирование не должно быть проведено только в форме ключевых слов и описаний, цитирование и ссылки, представленные в опубликованных журнальных статьях, могут быть использованы для соединения вместе взаимосвязанных документов [52]. Для STS рассматриваемые методы имеют особое значение, поскольку позволяют создать информационную, количественную и качественную основу для объединения различных предметных областей. Среди используемых методов следует разделять традиционный анализ по связанным словам и технику алгоритмической историографии. В серии публикаций [50; 51] показывается, как последний метод эффективен при формировании компьютеризированной истории за счет использования дат публикаций и создания кластеров по взаимному цитированию в зависимости от времени. Правда, эти методы не учитывают обращений к соответствующим источникам.

В работе Роталаб и его соавторов [53] метод научных метрик используется для анализа появления новых технологий как возникающих исследовательских структур. Для определения новых технологий предлагается использовать пять характеристик: радикальная новизна, относительно быстрый рост, согласованность, заметное влияние и неопределенность. На ос-

нове предлагаемых характеристик проводится анализ основных эмпирических подходов. Для обнаружения и изучения новых технологий проводится анализ тенденций, цитирования, кодовых слов, наложение карт и их сочетания.

Разработанные так или иначе показатели цитирования используются в научной и технологической политике, управлении сферой НИОКР, разработке рейтингов университетов, импакт-факторов журналов и оценок исследований. Соответствующее отдельное направление образует литература по построению определенных показателей цитирования [54] и их совершенствования [55], создаются специализированные институты и подразделения для проведения необходимых оценок.

Построение метрик, в частности глобального инновационного индекса (Global Innovation Index, GII) и показателей инновационного объединения ЕС (European Innovation Scoreboard), широко применяется на практике и обеспечивает возможность создания представительной информационной базы технологического развития. К проблемам данного подхода относится элиминирование различия между странами, возникающее при объединении их показателей. Как отмечает Спенс, «идентичные технологические пути и факторы роста препятствуют продвижению стран по разным направлениям и не позволяют им сформулировать свои собственные стратегии “умной специализации” для обеспечения конкурентоспособности. Тем самым они усиливают подражательную политику роста, основанного на НИОКР» [56. Р. 94].

В рамках современных системных исследований STS сформировалось относительно новое направление *построения пространств знаний*. В нем объединяются связанные с технологиями теории, методы, эмпирика, способы написания текстов, дисциплинарные структуры, аудитории, власти и реалии. К ним также добавляются организационные структуры, выбор жизненного пути, социальные, экономические, технические и издательские инфраструктуры.

Наиболее последовательно исследует эту проблему Лоу, показывая, как «знания и его методы являются материально комплексными и осуществляемыми веб-практиками, которые приводят к определенному множеству субъектов, объектов, выражениям или презентациям, воображению, метафизическим предположениям, нормативам и институтам» [44. Р. 47]. Следующий логический шаг в его аргументации связан с введением понятия пространств знаний, которые «определяются как множество более или менее проницаемых границ для возможного и доступного; они определяются образцами отношений, которые вводят в действие эти градиенты возможности и доступности, и они пересекаются и вовлекаются в поколение альтернативных пространств знаний».

Методы сочетания рыночной и социальной стоимости. Традиционные концепции технологического прогресса базируются на свободном рыночном механизме с ориентацией на рыночную стоимость и применение патентной системы. В современных условиях наряду с рыночной стоимостью в качестве важного приоритета технологического прогресса выступает социальная стоимость и применение финансирования инновационной деятельности за счет бюджетных средств и институтов развития. Как отмечает Офер Тур-Синаи, «концепция технологического прогресса с обеспечивающей его патентной системой представляется скорее упрощенной» [57. Р. 2]. Автор сравнивает два альтернативных инструмента политики для стимулирования инноваций, соответствующие рыночной и социальной стоимости. Необходимость формирования особого механизма взаимосвязи науки и технологий была осознана еще в середине XX в. при создании так называемого социального контракта между государством и наукой с характерным для него обменом государственными фондами и автономией взамен на открытия, технологические инновации и обученный персонал. К концу прошлого века на смену представления об обособленности науки пришло понимание необходимости постоянного взаимодействия участников инновационного процесса в рамках национальных инновационных систем.

