

# ИДЕИ И РОЛЬ Н.Д. КОНДРАТЬЕВА В ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ СТАТЬЯ



## Эпохальные открытия Николая Кондратьева и их место в современной экономической науке<sup>1</sup>

Аскар А. АКАЕВ

<https://orcid.org/0000-0001-8158-0171>

доктор технических наук, профессор

*Институт математических исследований сложных систем им. Р. Пригожина  
при МГУ им. М. В. Ломоносова*

*Российская Федерация, 119991, г. Москва, ул. Ленинские горы, 1  
НИУ ВШЭ*

*Российская Федерация, 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, 20*

e-mail: aakaev@hse.ru

**Для цитирования:** Акаев А. А. Эпохальные открытия Николая Кондратьева и их место в современной экономической науке // *AlterEconomics*. 2022. Т. 19. № 1. С. 11-39.  
<https://doi.org/10.31063/AlterEconomics/2022.19-1.2>.

**Аннотация.** Актуальность статьи связана с юбилейными датами выдающегося русского экономиста XX века Николая Дмитриевича Кондратьева (1892–1938 гг.): 130-летием со дня рождения и 100-летием опубликования его главного научного труда «Мировое хозяйство и его конъюнктуры...». Основным предметом исследования являются три его великих открытия: длинные волны в экономическом развитии продолжительностью 40–60 лет, формирующиеся под воздействием мощного кластера инновационных технологий; неравновесие и нестабильность рыночной экономики, получившие объяснение позже (в конце XX века) в синергетической экономике; необходимость активного государственного вмешательства и управления народным хозяйством в кризисных ситуациях с использованием механизма саморегулирования, заложенного в рыночных отношениях, — предвосхитившее кейнсианство, возникшее в годы Великой депрессии 1930-х годов. Теория длинных экономических волн (ДЛВ) Кондратьева привела впоследствии (в 1930-е годы) к созданию великим экономистом Йозефом Шумпетером теории инновационно-циклического экономического развития, которая сегодня оказалась наиболее адекватной и востребованной. В этой связи обоснованы перспективы «шумпетерианского синтеза», в основе которого лежит соединение достижений современной экономической теории с инновационно-циклической теорией Шумпетера — Кондратьева. В статье представлены методология и основные принципы долгосрочного прогнозирования социально-экономического развития по Кондратьеву, базирующиеся на теории ДЛВ. Изложена разработанная автором с соратниками на основе этой методологии информационная модель технологического прогресса, наиболее релевантная для долгосрочного прогнозирования экономического и технологического развития в условиях информационно-цифровой эпохи XXI века. Представлены наиболее подходящие режимы производства технологической информации для развития информационной (1982–2018 гг.) и цифровой (2018–2050 гг.) экономик. Работа завершается расчетом

<sup>1</sup> © Акаев А. А. Текст. 2022.

Результаты данного исследования были представлены в ранее опубликованных материалах: Акаев А. А. Большие циклы экономической конъюнктуры и инновационно-циклическая теория экономического развития Шумпетера — Кондратьева. Золотая медаль // *Кондратьевские волны*. 2013. № 2. С. 124–140; Акаев А. А. Управление инновациями и динамикой экономического развития с помощью структурных сдвигов // *Информационная экономика: институциональные проблемы*. 2009. С. 32–52; Акаев А. А. Стратегическое управление устойчивым развитием на основе теории инновационно-циклического экономического роста Шумпетера — Кондратьева // *Экономика и управление*. 2011. № 3(65). С. 4–10.

прогнозных траекторий технологического прогресса и экономического роста в цифровую эпоху (2018–2042 гг.) на повышательной стадии 6-й ДЛВ Кондратьева, на примере экономического развития США.

**Ключевые слова:** Кондратьев, Шумпетер, длинные волны экономического развития, неравновесие и нестабильность рыночной экономики, стабилизирующая роль государства, долгосрочное прогнозирование социально-экономического развития, математические модели долгосрочного прогнозирования технологического прогресса и экономического роста, информационная модель для прогнозирования технологического прогресса, режимы производства технологической информации

## RESEARCH ARTICLE

# Nikolai Kondratiev's Epoch-Making Discoveries and their Impact on Contemporary Economic Science

**Askar A. AKAEV**

<https://orcid.org/0000-0001-8158-0171>

Dr. Sci. (Techn.), Professor

*Institute of Mathematical Research of Complex Systems named after I. R. Prigozhin at Lomonosov Moscow State University*

*1, Leninskie Gory St., Moscow, 119991, Russian Federation*

*National Research University Higher School of Economics*

*20, Myasnitskaya St., Moscow, 101000, Russian Federation*

e-mail: [aakaev@hse.ru](mailto:aakaev@hse.ru)

**For citation:** Akaev, A. A. (2022). Nikolai Kondratiev's Epoch-Making Discoveries and their Impact on Contemporary Economic Science. *AlterEconomics*, 19(1), 11-39.

<https://doi.org/10.31063/AlterEconomics/2022.19-1.2>

**Abstract.** The article describes 130th years since the birth of outstanding Russian economist Nikolai Kondratiev (1892–1938) and the 100th anniversary of the publication of his main scientific work “World Economy and its conjunctures ...”. The article presents three his great discoveries: the long waves of innovation in economic growth ranging from forty to sixty years; the second, the dynamism and instability of the market economy, which was explained only later, at the end of the 20th century, by synergistic economics; and the third, the need for the government's active response to crises in economy by stimulating the self-regulation mechanisms inherent in market relationships. Kondratiev's theory predated Keynesianism, which appeared during the Great Depression in the 1930s. The long wave theory was taken further by Joseph A. Schumpeter in his famous theory of economic development in the 1930s. In addition, the article outlines the prospects of development of the ‘Schumpeterian synthesis’ combining contemporary economic theory with Kondratiev–Schumpeter's theory of innovative cyclical economic development. The key principles of the long-term forecasting of socio-economic development from the perspective of Kondratiev's long wave theory are highlighted. The study proposes an information model of technological progress suitable for long-term forecasting of economic and technological development in the 21st century. The most suitable modes of production of technological information for the development of the information (1982–2018) and digital (2018–2050) economies are described. A special focus is made on the case of the US economic development. Forecasts are calculated to describe the future trajectories of technological progress and economic growth in the digital era (2018–2042) in the upward phase of the 6th K-wave.

**Keywords:** Kondratiev, Schumpeter, long waves of economic development, disequilibrium and instability of the market economy, steadying role of state, long-term forecasting of social and economic development, mathematical forecasting models of technological progress and economic growth, information forecasting model of technological progress, modes of production of technological information

**UDC 330.8**

**JEL B 31, E32, E37, F01, F63**

## Введение

В 2022 г. исполняется 130 лет со дня рождения великого русского экономиста Н.Д. Кондратьева (1892–1938 гг.) и 100 лет со дня опубликования его величайшего достижения — открытия длинных волн экономического развития (Кондратьев, 1922). Несмотря на свою короткую жизнь, полную драматизма и имевшую трагическое завершение (Макашева, 2017), он оставил богатое научное наследие, которое остается актуальным и для современной экономической науки (Н.Д. Кондратьев..., 2017).

Кризис мировой финансово-экономической системы 2008–2009 гг., приведший к «Великой рецессии» в США и спаду в большинстве развитых экономик мира, а также последовавшая за ними затяжная глобальная депрессия, длившаяся почти 5 лет, в очередной раз напомнили политикам, экономистам и бизнесменам о неравномерном, нестабильном и циклическом характере развития рыночной экономики. Кризисы и депрессии являются закономерными явлениями, которые правительства обязаны прогнозировать и всемерно смягчать. В периоды таких циклических кризисных спадов и депрессий в мировой экономике ученые каждый раз обращаются к теории длинных волн (ДЛВ) экономического развития Кондратьева (Kontratiev, 1935). Так было в период Великой депрессии 1930-х годов, а затем в 1970-е и 1980-е годы в период структурного кризиса мировой экономики, когда были созданы многие выдающиеся труды по теории ДЛВ, наиболее полный и содержательный анализ которых имеется в замечательной книге (Меньшиков, Клименко, 1989). Это были периоды, охватившие 3-ю (1895–1945 гг.) и 4-ю (1945–1982 гг.) ДЛВ. Кризис 2008–2009 гг. также породил очередную волну исследований, которая была начата академиком Сергеем Глазьевым (Глазьев, 2012) и в основном продолжена российскими учеными (Н.Д. Кондратьев: кризисы и прогнозы..., 2017). В работе (Акаев, Sadovnichiy, 2016) нами была разработана полная замкнутая математическая модель для описания и расчета длинной волны экономического развития Кондратьева, которая позволяет прогнозировать все основные экономические переменные с долгосрочным горизонтом до 30 лет. Можно сказать, что сегодня имеется удовлетворительное всестороннее обоснование теории ДЛВ.

Изучая в 1920-х годах закономерности происходящих в мировой экономике долгосрочных явлений, Николай Кондратьев открыл большие циклы экономической конъюнктуры примерно полувековой длительности (Кондратьев, 1922), которые получили в России название «больших циклов Кондратьева» (БЦК)<sup>1</sup>. В дальнейшем мы используем ДЛВ и БЦК как синонимы. Выдающийся японский ученый Масааки Хироока справедливо назвал это открытие «эпохальным открытием Кондратьева» (Hirooka, 2006). Сам Кондратьев идентифицировал 1-й (1780/90 — 1845/51 гг.) и 2-й БЦК (1845/51 — 1890/96 гг.) и высказал предположение о том, что в конце 1920-х годов произойдут циклический кризис и депрессия, что и подтвердилось в 1929 г. и 1930-е годы. БЦК состоят из повышательной и понижательной стадий, которые в свою очередь складываются соответственно из фаз оживления (восстановления) и подъема, рецессии (спада) и депрессии.

Повышательная стадия БЦК охватывает период длительного преобладания высокой хозяйственной конъюнктуры в мировой экономике продолжительностью 25–30 лет, когда экономика развивается динамично, легко преодолевая крат-

<sup>1</sup> Большие циклы Кондратьева, или К-волны, мы полагаем **первым эпохальным открытием Кондратьева**.

современные неглубокие спады. Кондратьев всесторонне обосновал закономерную связь «повышательных» стадий БЦК с волнами технических изобретений и их практического использования в виде инноваций. Понижательная стадия охватывает периоды преобладания низкой хозяйственной конъюнктуры, продолжительность которых в XX в. сократилась до 10–12 лет, когда, несмотря на локальные подъемы, доминируют вялая экономическая активность и депрессия, вследствие чего мировая экономика развивается нестабильно, впадая временами в глубокий кризис. Все это является результатом исчерпания коммерческого потенциала текущих инноваций и падения прибылей предпринимателей.

Таким образом, по Кондратьеву, началу повышательной стадии очередного БЦК обязательно предшествуют кризисы, рецессии и депрессия. Последняя играет не только негативную роль, угнетая экономику, но и позитивную, стимулируя поиск инноваций. Именно в этот период происходят смена устаревающего технологического уклада (ТУ), смена основного производственного капитала, начинается замена инфраструктуры, вводятся новые технологии и организационные структуры. И вновь начинается подъем, новый БЦК.

## **1. Инновационно-циклическая теория экономического развития Шумпетера – Кондратьева и великие открытия Николая Кондратьева**

### ***1.1. Инновационно-циклическая теория Шумпетера – Кондратьева***

Кондратьев утверждал, что большие циклы носят эндогенный характер, т. е. они внутренне присущи капиталистической экономике. Важно отметить, что он первым понял: волнообразные циклические движения экономики представляют собой процесс отклонений от состояний равновесия, к которым стремится капиталистическая экономика. Следовательно, большую часть времени здоровая динамичная экономика развивается в условиях неравновесия, тогда как неоклассическая экономическая теория утверждала обратное. Другой великий экономист XX века Йозеф Шумпетер развил учение Кондратьева о ДЛВ и разработал инновационную теорию длинных волн, интегрировав ее в свою общую инновационную теорию экономического развития (Schumpeter, 1939). Шумпетер рассматривал циклы как прямое следствие инновационного процесса, обусловленного техническим прогрессом, а циклическое движение выпуска он, также как и Кондратьев, считал формой отклонения от равновесия.

Важно отметить, что Шумпетер в своих работах особо подчеркивал, что основной движущей силой капиталистической экономики являются инновации и предпринимательство, а не капитал в чистом виде, как полагали многие экономисты той эпохи. Ученый утверждал, что капитал без инноваций и инициативы, воли и упорства предпринимателя бесполезен и бессилён вызвать экономический рост. Шумпетер полагал, что именно спонтанные сгустки инноваций, образовав мощные кластеры, вызывают радикальные изменения в экономике, которые уводят ее от изначальной равновесной траектории, которая явно наблюдается лишь в периоды стагнаций. Причем, система уже никогда не возвращается к прежнему состоянию равновесия. Новый цикл начинается в период завершения очередной депрессии на новом уровне равновесия.

Именно смена уровней равновесия, по Шумпетеру, и определяет долговременную траекторию экономического развития, в ходе которого экономическая си-

стема находится в динамическом, а не стационарном равновесии. Как Кондратьев, так и Шумпетер считали, что существуют равновесия трех видов, а следовательно, три колебательных движения, которые состоят из краткосрочных циклов Китчина (3–5 лет), вызванных колебаниями товаро-материальных запасов; среднесрочных промышленных циклов Жюгляра (7–11 лет) и больших циклов Кондратьева (30–40 лет). Наложение этих трех волн на трендовую траекторию экономического роста и их суперпозиция и дают, по Шумпетеру, общее состояние конъюнктуры в каждый момент времени (Schumpeter, 1939).

Шумпетер впервые высказал ключевое предположение о том, что инновации появляются неравномерно во времени, собираясь затем спонтанно в виде пучков (кластеров) инноваций. Он различал базисные и улучшающие инновации. Он особенно подчеркивал ключевую роль базисных инноваций в циклической динамике длинных волн экономического развития, рассматривая их в качестве главного двигателя капиталистической экономики. Поскольку концепция БЦК играет главную роль в инновационной теории экономического развития Шумпетера, а также учитывая тот факт, что сам он полагал ее краеугольным элементом собственной теории, последнюю мы назвали «инновационно-циклической теорией экономического развития Шумпетера — Кондратьева».

Однако, к моменту выхода в свет капитальной монографии Шумпетера «Бизнес-циклы» в 1939 г. (Schumpeter, 1939), развитые страны Запада, включая США, уже приняли учение Кейнса, которое поощряло активное вмешательство государства в экономику для стимулирования эффективного совокупного спроса и создания благоприятных условий для привлечения частных капиталовложений. Так теория Шумпетера — Кондратьева оказалась вне мейнстрима экономической науки середины XX века.

В ходе второй волны исследований БЦК в 1970–1990-х гг. теория Шумпетера — Кондратьева получила решающее обоснование в результате работ трех выдающихся экономистов конца XX века — немецкого ученого Герхарда Менша, английского ученого Кристофера Фримена и японского ученого Масааки Хироока. Главной заслугой Менша явилось эмпирическое доказательство того факта, что именно мощные кластеры базисных инноваций, которые формируются путем самоорганизации в периоды депрессии, запускают очередной БЦК (Mensch, 1979). Менш назвал этот факт «триггерным эффектом депрессии», имея в виду, что именно депрессия способствует запуску инновационного процесса, обеспечивающего переход экономики от стагнации к оживлению и дальнейшему динамичному росту. Таким образом, Менш указал эндогенный механизм перехода нижней поворотной точки, от фазы депрессии — к повышательной стадии новой ДЛВ. Менш также обосновал эндогенный механизм верхней поворотной точки от повышательной стадии к понижательной, когда действующие технологии уже не позволяют поддерживать высокие темпы экономического роста и удовлетворительные уровни прибыли, а новые технологии еще не способны служить достаточно мощным источником экономического роста. Такая ситуация, которую Менш назвал «технологическим патом», и приводит к нестабильности развития и кризисным рецессиям (Mensch, 1979).

В свою очередь, Фримен показал важность диффузии кластера нововведений на продуктовые рынки в формировании циклических колебаний и что именно она служит конкретным механизмом, который вызывает длительный подъем, охваты-

вая всю повышательную стадию ДЛВ (Freeman, 1987). Период диффузии инноваций в современную эпоху длится порядка 20–25 лет до момента достижения рынком состояния насыщения, что и определяет продолжительность повышательной стадии ДЛВ.

Наконец, Хироока доказал существование тесной корреляции диффузии нововведений на рынки и подъема повышательной стадии ДЛВ. Хироока первым установил, что диффузия кластера нововведений строго синхронизируется с повышательной стадией ДЛВ и достигает своего насыщения в области наивысшего пика цикла (Hirooka, 2006). Кластеры базисных инноваций в процессе диффузии образуют новые отрасли экономики, причем инновации внутри кластера взаимно усиливают друг друга, вызывая синергетический эффект и мощный кумулятивный рост экономики.

Другим выдающимся достижением Хирооки стала разработка новой инновационной парадигмы, позволяющей прогнозировать динамику поступления и распространения нововведений на рынках за 20–25 лет, еще на стадии развития инновационных базисных технологий будущего ТУ (Hirooka, 2006). Более того, Хироока проанализировал траектории развития наиболее перспективных технологий будущего ТУ, которые могут сформировать кластер базисных технологий 6-й ДЛВ: компьютерные технологии; нанотехнологии; биотехнологии и генную инженерию, сверхпроводники и квантовые компьютеры, альтернативные (низкоуглеродные) источники энергии и др. Он показал, что все они находятся на пороге коммерциализации и достигают зрелости в 2010–2015 гг., а это означает, что именно в эти годы началась диффузия инновационных продуктов на рынки, которая и запустила 6-ю ДЛВ с повышательной стадией в 2015–2040 гг. (Hirooka, 2006). Хироока утверждает, что концепция ДЛВ не только сохраняет свою силу в XXI веке, но и приобретает особую значимость. Сегодня все эти прогнозы Хирооки находят блестящее подтверждение.

Инновационно-циклическая теория экономического развития Шумпетера — Кондратьева ценна тем, что она предлагает эффективный механизм выхода из глобального циклического кризиса и последовавшей депрессии через «запуск и всемерное стимулирование шторма нового поколения высокоэффективных базисных технологических инноваций» (Mensch, 1979), в целях замены устаревших производственных технологий и форм организации производства. Немаловажно также и то, что эта теория определенным образом указывает на наступление периода кризисов и депрессии, а также имеет инновационную парадигму для прогнозирования начала нового цикла (Hirooka, 2006).

Успехи теории Шумпетера — Кондратьева уже в 1980-е годы были налицо. В-первых, следует отметить, что Менш тогда предсказал наступление циклического структурного кризиса мировой экономики конца 1970-х годов еще в его начале. Во-вторых, он верно указал на особенность грядущего кризиса — «стагфляцию», заключающуюся в том, что стагнация экономики будет сопровождаться повышением цен, т. е. инфляцией, а не понижением — как это бывало прежде. В-третьих, он разъяснил, что монетарная и кредитная политика в этих условиях не может помочь в разрешении проблемы выхода из кризиса (Mensch, 1979). Необходимо запустить процесс освоения базисных инноваций нового технологического уклада, основанного на достижениях микроэлектроники и информатики, — предлагали Менш и другие сторонники теории Шумпетера — Кондратьева.