Этика научно-технологического развития

Роль ценностей в формировании технологий

Ценностной подход базируется на философских представлениях о справедливости, восходящих к работам Платона и Аристотеля, позднее Канта с противопоставлением сущего и должного с категорическим императивом в качестве высшего морального закона. В современной философии наиболее крупным представителем данного направления можно назвать Рональда Роулза с его теорией социальной справедливости [58].

Ценностной подход в научно-технологическом развитии и экономике используется в двух основных аспектах. Во-первых, для оценки состояний общества по достигнутым социально-экономическим показателям, прежде всего уровня неравенства в распределении доходов и богатства между членами общества. Во-вторых, для характеристики процесса получения научных результатов, прежде всего с точки зрения моральной ответственности.

Как отмечает Амартия Сен, «экономическая теория, такая, какой она сложилась, могла бы быть более продуктивной, если бы обращала более пристальное внимание на этические соображения, которые формируют поведение и суждения человека» [59. С. 25]. Значимость ценностного подхода к анализу научно-технологического развития в экономике подчеркивает Энтони Атkinson, утверждающий, что «экономическая теория должна рассматриваться как моральная наука» [60. Р. 11]. При этом понятие социальной справедливости в экономической науке понимается не только как равномерное распределение между гражданами результатов развития общества, но прежде всего как выравнивание экономических ресурсов и возможностей, доступных различным членам общества.

С другой стороны, этические ценности формируют нравственные критерии и соответствующие институциональные рамки деятельности отдельных ученых, отвечающих за судьбу своих открытий и их применение на практике. Соответственно этика рассматривается на двух основных уровнях: на уровне принципов перераспределительной справедливости и на уровне индивидуального принятия решений.

Этические нормы в науке, в том числе экономической, выступают в форме определенных принципов научной деятельности. В соответствии с ценностным подходом американский социолог Р. Мертон выделяет в науке четыре основополагающих моральных принципа: независимость от личных характеристик; бескорыстность; открытость и гласность в распространении результатов научных исследований; способность к критике [61]⁵. Они соответствуют современному этапу научно-технологического развития с характерными для него становлением экономики знаний и усилением значимости социальных приоритетов развития.

Рассмотрим взаимосвязь ценностного подхода с теорией рационального выбора. Жан де Жонг исследует влияние этических представлений на принятие решений через сочетание сознательного и бессознательного в принятии решений и подчеркивает, что функция осознанной мысли заключается в действии не в рамках ссылки на авторитет, а в рамках самоотражения и саморегулирования [62]. В результате технико-технологический анализ в экономической теории может быть согласован с «этически-ориентированной» точкой зрения, согласно формулировке Сена.

Обычно теория рационального выбора корреспондирует с утилитаристской этикой. Однако и другие этические подходы совместимы с рациональным выбором, прежде всего этическая теория Харсани [63]. Он предлагает рассматривать моральное поведение в качестве инструмента достижения материального комфорта и социального статуса. Следует также назвать две известные теории договорной справедливости Готье и процедурной справедливости Левенталь. Готье определяет моральные функции как множество рациональных, беспристрастных ограничений на самоориентированное поведение с целью реализации кооперативных проектов. Левенталь выделяет шесть основных норм процедурной справедливости:

⁵ Reprinted as "The Normative Structure of Science". In: The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations by Robert K. Merton. Chicago, University of Chicago Press, 1973.

однообразие; нейтрализация предубеждений; точность и полнота передачи информации; корректность; представительность; этичность. Во всех названных подходах моральное поведение представляет собой составную часть рационального поведения, при этом не остается места для общественных обязательств и, прежде всего, решения вопросов перераспределения. Между тем в теории Роулса и современных исследованиях неравенства в распределении богатства они выходят на первый план.

НТР и неравенство в распределении доходов и богатства

В начале XXI в. во всех странах, вовлеченных в интенсивное научно-технологическое развитие, обострились проблемы дифференциации доходов и богатства. Методы исследования этих проблем связаны с двумя направлениями измерения неравенства, основанных на построении функций общественного благосостояния и применении статистических методов (см., например, [64; 65]).

Функции общественного благосостояния (ФОБ) относятся к широко известному инструменту экономического анализа. Они используются для формализации принятых в обществе представлений о социальной справедливости, позволяют сравнивать с этой точки зрения различные состояния общества и на этой основе определять степень неравенства (или достижения тех или иных целей социальной справедливости). Обычно выделяют три базовые ФОБ: эгалитаристская, утилитаристская и роулсианская, а также различные их сочетания, обобщаемые с помощью изоэластичной и непаретовской ФОБ.

Для измерения степени общественного неравенства на практике широко применяется ряд *статистических методов*. Среди них одним из наиболее известных считается построение кривой Лоренца, графически представляющей информацию о неравномерности распределения совокупного дохода между различными группами населения, и рассчитанный на ее основе коэффициент Джини, устанавливающий степень отклонения фактического распределения доходов от их равномерного распределения. До последнего времени необходимые для построения данной кривой исходные собирались статистическими службами большинства стран в результате обследования семей (домашних хозяйств). Однако получаемая таким образом информация недостаточно учитывает доходы и богатство самых богатых людей. Как отмечают Аткинсон, Пикетти и Саез, «агрегированные показатели душевого экономического роста и индексы неравенства Джини чувствительны к включению или исключению наиболее высоких доходов» [66. Р. 3].

В ряде последних работ неравенство анализируется на основе информации налогового учета и коррекции доходов с более полным учетом различных форм доходов от капитала. Ведущим специалистом в этой области стал Томас Пикетти. Он исследовал проблему неравенства в книге «Капитал в XXI веке» [67], быстро ставшей мировым бестселлером, и заострил внимание на изменении положения самых богатых по сравнению с другими членами общества в течение длительных исторических периодов, в том числе и на рубеже тысячелетия. Он показал, что современное научно-технологическое развитие сопровождается резким усилением дифференциации доходов и богатства, сопоставимым с наблюдавшимся на рубеже XIX и XX вв. В результате экономика все больше контролируется династиями, передающими свое богатство по наследству. В течение XX–XXI вв. во всех странах мира⁶ наблюдается дугообразная кривая изменения доли в доходах верхних 10 %, а еще более явно для верхнего 1 % населения (снижения в начале и середине XX в. и резкого роста в конце XX и начале XXI в.). На основе традиционного коэффициента Джини соответствующих результатов не наблюдается. В дальнейшем была создана база данных показателей распределения

⁶ В большей степени это характерно для англосаксонских и англоговорящих стран, в меньшей степени – для стран континентальной Европы. См.: World Inequality Report 2018. URL: <https://wir2018.wid.world/files/download/wir2018-full-report-english.pdf>.

дохода и богатства в различных странах мира, используемая для детального анализа неравенства в ежегодных отчетах ⁷.

Пикетти заключает, что «динамическая эволюция рыночной экономики и частной собственности, предоставленных самим себе, содержит существенные силы сближения, связанные прежде всего с распространением знаний и навыков, и мощные силы расхождения, которые могут стать угрозой для наших демократических обществ и для лежащих в их основе ценностей социальной справедливости» [67. С. 43]. Решение проблемы он видит в усилении государственного вмешательства в экономику через установление прогрессивного налога на капитал: «Это позволит сдерживать бесконечный рост мирового имущественного неравенства, которое увеличивается неприемлемыми в долгосрочной перспективе темпами, что должно было бы вызывать беспокойство даже у самых рьяных защитников саморегулирующегося рынка» [67. С. 45]. Хотя это конкретное предложение вызывает сомнения у многих специалистов, одновременно признается необходимость решения проблем неравенства за счет изменения государственных политик в условиях глобализации. Например, в вышеупомянутой книге Шваба есть раздел, посвященный неравенству как «системному вызову» в условиях четвертой промышленной революции (см. [38. С. 14]).