В действительности выход из структурного кризиса мировой экономики 1970-х годов, усиленного нефтяными ценовыми шоками, был осуществлен именно путем массового перехода на энерго- и ресурсосберегающие технологии, основанные на революционных достижениях в кремниевой микроэлектронике и информационных технологиях (Hirooka, 2006). Но и на этот раз теории Шумпетера — Кондратьева не суждено было закрепиться в мейнстриме экономической науки. Лидерство на этот раз перехватили неолибералы, ведомые Нобелевским лауреатом Милтоном Фридменом, который был убежден, что подавление инфляции следует осуществлять исключительно с помощью денежно-кредитной политики. А далее автоматически начнется и экономический рост. Пагубные последствия неолиберальной экономической политики в полной мере проявились в ходе финансово-экономического кризиса 2008–2009 гг.

Инновационно-циклическая теория Шумпетера — Кондратьева получила полное подтверждение и в ходе реализации 5-й ДЛВ (1982–2018 гг.). Ядром 5-го технологического уклада (ТУ) стали микроэлектроника, персональные компьютеры, информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) и биотехнологии (Hirooka, 2006). Микропроцессоры и компьютеры стали технологиями широкого применения, и их повсеместное использование обеспечило революционный переворот в технологии производства продуктов во всех отраслях экономики и управления динамическими объектами. В работе (Van Duijn, 1983) было показано, что начало 5-го БЦК датируется 1982-м годом. Действительно, именно в 1982 г. началось оживление мировой экономики, которое затем переросло в продолжительный (1982–1994 гг.) период стабильного и достаточно быстрого экономического роста со средними ежегодными темпами в 3,4 %, который завершился небольшим спадом в 1995 г. Далее, в период с 1996 по 2006 гг. наблюдалось подлинное процветание, когда темпы роста производительности труда достигли 2,8 % в год и почти в два раза превысили аналогичный показатель для предшествовавшего десятилетия (1985–1995 гг.).

Указанные достижения стали результатом повсеместного широкого использования ИКТ и невиданного всплеска инвестиций в эту сферу. Именно этим объясняется феномен скачкообразного роста производительности труда во второй половине 1990-х годов в развитых странах. Глобальный рынок продукции ИКТ в начале XXI в. превысил 1 трлн долл. США. В развитых странах именно тогда заговорили о зарождении новой экономики — «экономики знаний».

Однако к середине 2010-х годов рост производительности, вызванный ИКТ, закончился. По Меншу, это означало, что 5-й БЦК достиг верхней поворотной точки и уже необходимо приступить к поиску инновационных технологий и продуктов следующего поколения. В 2006–2007 гг. уже начался спад темпов роста экономики в странах ОЭСР, что означало переход от повышательной стадии 5-й ДЛВ к понижательной. Таким образом, 2006 г. стал верхней поворотной точкой 5-й ДЛВ. Продолжительность повышательной стадии 5-й ДЛВ, как и следовало ожидать, составила 24 года (1982–2006 гг.).

Не прошло и трех лет, как неожиданно разразился мировой финансово-экономический кризис 2008–2009 гг., который по своей глубине напомнил кризис 1929 г., предшествовавший Великой депрессии 1930-х годов, и поэтому был назван «Великой рецессией». В работе (Akaev, Sadovnichiy and Korotaev, 2011) мы показали, что предвестником глобальных циклических финансово-экономических

кризисов является взрывной рост цен на такие высоколиквидные биржевые товары, как нефть и золото, и разработали нелинейную динамическую модель для прогнозирования времени наступления кризиса. На ее основе мы успешно предсказали дату начала второй волны глобального финансового кризиса, случившегося 4 августа 2011 г. (за 9 месяцев до наступления кризиса с ошибкой всего в две недели), и показали, что кризис 2008–2009 гг. также возможно было предсказать заранее.

Далее, уже пользуясь инновационной парадигмой Хирооки (Hirooka, 2006), мы также подробно описали траекторию разработки базисных технологий 6-го ТУ и предсказали начало подъема 6-й ДЛВ — 2017–2018 гг. Затем мы рассчитали экономический потенциал NBIC-технологий (Akaev, Rudskoi, 2015). Поскольку NBIC-технологии являются взаимно конвергентными, благодаря их кооперативному действию достигается значительный синергетический эффект. Он ускорит темпы технического прогресса в развитых странах до 3 % и выше к 2030 году, что значительно лучше аналогичного показателя в период подъема 5-го БЦК (1982–1994 гг.), равного 2,3 %. Следовательно, базисные технологии 6-го ТУ смогут обеспечить рекордные темпы экономического роста, близкие к тем, которые имели место в 1950–1960-е годы.

И действительно, как и предсказывалось теорией Шумпетера — Кондратьева, в 2017 г. начался синхронный рост авангардных экономик мира. По данным МВФ, по итогам 2017 г., все восемь крупнейших экономик мира (США, Китай, Япония, Германия, Индия, Россия, Франция и Великобритания) выросли более чем на 1,5 % (МВФ, январь, 2018). Вся мировая экономика также выросла в 2017 г. на 3,8 против 3,2 % в 2016 г. А уже в 2018 г. синхронный рост ВВП был зафиксирован практически во всех 45 странах, за которыми наблюдает ОЭСР. Такое происходило всего два раза за последние 40 лет, отмечает МВФ и добавляет, что в прошлом периоды такого синхронного роста длились, как правило, несколько лет. Например, мировая экономика росла темпами 4 % ежегодно в 1984–1989 гг. и 2004–2007 гг., т. е. в начале подъема и на пике повышательной стадии 5-й ДЛВ. Очевидно, что с 2018 г. мы наблюдаем подъем 6-й ДЛВ, который будет длиться примерно четверть века.

Возникает вопрос: будет ли нынешний синхронный рост развитых экономик мира устойчивым в среднесрочном периоде? Кондратьев и Шумпетер ещё в своих классических трудах отмечали, что экономический рост в начальный период подъема на повышательной стадии БЦК подвержен различным рискам, которые делают его неустойчивым, и рекомендовали правительствам активно содействовать предпринимателям в их преодолении. Основные риски, стоящие на пути нынешнего устойчивого экономического подъема: огромный объем совокупного накопленного долга правительств, домохозяйств, корпоративного и финансового секторов; углубляющийся разрыв между реальной экономикой и финансовой сферой; ускоряющийся рост избыточного неравенства доходов; острый недостаток потребительского спроса; нестабильность финансовой системы и резкое усиление протекционизма со стороны развитых государств, вылившееся в торговые войны, а также возросшие экологические угрозы.

Разрешение всех этих проблем возможно только на глобальном уровне, например, на саммитах G20. Однако, в отличие от кризисных 2008–2009 гг., сегодня там отсутствует дух глобального сотрудничества. Тогда страны G20 выступили единым фронтом, что сыграло исключительную роль в предотвращении наиболее худших



последствий финансового кризиса. Сегодня же мы наблюдаем торговые и идеологические конфликты между авангардными странами, что препятствует конструктивному сотрудничеству в рамках G20. Поэтому имеются основания ожидать, что начавшийся подъем 6-й ДЛВ будет довольно неустойчивым и может прерываться кризисными спадами, хотя и непродолжительными и не столь глубокими, как «Великая рецессия» 2009 г.

Таким образом, в соответствии с теорией Шумпетера — Кондратьева, подъем 6-й ДЛВ в 2020-е годы будет происходить в результате диффузии в экономику инновационных технологий и продуктов 4-й промышленной революции (Schwab, 2016; Schwab, Davis, 2018) в условиях растущего неравновесия и неустойчивого экономического роста. Следовательно, экономическая политика правительств должна способствовать широчайшему внедрению инноваций в экономику и поддержанию динамической устойчивости при высоких темпах роста. Переход к новому технологическому укладу требует крупномасштабных инвестиций в основной производственный капитал, в освоение инновационных технологий и модернизацию экономики на их основе. Хотя частные инвестиции являются непосредственной движущей силой экономического роста и создания новых рабочих мест, благоприятные условия для этого создаются государственными инвестициями в общественный сектор и, прежде всего, в образование и создание новой инфраструктуры. Почему прежде всего в образование? Потому, что для освоения и коммерциализации инновационных технологий и продуктов 6-го ТУ требуются специалисты с новым качеством образования и цифровыми компетенциями.

Развивающиеся страны в первую очередь должны динамично развивать ИКТ-инфраструктуру. Именно ИКТ обеспечивают ускорение создания инновационных товаров и услуг на основе NBIC-технологий, а также цифровых технологий, и освоение их производства и сбыта. ИКТ-революция уже состоялась в ходе 5-й ДЛВ. Интернет стал ключевой технологией информационной эпохи, существенным фактором увеличения производительности и конкурентоспособности, делая возможным распространение новых сетевых форм организации бизнеса. ИКТ теперь становятся магистральными инфраструктурными технологиями, связывающими 5-ю (1982–2018 гг.) и 6-ю ДЛВ (2018–2050 гг.) в мировой экономике (Nigrooka, 2006). NBIC-технологии, в свою очередь, революционизируют ИКТ, многократно повышая их производительность. Страны, обладающие высокоразвитой инфраструктурой ИКТ, склонны к более высоким темпам экономического роста. Следовательно, значимость ИКТ в следующем десятилетии резко возрастает.