Технологическое моральное действие

Значимость этических последствий и ответственности в научно-технологическом развитии с особой остротой проявилась к концу XX в. Как отмечает известный итальянский философ Эвандро Агаци, «проблема возможных последствий научных исследований оказалась в фокусе этических дискуссий о науке в силу драматического воздействия некоторых неожиданных трагических последствий развития технологии и связанной с этим общей тревоги по поводу огромной опасности неконтролируемого продолжения этого развития» [68. С. 8]. При этом возникает проблема соотношения рациональности и ответственности в распространении научных достижений и технологий. Как отмечает Гонзалес, «с одной стороны, технология представляет собой рациональную деятельность, включающая цели, процессы и результаты; с другой стороны, она развивается людьми, которые должны принимать решения, так что вопросы ответственности должны приниматься во внимание» [69. Р. 199].

Проблемы этики в STS связаны с введением этического осознания и нормативных правил в общественный контроль и формирование современной науки и технологии. Другая распространенная область обсуждения рассматриваемой проблемы связана с анализом случаев технаучных провалов (несостоятельности, фиаско). Кроме институционального уровня решения все большее число исследователей в области STS фокусируют внимание на нормативных проблемах [70]. Из более поздних исследований теории технологического детерминизма показательны работы Бикера (например, [47]) с акцентом на анализ различных источников политик технологий в терминах человеческого благосостояния и социальных последствий технологического выбора. Он постоянно подчеркивает необходимость включения политики в технаучную область на основе возрастания демократического участия в процессе принятия технократических решений и усиления в STS роли экспертов как общественных интеллектуалов, которые способны внести значимый вклад в совершенствование современной технаучной культуры с позиций гражданского общества.

Проблема ответственности ученых широко обсуждается и на примере компьютерных систем. Джонсон и Пауерс [71] вводят понятие технологического морального действия (ТМД), которое осуществляется при сочетании пользователя, разработчика и собственно компьютерной системы, включая оборудование и программное обеспечение («железо» и «софт»). Анализ ТМД проводится для трех типов ответственности: причинной, моральной и ролевой (ответственности за выполнение обязанностей в соответствии с социальной ролью). Авторы показывают, каким образом и для моральной, и для ролевой ответственности

⁷ World Inequality Report 2018. URL: <https://wir2018.wid.world/files/download/wir2018-full-report-english.pdf>.

обоснование зависит от представления действия как комплексного технологического морального действия. Они приводят пример компьютерного контроля передвижения в воздухе и показывают, как изменяется ролевая ответственность людей в условиях автоматического характера используемых технологий. Это не только роль, а также моральная ответственность диспетчера воздушного движения за доставку самолетов в места их назначения. Область ТМД шире, чем действия без технологии; а обоснование моральной ответственности лиц, которые действуют с технологией, требует пристального внимания к ее созданию» [71. Р. 9]. Тем самым обосновывается интегрированный системный подход к анализу ТМД.

Наряду с рассмотренным влиянием этики на науку и технологии необходимо учитывать и обратное воздействие науки на этику. Агацци пишет: «...прогресс науки уже создал и, несомненно, продолжит создавать новые и непредвиденные ситуации, к которым вряд ли будут применимы существующие моральные нормы; или же этот прогресс, открывая внезапно непредвиденные возможности действия, а следовательно, и выбора, может сделать морально значимыми ситуации, в прошлом совершенно не допускавшие вмешательства человека» [68. С. 15]. Тем самым он допускает возможность определенного изменения моральных норм в процессе научно-технологического развития.

Заключение

За последние два столетия наука и технология стали одной из наиболее важных форм человеческой деятельности, неотделимой от социальной, политической и экономической организации. В исследованиях их взаимосвязи изучаются не только соответствующие теории и методы, но и их использование на практике в специфическом социальном, организационном, культурном и национальном контексте.