Итак, наконец-то, теория Шумпетера — Кондратьева, как наиболее адекватно описывающая неравновесное и неравномерное циклическое экономическое развитие, должна оказаться в мейнстриме экономической науки и стать основой реальной экономической политики ответственных правительств. Мы не противопоставляем теорию Шумпетера — Кондратьева другим экономическим теориям — неокейнсианству, неоклассическому синтезу, монетаризму и т. д., но считаем, что именно она может стать долговременным стержнем, с которым в отдельные периоды (фазы и стадии ДЛВ) комбинируются требуемые конкретной ситуацией меры, вытекающие из других классических теорий. Наша ключевая идея заключается в том, что правительства при формировании своей экономической и финансовой политики должны опираться на инновационно-циклическую теорию Шумпетера — Кондратьева как базовую долгосрочную стратегию развития.

Причем важно то, что все параметры траектории развития экономики в условиях неравновесия в пределах ДЛВ можно надежно прогнозировать и оценивать расчетным путем, включая точки срыва в кризисные рецессии, как будет показано далее. Заметим, что все большие циклические кризисные рецессии и последующие депрессии были предсказаны на основе теории БЦК, хотя ни одна из теорий экономического мейнстрима не обнаружила их в XX–XXI вв.

В 1980–1990-е годы шла интенсивная работа по разработке эндогенных моделей экономического роста, обусловленного инновациями (Jones, 1995). Главной целью этих исследований стало объяснение происхождения технического прогресса и детальная разработка структуры возникновения и реализации инноваций. В этих моделях выделяется производство инноваций как особый производственный сектор, рассматриваются детали функционирования этого производства, источники его финансирования и т. д. Наиболее значимыми из этой группы стали модели Пола Ромера (Romer, 1990), Агиона и Хауита (Aghion, Howitt, 1992), Гроссмана и Хелпмана (Grossman, Helpman, 1991), заложившие базовые основы теории инноваций в экономическом росте. Все эти модели полностью базируются на теории инноваций Шумпетера. Таким образом, новые эндогенные модели роста являются одновременно и моделями инновационно-циклического экономического развития Шумпетера — Кондратьева.

Как известно, в свое время поиски универсальной экономической теории привели к некоторому объединению теорий мейнстрима — неоклассической, неокейнсианской и монетаристской, хотя эта объединенная теория, названная неоклассическим синтезом, до сих пор не сформулирована в виде единой стройной теории (Бланшар, 2015). Тем не менее, думается, что поиски новой универсальной теории должны быть продолжены именно в этом направлении, путем включения как минимум еще двух теорий: теории инновационного экономического развития Шумпетера и теории больших циклов Кондратьева (Акаев, 2011). По аналогии с «неоклассическим синтезом» мы называем этот процесс «шумпетерианским синтезом», поскольку в основе нового объединения теорий долгосрочного экономического развития лежит инновационно-циклическая теория Шумпетера — Кондратьева. Авторское видение архитектуры «шумпетерианского синтеза» и синхронизация на его основе будущих направлений экономической и финансовой политики правительств представлена в таблице 1.

### ***1.2. Стратегическое управление в неравновесной экономике***

В течение многих десятилетий физики стремились к созданию единой теории, объединяющей всю физику. Теперь выяснилось, что результатом поиска, возможно, станет не одна, а целое семейство связанных теорий, где каждая предлагает собственную версию действительности (Хокинг, Млодинов, 2011). Так же обстоит дело и в современной экономике. Доминирующую неоклассическую экономическую теорию критикуют за то, что она не смогла предсказать заранее финансово-экономический кризис 2008–2009 гг. Не смогли предсказать его и другие теории, составляющие основу мейнстрима современной экономической теории — неокейнсианская, монетаристская и др. Более того, в рамках указанных теорий не могли найти содержательного объяснения причины столь разрушительного кризиса, а самое главное — путей эффективного выхода из состояния депрессии. А вот инновационно-циклическая теория Шумпетера — Кондратьева однозначно

Таблица 1

**Синхронизация экономической и финансовой политики правительства с фазами 6-го большого цикла Кондратьева**

Стадии цикла	Понижательная	Повышательная		Понижательная
Фазы цикла	Депрессия	Оживление	Подъем	Спад
Годы	2011–2015	2015–2018	2018–2042	2042–2050
Стратегии	Социальной поддержки и запуска технологических инноваций	Роста	Роста и расширения	Экономии
Риски	Высокая безработица и социальная напряженность Нестабильность банковской и финансовой системы	Сбои в кредитовании реальной экономики	Перегрев экономики, «финансовые пузыри» Чрезмерная неравномерность в распределении доходов	Стагфляция, безработица
Сопровождающие теории	Неокейнсианская теория	Неоклассическая теория	Неоклассический синтез и монетаризм	Неоклассическая теория
Экономическая и финансовая политика правительства	Кейнсианская политика стимулирования совокупного спроса Политика укрепления банков и финансовой системы Инновационная политика инвестирования в базисные технологии и венчурный капитал	Либеральная политика с целью дать волю рыночной стихии и свободной конкуренции Промышленная политика, способствующая потоку технологических инноваций в традиционные отрасли	Либеральная экономическая политика в сочетании с контролем над финансовыми спекуляциями на фондовых биржах Мягкая бюджетная политика по выравниванию доходов в обществе Неокейнсианская стабилизационная политика	Ограничительная монетарная и бюджетная политика при поддержке инфраструктурных и институциональных изменений
Базисная теория	Инновационно-циклическая теория экономического развития Шумпетера — Кондратьева			

предсказывала наступление глобального циклического кризиса (Пантин, Лапкин, 2006). Она же предлагает эффективный механизм выхода из глобального циклического кризиса — «всемерное стимулирование шторма базисных инноваций нового ТУ» (Mensch, 1979). Так и поступают авангардные страны мира в последние семь лет, начиная с 2014–2015 гг. (Сибел, 2021).

Возможно, что в будущем будет создана новая единая экономическая теория, объясняющая все аспекты экономического развития и предсказывающая локальные и глобальные экономические кризисы, а также предлагающая эффективные механизмы их преодоления или предотвращения. Но пока не создана такая универсальная теория, необходимо пользоваться имеющимися теориями, которые

прошли проверку практикой и временем, доказав свою эффективность в определенных условиях и на определенной стадии экономического развития. Среди них должна занять свое место инновационно-циклическая теория Шумпетера — Кондратьева, которая позволяет конкретизировать основные положения и меры экономической политики государства на различных стадиях развития БЦК (Акаев, 2011).

Обзор развития макроэкономической теории в XX веке подводит к следующим выводам (Бланшар, 2015). В начале XXI века в этой сфере доминируют три научные школы: неокейнсианская, неоклассическая и новой теории экономического роста. Мировой финансово-экономический кризис 2008–2009 гг. еще раз продемонстрировал всему миру несостоятельность концепции рыночного фундаментализма и либеральной экономической политики. Для выхода из последнего экономического кризиса, который привел к «Великой рецессии» 2009 г. и последующей продолжительной депрессии (2011–2016 гг.), экономики наиболее развитых стран вновь широко использовали кейнсианские рецепты, что нашло яркое отражение в книге неокейнсианца Р. Скидельски «Возвращение мастера» (Skidelsky, 2009).

А сегодня, когда, вопреки пандемии ковида, мировая экономика уже выходит на траекторию подъема, на повышательную стадию 6-го БЦК (2018–2042 гг.), вновь востребована экономическая политика, основанная на положениях теории неоклассического синтеза. Именно такая политика позволит обеспечить долгосрочный устойчивый рост на всем протяжении повышательной стадии БЦК, которая обычно продолжается 25–30 лет. Если удастся разработать и реализовать подобную долгосрочную стратегию управления экономическим ростом, тогда мы можем надежно прогнозировать динамику экономического развития с горизонтом, равным продолжительности одного БЦК, т. е. примерно 30 лет. Здесь уже с успехом могут быть использованы модели новой теории экономического роста, которые учитывают вклад человеческого капитала, наряду с физическим капиталом, а также эндогенный механизм происхождения технического прогресса.

Подчеркнем, что надежный долгосрочный экономический прогноз предполагает эффективное государственное регулирование экономического развития. Кейнсианский постулат о том, что рынок не содержит в себе встроенного механизма более или менее устойчивого долгосрочного роста, получил достаточно подтверждающих данных на протяжении последних 80 лет. Государственное регулирование должно постоянно поддерживать совокупный спрос тремя путями: стимулируя кредитной политикой инвестиции; инфляцией — потребление, и добиваясь, чтобы распределение прироста ВВП за счет роста производительности факторов производства сокращало разрыв в доходах между различными классами общества. Переход к новому технологическому укладу требует крупномасштабных инвестиций в освоение его базисных технологий и модернизации экономики на их основе. В этой связи многократно возрастает роль государства, располагающего возможностями масштабной концентрации ресурсов для освоения новых технологий и принятия рисков соответствующих инвестиций.

Мы уже отмечали, что Кондратьев, анализируя длинные волны экономического развития, впервые обнаружил, что динамичная рыночная экономика преимущественно развивается в условиях неравновесия и вдобавок она характеризуется нестабильностью. Это было, пожалуй, **второе эпохальное открытие Кондратьева**,

поскольку неравновесие и нестабильность, сопровождающие быстрое экономическое развитие, были осознаны другими учеными гораздо позже (Мински, 2017). В 2020-е годы экономики всех авангардных стран, под влиянием мощного кластера цифровых технологий, будут как раз развиваться в условиях неравновесия и нестабильности, все дальше отклоняясь от равновесного состояния, в котором они кратковременно пребывали в годы депрессии (2010–2016 гг.). Таким образом, в эпоху цифровой экономики для поддержания устойчивого экономического роста потребуются более активное и широкомасштабное регулирование как финансовой, так и экономической системы со стороны государства. Нобелевский лауреат Фридрих фон Хайек, один из классиков экономического либерализма, утверждал, что если рынок оставить в покое и прекратить любое политическое воздействие на него, то это приводит к возникновению спонтанного порядка на благо всего общества (Рейнерт, 2017, см. аннотацию). Видный экономист Эрик Рейнерт, однако, убедительно показал в своей замечательной книге, что результатом нерегулируемого рынка в современной экономике становится спонтанный хаос, а вовсе не спонтанный порядок.

Динамика неравновесных сложных систем является предметом отрасли науки, которая получила название «синергетика». Вполне естественно, что возникла и синергетическая экономика (Занг, 1999), которая имеет дело с неустойчивыми и неравновесными системами и фокусирует внимание на нелинейных явлениях в экономической эволюции, таких как структурные изменения, бифуркации и хаос. Очевидно, что для оптимального управления экономикой в цифровую эпоху необходимо осваивать синергетические методы управления сложными системами (Колесников, 2006). Синергетика как наука о самоорганизации сложных структур исследует явления, происходящие в открытых неравновесных системах, находящихся вдали от состояния равновесия, причем, основные процессы изучаются в существенно нелинейном приближении.

Основы синергетической науки были заложены двумя выдающимися учеными XX века — Нобелевским лауреатом Ильей Пригожиным (Пригожин, 1985) и профессором Германом Хакеном (Хакен, 1985) и детально разработаны представителями их научных школ. Хакен определил синергетику как совокупный коллективный эффект взаимодействия большого числа подсистем, приводящий к самоорганизации в сложных системах (Хакен, 2005, С. 29), спонтанному образованию в них устойчивых пространственных, временных или функциональных структур. Ключевым для понимания сущности синергетики, по Хакену, является понятие «самоорганизации». Поэтому, следуя Хакену, синергетику определяют как науку о самоорганизации в сложных системах или о самопроизвольном возникновении и самоподдержании упорядоченных временных и пространственных структур в открытых нелинейных неравновесных системах различной природы (Климонтovich, 2019, С. 20–21).

Что же касается равновесных систем, очевидно, что они не способны к динамичному развитию и самоорганизации, поскольку подавляют любые отклонения от своего стационарного состояния, тогда как развитие и самоорганизация предполагают его качественные изменения. К тому же, в состоянии устойчивого равновесия, в соответствии с самой неоклассической теорией, прибыль исчезает, а капитал, как это в свое время доказал ещё Шумпетер, — обесценивается. Остается только удивляться тому, что модель подобного непродуктивного экономического

состояния все еще служит основой мейнстримного течения экономической теории капитализма.

Рыночная экономика является неравновесной системой. Равновесия есть лишь ее кратковременные состояния в процессе долговременной эволюции. Она развивается, переходя от одного равновесного состояния к другому в условиях неравновесия, в ходе которого она весьма далеко отклоняется от равновесия. Именно неравновесие является движущей силой экономики и делает возможным «экономическое чудо» — длительный лавинообразный рост. Системные исследования показывают, что определяющим условием оптимального поведения экономических систем является их неравновесная самоорганизация, функциональная устойчивость в неравновесных состояниях. Именно поэтому синергетический подход позволяет найти эффективные пути управления неравновесными экономическими системами, путем подталкивания к самоорганизации. Следствием процесса самоорганизации является образование аттракторов, к которым притягиваются траектории движения экономических систем. Используя способы направленной самоорганизации экономических систем, возможно достижение желаемого аттрактора — одного из асимптотически устойчивых состояний. Государство является важнейшим субъектом, способным задавать «направления» такой самоорганизации.

### ***1.3. Роль государства в управлении процессом экономического развития***

Каждое государство заинтересовано, чтобы его экономика развивалась устойчиво в долгосрочном периоде и, желательно, синхронно с БЦК. Но как это обеспечить? Сто лет назад Николай Кондратьев дал гениальный ответ на этот вопрос: «путем активного государственного управления народным хозяйством с использованием механизма саморегулирования, заложенного в рыночных отношениях» (Кондратьев, 2002). Насколько смелой была эта формула, можно судить по тому, что господствующая в тот период концепция экономического либерализма, сформулированная еще отцом-основателем классической политэкономии Адамом Смитом в конце XVIII в., утверждала, что роль государства должна быть ограничена функцией «ночного сторожа» — поддержания порядка, охраны и защиты частной собственности и свободной конкуренции. А. Смит утверждал, что при этих условиях совершенно стихийно устанавливается оптимальный режим функционирования рыночной экономической системы благодаря действию «невидимой руки».

Более того, Кондратьев полагал, что будет плодотворным разумное сочетание плановых и рыночных начал, причем первые должны строиться на основе долгосрочных прогнозов экономического развития. Сегодня эти идеи Кондратьева получили реальное воплощение в экономической политике многих успешных государств мира. Таким образом, Н. Кондратьев был первым, кто осознал, что рыночная экономика не обладает встроенным стабилизатором, и стабилизирующую роль должно играть государство, причем активным образом. Тем самым он предвосхитил идеи Дж. Кейнса, созревшие уже в годы Великой депрессии 1930-х годов, когда всем стало ясно, что рынок сам по себе не имеет механизмов для преодоления кризисных явлений. Поэтому обоснование роли государства и необходимость планирования экономики является **третьим эпохальным открытием Кондратьева**.

Только экономический кризис необычайного масштаба, разразившийся в конце 1920-х годов, и последовавшая за ним Великая депрессия в США в 1930-е

годы заставили западных экономистов усомниться в саморегулирующей силе рыночной экономики. Именно в годы Великой депрессии увидел свет, пожалуй, самый значительный труд в области экономики XX в. «Общая теория занятости, процента и денег» (1936), написанный выдающимся английским экономистом Джоном Мейнардом Кейнсом. Центральное положение теории Кейнса заключалось в том, что рыночная экономика не обладает способностью к плавному саморегулированию и, в особенности, к саморегулированию в случае глубокого кризиса. Когда экономический кризис достиг такой глубины, как в годы Великой депрессии, писал Кейнс, он не может быть устранен быстро посредством одних лишь рыночных сил (Кейнс, 2012), поскольку ключевые виды цен в реальной экономике и, в частности, средний уровень зарплаты не являются вполне гибкими и не в состоянии быстро измениться в случае неблагоприятных потрясений. Поэтому, считал Кейнс, государство должно в таких случаях активно вмешаться в экономику и проводить стабилизационную политику, с тем чтобы предотвратить возникновение или воспрепятствовать развитию экономических кризисов (Кейнс, 2012).

После успешного преодоления последствий Великой депрессии с активным использованием антикризисных рецептов Кейнса кейнсианство повсеместно легло в основу антикризисной политики государств. Самой сложной проблемой рыночной экономики Кейнс считал безработицу, поэтому он придавал особое значение жесткости номинальной зарплаты. Он признавал, что с течением времени номинальная зарплата может адаптироваться к неравновесной ситуации на рынке труда. Но, поскольку эта адаптация происходит слишком медленными темпами, для поддержки полной занятости требуется вмешательство государства. Развивая идеи Кейнса, его последователи в 1940–1960-х годах создали концепцию экономической системы, регулируемой как рынком, так и государством, которая получила название «кейнсианской смешанной экономики». Однако, как мы уже отмечали, впервые идея этой концепции была высказана ещё в 1920-е годы Кондратьевым. Основу смешанной экономики составляет частная собственность, а государство выполняет функцию «встроенного стабилизатора», сглаживая и смягчая неустойчивость социально-экономического развития.

Государственное регулирование, систематически проводившееся в развитых странах Запада в течение 25 послевоенных лет, привело к невиданным успехам в экономическом росте и процветании, сделав заодно незыблемым и авторитет кейнсианского учения. В странах Запада возник и сформировался средний класс, который охватил 50–70 % всех занятых трудящихся и сосредоточил в своих руках подавляющую долю национального дохода. В результате он превратился в основной класс общества, чье поведение стало определяющим для функционирования рынка, обеспечивая его непрерывно растущим платежеспособным спросом. Рыночный механизм приобрел стабильную устойчивость. В этот период складывалось убеждение, что государство способно предотвращать экономические рецессии путем активного проведения стимулирующей налогово-бюджетной и денежно-кредитной политики, направленной на рост совокупного спроса и, следовательно, на увеличение текущего совокупного выпуска. Действительно, экономика большинства стран мира переживала период быстрого роста, не сталкиваясь со сколько-нибудь серьезными спадами или чрезмерно высокими уровнями безработицы.

Как известно, краткосрочные колебания деловой активности принято называть экономическими циклами (Хансен, 2007). Э. Хансен дал им следующее определение: «Экономические циклы представляют собой колебания занятости, объема продукции и уровня цен». Он также установил, что циклические колебания этих трех величин совершаются более или менее согласованно. Колебания объема продукции и занятости, если рассматривать их в пределах кратковременных периодов, весьма сходны между собой, что привело к установлению «закона Оукена»<sup>1</sup>, выражающего их пропорциональность (Бланшар, 2015). С появлением макроэкономической теории Кейнса стала очевидна значимость сил совокупного спроса в колебаниях деловой активности. Ведь главное положение кейнсианской теории заключается в том, что колебания совокупного спроса оказывают мощное воздействие на общий уровень объема выпускаемой продукции, занятости и цен в краткосрочном периоде. Следовательно, одной из важнейших причин возникновения экономических циклов являются изменения совокупного спроса. Таким образом, стабилизационная политика правительства способна сыграть весьма важную роль в сглаживании чрезмерных колебаний выпуска, особенно в периоды рецессий.