В условиях современных трансформационных процессов возрастает значимость демократического контроля технологий и соответствующих исследований, связанных с разработкой политической теории и практики. Цель такого контроля Лоу связывает с «определением новых методов смягчения реальных проблем, преобразования социальных коллективов и их продуктивного и демократического объединения» [44. Р. 45]. Системное представление демократизации представлено в эссе о технической демократии «Действуя в неопределенном мире» Каллона, Ласкума и Барта [48]. В нем предлагается создать гибридную форму взаимодействия экспертов, не-экспертов и политиков. Соответствующий анализ не ограничивается оценкой последствий принимаемых решений для непосредственных частных участников, он требует использования межуровневых и междисциплинарных подходов к определению последствий научно-технической деятельности.

При этом возрастает значимость разработки и реализации адекватных государственных политик, направленных на обеспечение благоприятных условий для научно-технологического развития и создание адекватных институциональных форм координации деятельности. Такая координация призвана обеспечивать сочетание интересов представителей науки, бизнеса и образования на микроэкономическом уровне и интересов общества в целом.

Список литературы / References

1. **Кун Т.** Структура научных революций: Пер. с англ. М.: Прогресс. 2009.
Kuhn T. The Structure of Scientific Revolutions. Chicago, 1962. (2nd ed. Chicago, 1970).
2. **Dosi G.** Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy*, 1982, vol. 11, p. 147–162.
3. **Perez C.** Microelectronics, Long waves and structural change: New Perspectives for developing countries. *World Development*, 1985, vol. 13, no. 3, p. 441–63.

4. **Freeman C.** Preface to Part II. In: Dosi G. (ed.). *Technical change an economic theory*. Londres, 1988.
5. **Perez C.** Technological revolutions and techno-economic paradigms. *Cambridge Journal of Economics*, 2010, vol. 34, iss. 1, p. 185–202.
6. **Tunzelmann N., Malerba F., Nightinagle P., Metcalfe S.** Technological paradigms: past, present and future. *Industrial and Corporate Change*, 2008, vol. 17, no. 3, p. 467–484.
7. **Ho J. C., Lee C. S.** A Typology of technological change: Technological paradigm theory with validation and generalization from case studies. *Technological Forecasting & Social Change*, 2015, vol. 97, p. 128–139.
8. **Christensen C. M.** *The Innovator's dilemma: When new technologies cause great firms to fail*. New York, HarperCollins, 2000.
9. **Holtz G., Brugnach M., Wostl C.** Specifying “regime” – a framework for defining and describing regimes in transition research. *Technological Forecasting and Social Change*, 2008, vol. 75, p. 623–643.
10. **Dosi G.** Statistical Regularities in the Evolution of Industries. A Guide Through Some Evidence and Challenges for the Theory. In: Malerba F., Brusoni S. (eds.). *Perspectives on Innovation*. Cambridge, Cambridge University Press, 2007, p. 439–465.
11. **Attar M., Termizel G.** Strategic choice perspective to technological change. *European Scientific Journal*, 2015, special ed., p. 1–29.
12. **Caselli F., Coleman W.** The world technology frontier. In: Working Paper 7904. NBER Working Paper Series, 2000, p. 1–31.
13. **Kruger J.** Revisiting the world technology frontier: a directional distance function approach. *Journal of Economic Growth*, 2017, vol. 22, p. 67–95.
14. **Meier G., Stiglitz J.** (eds.). *Frontiers of development economics: The Future in perspective*. The World Bank, 2001.
15. **Райнерт Э. С.** Как богатые страны стали богатыми, и почему бедные страны остаются бедными. М.: Изд. дом Гос. ун-та – Высшей школы экономики, 2011.
Reinert E. S. How reach countries got reach... And why poor countries stay poor. London, 2011.
16. **Crepon B., Duguet E., Mairesse J.** Research and development, innovation and productivity: an econometric analysis at the firm level. *Economics of Innovation and New Technology*, 1998, vol. 7, no. 2, p. 115–158.
17. **Radosevic S., Yoruk E.** Why Do We Need Theory and Metrics of Technology Upgrading? *Asian Journal of Technology Innovation*, 2016, vol. 24, issue sup1. DOI 10.1080/19761597.2016.1207415
18. **Кондратьев Н. Д.** Особое мнение: Избр. произведения: В 2 кн. / РАН. Ин-т экономики; Междунар. фонд Н. Д. Кондратьева. М.: Наука, 1993.
Kondratiev N. D. Osoboe mnenie: Izbrannye proizvedeniya [Special opinion: Selected works]. Moscow, Nauka, 1993. (in Russ.)
19. **Diebolt C.** Long cycles revisited. An essay in econometric history. *Economies et Sociétés, Série AF: Histoire Economique Quantitative*, 2005, vol. 32, p. 23–47.
20. **Metz R.** Do Kondratieff waves exist? How time series techniques can help to solve the problem. *Cliometrica*, 2011, vol. 5, no. 3, p. 205–238.
21. **Focacci A.** Controversial curves of the economy: An up-to-date investigation of long waves? *Technological Forecasting & Social Change*, 2017, vol. 116, p. 271–285.
22. **Caballero J. A.** Do surges in international capital inflows influence the likelihood of banking crises? *Journal of Economics*, 2016, vol. 126, no. 591, p. 281–316.

23. **Basu K., Stiglitz J. E.** Sovereign debt and joint liability: an economic theory model for amending the Treaty of Lisbon. *Journal of Economics*, 2015, vol. 125, no. 586, p. F115–F130.
24. **Jutasompakorn P., Brooks R. B. C., Treepongkaruna S.** Banking crises: identifying dates and determinants. *Journal of International Financial Markets, Institutions & Money*, 2014, vol. 32, p. 150–166.
25. **Kopala M., Budden J.** The Dog Bone Portfolio: A Personal Odyssey into the First Kondratieff Winter. Toronto, BPS Books, 2015.
26. **Batra R.** End Unemployment Now-how to Eliminate Joblessness, Debt, and Poverty. New York, Palgrave Macmillan, 2015.
27. **Michaillat P., Saez E.,** Aggregate demand, idle time, and unemployment. *The Quarterly Journal of Economics*, 2015, vol. 130, no. 2, p. 507–566.
28. **Teimouri S.** Currency crises and dynamics of real wages. *Review of World Economics*, 2015, vol. 151, no. 2, p. 377–403.
29. **Devenezas T., Corredine J.** The biological determinants of long-wave behavior in socioeconomic growth and development. *Technological Forecasting and Social Change Journal*, 2001, vol. 68, no. 1, p. 1–57.
30. **Dalgaard C. J., Strulik H.** The physiological foundations of the wealth of nations. *Journal of Economic Growth*, 2015, vol. 20, no. 1, p. 37–73.
31. **Меньшиков С. М., Клименко Л. А.** Длинные волны в экономике. Когда общество меняет кожу. 2-е изд. М.: ЛЕНАНД, 2014.
Menshikov S. M., Klimenko L. A. Long waves in the economy. When society changes skin. 2nd ed. Moscow, LENARD, 2014. (in Russ.)
32. **Коротаев А. В., Цирель С. В.** Кондратьевские волны в мировой экономической динамике // Системный мониторинг. Глобальное и региональное развитие / Отв. ред. Д. А. Халтурина, А. В. Коротаев. М.: Либроком/URSS, 2010. С. 189–229.
Korotaev A. V., Tsirel S. V. Kondratievskie volny v mirovoy ekonomicheskoy dinamike [Kondratiev's waves in the world economics dynamics] In: Halturina D. A., Korotaev A. V. (eds.). Sistemnyj monitoring. Global'noe i regional'noe razvitie. Moscow, Librokom/URSS, 2010, p. 189–229. (in Russ.)
33. **Grinin L., Korotaev A. V., Tausch A.** Economic Cycles, Crises and the Global Periphery. Springer, 2016.
34. Кризисы и прогнозы в свете теории длинных волн / Под ред. Л. Е. Гринина, А. В. Коротаева, Р. С. Гринберга. Волгоград: Изд-во «Учитель», 2016.
Grinin L. E., Korotaev A. V., Grinberg R. S. (eds.). Krizisy i prognozy v svete teorii dlinnyh voln [Crises and forecast in the light of the long waves theory]. Volgograd, Uchitel' Publ., 2016. (in Russ.)
35. **Grinin L., Grinin A., Korotaev A.** Forthcoming Kondratieff wave, Cybernetic Revolution and global ageing. *Technological Forecasting and Social Change*, 2017, vol. 115, issue C, p. 52–68.
36. **Akamatsu K.** A historical pattern of economic growth in developing countries. *The Developing Economies*, 1962, vol. 1, issue 1, p. 3–25.
37. **Ozawa T.** The Rise of Asia, the 'Flying Geese' Theory of Tandem Growth and Regional Agglomeration. Cheltenham, Edward Elgar, 2009.
38. **Hirooka M.** Innovation Dynamism and Economic Growth. A Nonlinear Perspective. Cheltenham, UK, Edward Elgar, 2006.
39. **Шваб К.** Четвертая промышленная революция. М.: АНО ДПО «Корпоративный университет Сбербанка», 2016.
Shvab K. Chetvertaya promyshlennaya revolyutsiya [The fourth economic revolution]. Moscow, ANO DPO Corporation university of Sberbank, 2016. (in Russ.)