## **2. Идеи Кондратьева для долгосрочного прогнозирования и моделирования в цифровую эпоху**

### ***2.1. Долгосрочное прогнозирование социально-экономического развития по Кондратьеву***

Кондратьев придавал огромное значение прогностическим возможностям экономической теории вообще и теории БЦК в частности. Он полагал, что существуют объективные законы развития общества и что именно они предопределяют его общую динамику, что не исключает известную свободу выбора возможных альтернатив и принятия решений для людей. Тенденции будущего развития на основе познания этих законов предвидеть возможно, но следует принимать во внимание и альтернативные сценарии при том или ином соотношении факторов динамики и случайных событий. В этой связи он писал: «Но выдвигается ли проект социальной реформы, предлагается ли та или иная мера экономической политики, строится ли тот или иной план регулирования народного хозяйства, проводится ли задача организации предприятия и т. д., всюду ставится вопрос об активном вмешательстве в ход событий окружающей социально-экономической среды и вопрос о предвидении хода последующих событий. Вот почему в социально-экономической жизни проблема прогноза имеет особенно глубокое практическое значение» (Кондратьев, 2002. С. 511). Далее он отмечает те предпосылки, при наличии которых возможен надежный прогноз, и выделяет среди них главную: «И, если тем не менее прогноз, как мы видели, возможен, он возможен лишь при условии, что существует не только причинная связь явлений, но одновременно и закономерность их хода» (Кондратьев, 2002. С. 522). Он также дает определение: «Закономерность событий есть результат взаимодействия большого числа элементарных явлений, рассматриваемых как реальная совокупность» (Кондратьев, 2002. С. 527).

Кондратьев считал, что научной основой предвидения могло бы стать комплексное использование трех экономических теорий: классической статической; динамической и циклично-конъюнктурной. Он намеревался разработать син-

<sup>1</sup> Закон Оукена (Okun's law) выявляет связь между снижением темпов роста ВВП и ростом уровня безработицы. Практика показывает, что это соотношение выполняется далеко не всегда (прим. ред.).



тетическую теорию социально-экономического развития, основанную на комплексном сочетании трех указанных теорий (Кондратьев, 2002. С. 9–39) и позволяющую осуществлять долгосрочный прогноз. Причем, он отводил центральное место динамической теории, описывающей как поступательные эволюционные (необратимые, по Кондратьеву) изменения, так и колебательные (обратимые, по Кондратьеву), которые циклично меняют свое направление, периодически возвращаясь к исходному состоянию. Он также предполагал изучить эти динамические процессы в их взаимной связи, т. е. их взаимодействие.

В этой связи Кондратьев отмечал: «Не следует забывать, что реально мы имеем единый динамический процесс народнохозяйственной жизни, и лишь в процессе научного анализа мы можем разложить его на необратимые тенденции и обратимые колебательные процессы. Но сказанное не означает, что эти обратимые процессы не смогут быть объектами специального изучения. Наконец, третья задача в изучении конъюнктуры сводится к постановке и решению «проблемы прогноза ее изменения». Разрешение проблемы прогноза совершенно очевидно предполагает уже решение двух предыдущих задач и возможно только на основе такого решения» (Кондратьев, 2002. С. 38). Он подчеркивал, что в действительности «необратимый процесс развития народного хозяйства сопровождается обратимыми конъюнктурными колебаниями» (Кондратьев, 2002. С. 38). Таким образом, он утверждал, что реальная траектория экономического развития представляет собой трендовую траекторию эволюционного движения (тенденцию хозяйственного роста), на которую накладываются конъюнктурные колебания.

Поистине выдающееся научное достижение Кондратьева приходится на период, когда он находился в Суздальской тюрьме для политзаключенных. В это время он пытался определить законы основных тенденций (тренда) динамики народного хозяйства и сформулировать их в строгой математической форме. С этой целью он рассмотрел в первую очередь кумулятивные величины, такие как национальный капитал, уровень технологического развития, население страны, а также национальный доход. В письме к жене от 5 сентября 1934 года Кондратьев пишет: «Мне удалось показать, что закон их изменения выражается дифференциальным уравнением вида:  $\frac{dy}{dt} = ky(\alpha - y)$ » (Кондратьев, 2004. С. 406). Далее он при-

водит решение:  $y = \frac{\alpha}{1 + ce^{-\alpha t}}$ , где  $c$  и  $\alpha$  — параметры, определяемые эмпирическим путем. Это и есть знаменитое логистическое уравнение Ферхюльста и его решение — S-образная логистическая кривая, описывающая трендовую траекторию накопления капитала и движения ВВП. Это достижение Кондратьева долгое время несправедливо приписывалось другим авторам.

Прогнозирование, основанное на учете закономерной динамики, или циклично-динамическое прогнозирование, позволяет предвидеть переход от одной фазы к другой фазе цикла и от одного цикла к другому циклу, а также неизбежные кризисы при смене циклов, и тем самым своевременно адаптироваться к этим переменам. По Кондратьеву, именно тип предвидения, основанный на анализе колебаний экономической конъюнктуры, позволяет прогнозировать и своевременно принять меры, смягчающие кризисные явления (Кондратьев, 2002. С. 552).

Позднее Кондратьев приходит к выводу, что сочетания статического и циклично-динамического подходов к анализу и прогнозу социально-экономического

развития недостаточно, необходимо дополнить их генетическим подходом (Кондратьев, 2002).

В развитие этих идей и теории Шумпетера — Кондратьева нами были разработаны математические модели для долгосрочного прогнозирования экономической динамики (Акаев, 2012), а также краткосрочные модели для прогнозирования момента наступления кризисов и депрессии (Акаев, Садовничий и Коротаев, 2010). Также предложена методология анализа и прогноза геополитических сдвигов, базирующаяся на закономерностях БЦК (Акаев, 2009; Акаев и Пантин, 2012). В данном направлении весьма успешно продолжают работать Пантин и Айвазов (2012), которые представили дополнительное эмпирическое и теоретическое обоснование четырехфазных полных циклов эволюции мировой экономической и политической системы, базирующихся на сдвоенных БЦК.

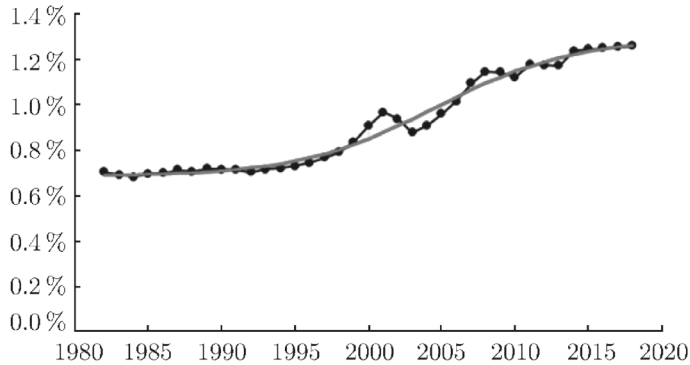
Опора на инновационно-циклическую теорию экономического развития Шумпетера — Кондратьева позволяет расширить надежный горизонт социально-экономического прогнозирования до 30–40 лет. При этом очень важно научиться правильно синхронизировать долгосрочные модели с реальными БЦК либо в мировой экономике, либо в масштабах национальной экономики. Синхронизация позволяет надежно и относительно точно установить горизонт прогнозирования, который измеряется продолжительностью очередного БЦК. Также важно, что в этом промежутке времени действует один и тот же технологический уклад, что гарантирует относительную стабильность характеристик технического прогресса и, следовательно, относительное постоянство параметров производственной функции, используемой в прогнозной модели.

Нами было показано, что новые динамические макромоделю в экономике должны строиться с учетом совместного действия равновесного долгосрочного роста и циклических колебаний вокруг него, определяемых соотношением спроса и предложения. Это и есть основное направление для усовершенствования используемых сегодня математических макромоделей динамики социально-экономического развития. А благодаря тому, что в наших моделях учитывается взаимодействие циклических колебаний и долговременного роста, становится возможным выявлять точки бифуркации в экономическом развитии, а также моменты ее срыва в кризисные рецессии (Акаев, 2012).

Подводя итоги данного направления, начатого еще самим Кондратьевым и связанного с долгосрочным прогнозированием социально-экономического и политического развития, следует отметить, что это лишь первые шаги в правильном направлении. Они требуют более глубокой проработки, чтобы стать реальным инструментом для надежного прогнозирования. Но уже сейчас можно предложить основанные на этом подходе математические модели экономической динамики и технического прогресса (Акаев, Sadovnichiy, 2019).

## ***2.2. Прогнозирование технологической и экономической динамики на повышательной стадии 6-й длинной волны Кондратьева (2018–2042 гг.) с помощью информационных моделей***

Представим основанные на идеях Кондратьева математические модели экономической динамики и технического прогресса, наиболее пригодные для эпохи цифровой экономики (Акаев, Sadovnichiy, 2019).



**Рис. 1.** Вклад ИКТ в совокупную производительность труда

Цифровая экономика — реальная развитая экономика, в которой ключевую роль играют цифровые платформы, платформенные модели бизнеса и цифровые технологии, призванные повышать производительность экономических факторов, минимизировать затраты материалов и ресурсов, а самое главное, повышать точность прогнозирования спроса со стороны потребителей и обеспечивать полное соответствие их предпочтениям и требованиям к характеристикам товаров и услуг. Поэтому при описании экономической динамики в цифровую эпоху ключевую роль будет играть технологический прогресс, определяющий совокупную производительность факторов, причем важно, чтобы он напрямую определялся динамикой производства технологической информации, поскольку основными факторами цифровой экономики являются знания и ноу-хау, воплощенные в цифровые технологии.

В работе (Акаев, Sadovnichiy, 2018) мы рассмотрели ряд реальных режимов производства технологической информации. При выводе уравнений производства технологической информации мы пользуемся «принципом минимума производства энтропии в процессах самоорганизации», сформулированным Юрием Климонтовичем (Климонтович, 2019. С. 36). Применительно к цифровой экономике его можно переформулировать как «принцип максимума производства информации в процессах самоорганизации на повышательной стадии ДЛВ Кондратьева». Это означает, что экономическая система на повышательной стадии, благодаря самоорганизации агентов и используя доступные ресурсы, производит максимум информации (товаров).