40. **Schäfer M.** The Fourth Industrial Revolution: How the EU Can Lead It. *European View*, 2018, vol. 17 (1), p. 5–12.
41. **Марш П.** Новая промышленная революция. Потребители, глобализация и конец массового производства: Пер. с англ. М.: Изд-во Ин-та Гайдара, 2015.
Marsh P. The New Industrial Revolution: Consumers, Globalization and the End of Mass Production. 2012.
42. **Geng H.** Internet of Things and Data Analytics Handbook. New York, John Wiley & Sons, Incorporated, 2016.
43. **Doucet A., Evers J., Guerra E., Lopez N., Soskil M., Timmers K.** Teaching in the fourth industrial revolution: standing at the precipice. Abingdon, Oxon, New York, NY, Routledge, 2018.
44. **Latour B.** Reassembling the social: an introduction to Actor-Network Theory. Oxford, Oxford University Press, 2005.
45. **Law J.** STS as Method. In: The Handbook of Science and Technology Studies. 4th ed. Cambridge, Massachusetts, The MIT Press, 2017, p. 31–58.
46. **Law J., Hassard J.** Actor network theory and after. Oxford, England, Blackwell, 1999.
47. **Latour B., Woolgar S.** Laboratory life: the construction of scientific facts. Princeton, New Jersey, Princeton University Press, 1986.
48. **Bijker W., Hughes T., Pinch T.** The social construction of technological systems: new directions in the sociology and history of technology. Cambridge, Massachusetts, MIT Press, 1987.
49. **Callon M., Lascoumes P., Barthe Y.** Acting in an Uncertain World: An Essay on Technical Democracy. Cambridge, The MIT Press, 2009.
50. **Garfinkel H.** Ethnomethodology's Program: Working Out Durkheim's Aphorism. Rowman & Littlefield, 2002.
51. **Greiffenhagen C., Sharrock W.** Does mathematics look certain in the front, but fallible in the back? *Social Studies of Science*, 2011, vol. 41, no. 6, p. 839–866.
52. **Sormani P.** An Ethnomethodological Study of Experimental Physics. Routledge, 2014.
53. **Garfield E., Pudovrin A. I., Istomin V. S.** Why Do We Need Algorithmic Historiography? *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 2003, vol. 54, no. 5, p. 400–412.
54. **Rotoloab D., Hicksb D., Martinac B. R.** What is an emerging technology? *Research Policy*, 2015, vol. 44, no. 10, p. 1827–1843.
55. **Martin B. R.** The Evolution of Science Policy and Innovation Studies. *Research Policy*, 2012, vol. 41, no. 2, p. 1219–39.
56. **Waltman L., Eck N. J., Leeuwen T. N., Visser M. S., Raan A. F. J.** Towards a New Crown Indicator: Some Theoretical Considerations. *Journal of Informetrics*, 2011, vol. 5, no. 1, p. 37–47.
57. **Spence M.** The Next Convergence: The Future of Economic Growth in a Multispeed World. New York, FSG Books, 2011.
58. **Tur-Sinai O.** Technological Progress and Well-Being. *Loyola University Chicago Law Journal*, 2016, vol. 48, no. 1, p. 145–204.
59. **Роулс Дж.** Теория справедливости. Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 1995.
Rouls Dzh. Teoriya spravedlivosti. Novosibirsk, NSU Publ., 1995. (in Russ.)
60. **Сен А.** Об этике и экономике: Пер. с англ. М.: Наука, 1996.
Sen A. Ob etike i ekonomike. Moscow, Nauka, 1996. (in Russ.)
61. **Atkinson A. B.** Economics as a Moral Science. Nuffield College, Oxford, 2008.
62. **Merton R.** Science and Technology in a Democratic Order. *Journal of Legal and Political Sociology*, 1942, no. 1, p. 115–126.

63. **Jonge J.** Rethinking Rational Choice Theory: A Companion on Rational and Moral Action. Palgrave Macmillan, UK, 2012.
64. **Jasanoff S.** Co-production of Science and Social Order. Routledge, 2004.
65. **Hindriks J., Myles G. D.** Intermediate Public Economics. Cambridge, New York, Cambridge University Press, 1996. (2nd ed. MIT Press, 2013.)
66. **Новикова Т. С.** Экономика общественного сектора: краткий курс. Новосибирск, 2012.
Novikova T. S. Public sector economics. Novosibirsk, NSU Publ., 2012. (in Russ.)
67. **Atkinson A. B., Piketty T., Saez E.** Top Incomes in the Long Run of History. *Journal of Economic Literature*, 2011, vol. 49, no. 1, p. 3–71.
68. **Wyatt S., Milojevich S., Park H., Leydesdorff L.** Intellectual and Practical Contributions of Scientometrics to STS. The Handbook of Science and Technology Studies. 4th ed. Cambridge, Massachusetts, MIT Press, 2017, p. 87–112.
69. **Агацци Э.** Моральное измерение науки и техники. М.: Московский философский фонд, 1998.
Agacci E. Moral'noe izmerenie nauki i tehniki. Moscow, Moskovskij filosofskij fond, 1998. (in Russ.)
70. **Пикетти Т.** Капитал в XXI веке. М.: Ad Marginem, 2015.
Piketti T. Kapital v XXI veke. Moscow, Ad Marginem, 2015. (in Russ.)
71. **Gonzalez W. J.** (ed.). New Perspectives on Technology, Values, and Ethics: Theoretical and Practical. *Boston Studies in the Philosophy and History of Science*, 2015, vol. 315.
72. **Johnson D. G., Powers T. M.** Computer Systems and Responsibility: A Normative Look at Technological Complexity. *Ethics and Information Technology*, 2005, vol. 7, no. 2, p. 99–107.

Материал поступил в редколлегию

Received

02.12.2018

Сведения об авторах / Information about the Authors

Новикова Татьяна Сергеевна, доктор экономических наук, профессор, ведущий научный сотрудник, Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН (пр. Академика Лаврентьева, 17, Новосибирск, 630090, Россия)

Tatyana S. Novikova, Doctor of Science (Economics), Professor, Leading Researcher, Institute of Economics and Industrial Engineering SB RAS (17 Academician Lavrentiev Ave., Novosibirsk, 630090, Russian Federation)

tsnovikova@mail.ru

ORCID 0000-0001-8636-5219

Scopus ID 44661276300

Королькова Мария Васильевна, аспирант, Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН (пр. Академика Лаврентьева, 17, Новосибирск, 630090, Россия)

Maria V. Korolkova, Postgraduate Student, Institute of Economics and Industrial Engineering SB RAS (17 Academician Lavrentiev Ave., Novosibirsk, 630090, Russian Federation)

mariak@ngs.ru

ORCID 0000-0002-6459-6427