В математической форме это означает, что имеется определенный лагранжиан, функционал которого в соответствии с принципом Климонтовича на повышательной стадии ДЛВ Кондратьева принимает экстремальное значение. Соответствующее уравнение Лагранжа порождает требуемый режим производства технологической информации. Например, для 5-й ДЛВ Кондратьева (1982–2018 гг.), соответствующей информационной эпохе, имел место режим производства технологической информации с начальным мягким обострением и последующей стабилизацией, описываемый логистическим уравнением (Акаев, Sadovnichiy, 2019). Действительно, как видно на рисунке 1, где представлены график функции  $q_{Ad}(t)$  и кривая с точками, характеризующими фактические значения вклада ИКТ в темпы технического прогресса (OECD) в интересующий период (1982–2018 гг.), они совпадают с высоким коэффициентом детерминации ( $R^2 = 0,998$ ).

В эпоху же цифровой экономики, под влиянием мощного кластера цифровых технологий, ожидается режим производства технологической информации с жестким обострением на начальном этапе и последующей стабилизацией на стационарном уровне с возвратом (Акаев, Sadovnichiy, 2019). В этом сценарии развития на начальном этапе процесс идет с резким обострением ( $\dot{g} \sim e^g$ ) и в силу инерции проскакивает стационарный уровень ( $\dot{g} = \text{const}$ ), а затем, достигнув некоторого максимального значения  $\dot{g}_m$ , возвращается асимптотически к стационарному режиму. Этот режим можно описать соотношением  $\dot{g} \sim \frac{e^g}{1 + z(g)e^g}$ , где  $z(g)$  — функ-

ция торможения, которая в простейшем случае имеет вид  $z(g) = 1 - \frac{1}{1-\rho} e^{-\rho g}$ , где

$\rho = \text{const}$  и  $\rho \neq 1$ , причем в пределе, когда  $\rho \rightarrow 0$ , получается режим с обострением, а при  $\rho \rightarrow \infty$  — режим со стабилизацией. Данный режим производится лагранжианом  $L(\dot{g}, g, t) = \frac{\dot{g}^2 e^{-2g}}{1 - z(g)\dot{g}}$ , а соответствующее уравнение Лагранжа имеет вид

$$\ddot{g} = \dot{g}^2 \left\{ 1 - \dot{g} \left[ z(g) + \frac{dz}{dg} \right] \right\}. \quad (1)$$

Масштабированное решение данного уравнения имеет вид:

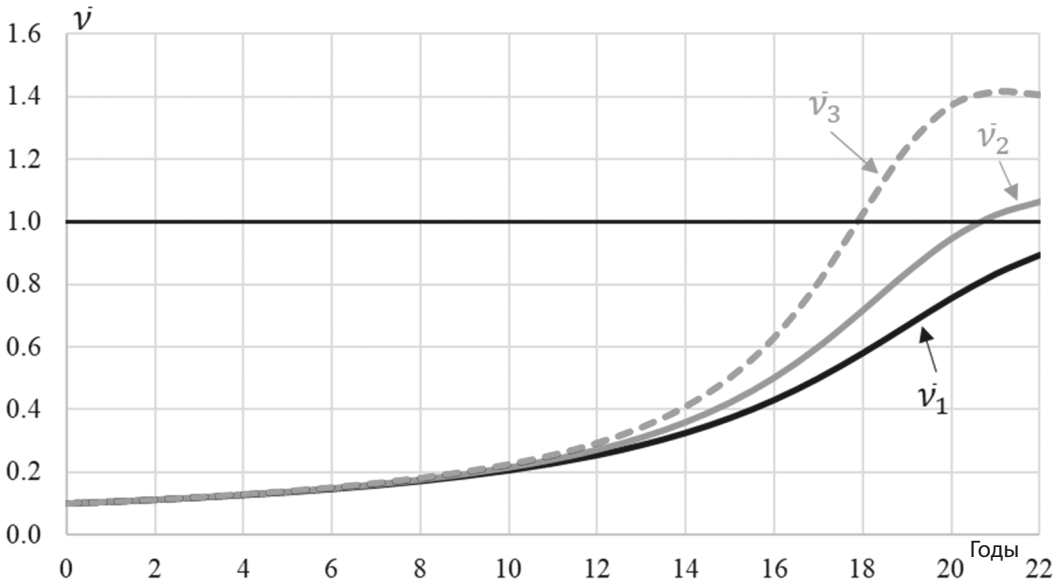
$$\begin{aligned} \text{а) } \dot{g}(t) &= \frac{1}{s_g} \left[ 1 - \frac{e^{-\rho s_g g}}{1-\rho} + c_1 e^{-s_g g} \right]^{-1}; \quad c_1 = e^{s_g g_1} \left( \frac{1}{v_1} - 1 + \frac{e^{-s_g g_1}}{1-\rho} \right); \\ \text{б) } s_t \cdot t &= s_g g + \frac{e^{-\rho s_g g}}{\rho(1-\rho)} - c_1 e^{-s_g g} + c_2; \quad c_2 = \frac{1}{v_1} - 1 - s_g g_1 - \frac{1}{\rho} e^{-\rho s_g g_1}. \end{aligned} \quad (2)$$

Здесь  $v_1 = \dot{g}(t = 2018 \text{ г.})$  и  $g_1 = g(t = 2018 \text{ г.})$  — начальные значения для процесса производства технологической информации в 6-й ДЛВ;  $s_g$  — коэффициент масштабирования.

Графики темпов роста технологической информации  $v(t) = \dot{g}(t)$  представлены на рисунке 2. Все они являются S-образными кривыми, отвечающими всем признакам поведения кривых роста технологического прогресса на повышательной стадии ДЛВ. Причем, только  $v_1(t)$ , рассчитанная в (Акаев, Sadovnichiy, 2018), является классической логистической функцией, которая асимптотически стремится к стационарному уровню снизу, тогда как две другие кривые  $v_2(\rho_2 = 0,2)$  и  $v_3(\rho_3 = 0,1)$  являются кривыми, которые благодаря мощному ускорению проскакивают стационарный уровень, а затем, в силу включения механизма торможения, возвращаются асимптотически к стационарному уровню сверху.

Итак, динамика технологического прогресса на повышательной стадии 6-й ДЛВ Кондратьева в мировом экономическом развитии определяется ускоренным режимом производства технологической информации с возвратом к стационарному уравнению (2), который удобнее представить в виде:

$$\begin{aligned} \text{а) } \bar{v}(t) = \dot{\bar{g}}(t) &= \left[ 1 - \frac{e^{-\rho \bar{g}(t)}}{1-\rho} + c_3 \cdot e^{-\bar{g}(t)} \right]^{-1}; \quad c_3 = e^{\bar{g}_{bd}} \left( \frac{1}{\bar{v}_{bd}} - 1 + \frac{e^{-\rho \bar{g}_{bd}}}{1-\rho} \right); \\ \text{б) } \bar{t} = \bar{g}(t) &+ \frac{e^{-\rho \bar{g}(t)}}{\rho(1-\rho)} - c_3 \cdot e^{-\bar{g}(t)} + c_4; \quad c_4 = \frac{1}{\bar{v}_{bd}} - 1 - \bar{g}_{bd} - \frac{e^{\rho \bar{g}_{bd}}}{\rho}. \end{aligned} \quad (3)$$



**Рис. 2.** Различные траектории темпов роста технологической информации

Здесь  $\bar{g}(t) = s_g \cdot g(t)$ ;  $\bar{t} = s_t \cdot t$ ;  $\bar{g}_{bd} = \bar{g}(t = T_{bd})$ ;  $T_{bd} = 2018$  г.;  $\bar{g}_{bd} \cong 6,6$ ;  $\rho = 0,2$ . Масштабирующие множители  $s_t$  и  $s_g$  уже были определены ранее для информационной эпохи:  $s_t = 0,6$  и  $s_g = 412,33$  (Акаев, Садовничий, 2021). Они сохраняют свои значения и в цифровую эпоху. Учитывая то, что в начальной точке повышательной стадии 6-й ДЛВ ( $T_{bd} = 2018$  г.) значение логистической функции  $\bar{v}(t)$  (3, а) должно быть равно  $\bar{v}_{bd} = 0,1$  и решая уравнение (3, а) в этой точке, убеждаемся, что последнее превращается в тождество. Следовательно,

$$\bar{v}_{bd} = 0,1. \tag{4, а}$$

Далее легко находим численные значения постоянных интегрирования:

$$c_3 \cong 6559,3; c_4 \cong 1,1. \tag{4, б}$$

Поскольку рассматриваемый режим производства технологической информации является режимом с возвратом, то верхняя поворотная точка 6-й ДЛВ будет выше стационарного уровня, поэтому уравнение (3, а) в точке возврата (*return to*)  $t = T_{rt}$  сводится к упрощенному уравнению:

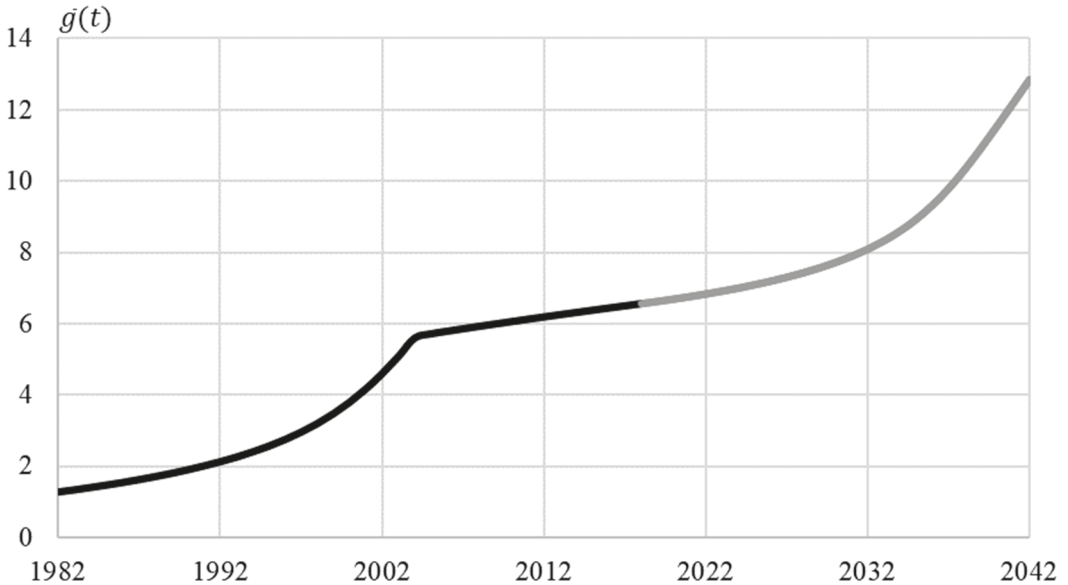
$$\bar{v}_{rt} = \dot{\bar{g}}_{rt} = 1,1 = \left[ 1 - \frac{e^{-\rho \bar{g}_{rt}}}{1 - \rho} + \left( \frac{1}{\bar{v}_{bd}} - 1 + \frac{e^{-\rho \bar{g}_{bd}}}{1 - \rho} \right) e^{-(\bar{g}_{rt} - \bar{g}_{bd})} \right]^{-1}. \tag{5}$$

Здесь известны все величины, кроме  $\bar{g}_{rt}$ . Решая данное уравнение, находим

$$\bar{g}_{rt} \cong 12,72. \tag{5, а}$$

Для нахождения продолжительности повышательной стадии 6-й ДЛВ Кондратьева  $t_{rt} = T_{rt} - T_{bd}$  воспользуемся уравнением (3, б) в верхней поворотной точке ( $t = T_{rt}$ ):

$$\bar{t}_{rt} = \bar{g}_{rt} + \frac{e^{-\rho \bar{g}_{rt}}}{\rho(1 - \rho)} - c_3 \cdot e^{-\bar{g}_{rt}} + c_4 \cong 14,3.$$



**Рис. 3.** Рост производства технологической информации в информационно-цифровую эпоху

Так как масштабирующий множитель  $s_t = 0,6$ , то имеем  $t_{rt} = \frac{\bar{t}_{rt}}{s_t} \cong 23,8$  года. Следовательно, получаем

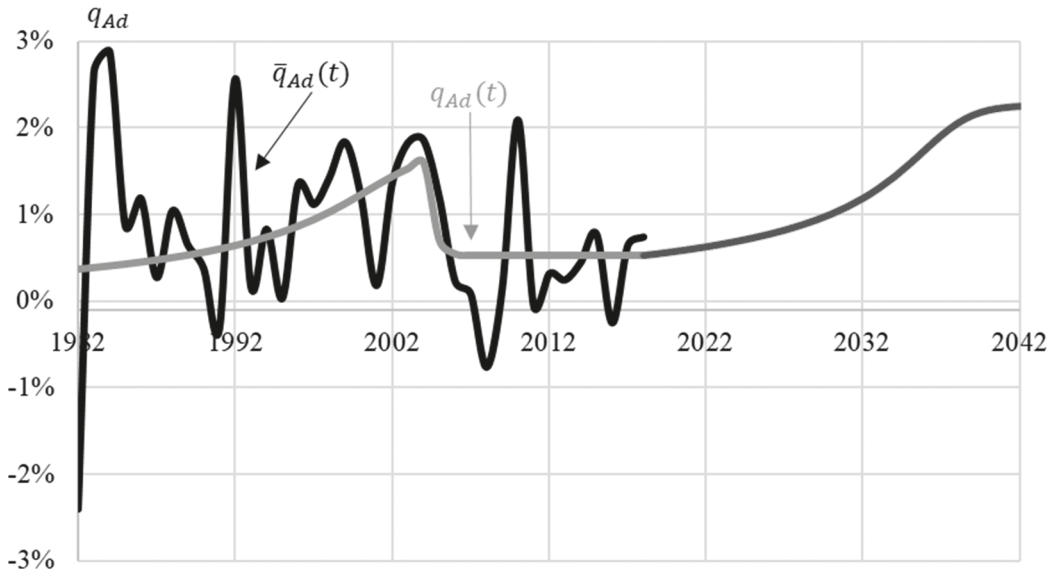
$$t_{rt} \cong 24 \text{ года и } T_{rt} = 2042 \text{ год.} \quad (5, б)$$

Итак, продолжительность диффузии цифровых технологий в экономику оказывается стандартной для инновационных технологий и составляет 24 года. Разрешая уравнение (3, б) численным методом относительно  $\bar{g}(t)$  в диапазоне  $T_{bd} \leq t \leq T_{rt}$ , получаем численные значения функции  $\bar{g}(t)$ , траектория роста которой представлена на рисунке 3.

Теперь, когда определены все постоянные параметры и коэффициенты функции  $\dot{g}(t)$  (3), описывающей темпы производства технологической информации, мы можем приступить к расчету прогнозной траектории темпов роста технологического прогресса  $q_{Ad}(t)$ . Полагая  $\xi = 1$ , получаем следующую формулу для прогнозных расчетов  $q_{Ad}(t)$ :

$$q_{Ad}(t) = \sqrt{\frac{\varepsilon_d(t)}{s_g \cdot \left[ 1 + c_4 + \bar{g}(t) + \frac{1}{\rho} e^{-\rho \bar{g}(t)} - s_t \cdot t \right]}}, \quad (6)$$

где  $t = T - T_{bd}$ ,  $T_{bd} = 2018$  г.,  $T_{bd} \leq T \leq T_{rt} = 2042$  г.;  $\varepsilon_d(t) = \varepsilon_0 + \varepsilon_1(T - T_0)$ ,  $T_0 = 1982$  г.,  $\varepsilon_0 = 0,09$ ,  $\varepsilon_1 = 0,002$ . Прогнозные значения функции  $\dot{g}(t)$  уже рассчитаны и представлены в графической форме на рисунке 3. Прогнозные темпы роста технологического прогресса  $q_{Ad}(t)$ , рассчитанные по формуле (6) для повышательной стадии 6-й ДЛВ Кондратьева (2018–2042 гг.) для экономики США, представлены в графической форме на рисунке 4, в дополнение к аналогичному показателю в информационную эпоху (1982–2018 гг.). Далее рассчитываем прогнозную траекторию самого технологического прогресса  $A_d(t)$  по известному  $q_{Ad}(t)$  (6):



**Рис. 4.** Темпы роста технологического прогресса в информационно-цифровую эпоху

$$A_d(t) = A_{bd} \cdot \exp \left[ \int_{T_{bd}}^t q_{Ad}(t) dt \right]. \tag{7}$$

Наконец, переходим к прогнозированию динамики экономического роста на повышательной стадии 6-й ДЛВ Кондратьева (2018–2042 гг.) с использованием АК-модели Лукаса:

$$Y(t) = \gamma AK. \tag{8}$$

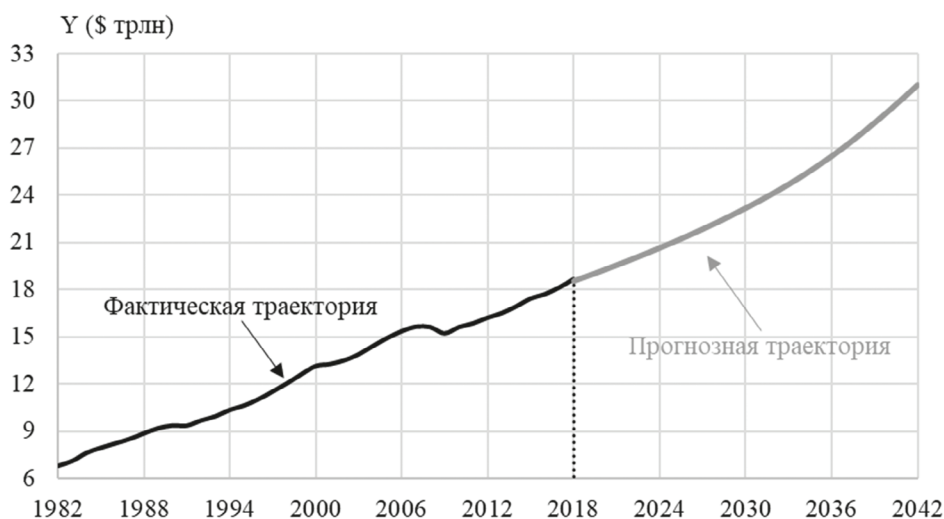
Прогнозная траектория роста технологического прогресса в цифровую эпоху  $A_d(t)$  уже рассчитана выше (7). Для накопления капитала  $K(t)$  выберем простейший экспоненциальный закон:

$$K = K_{bd} \cdot \exp[0,021(T - T_{bd})], \tag{9}$$

где  $K_{bd} = 59,3$  трлн долл. США;  $T_{bd} = 2018$  г.

Траектория движения ВВП США, рассчитанная по (8) на основе прогнозных траекторий основных факторов роста  $A_d$  (7), и  $K$  (9) на повышательной стадии 6-й длинной волны (2018–2042 гг.), представлена на рис. 5. Как видно из данного рисунка, наблюдается инерционный экономический рост, продолжающий тенденцию роста, сложившуюся в годы депрессии (2010–2016 гг.) после Великой рецессии 2009 года, хотя ожидается, что цифровые технологии придадут существенное ускорение. Однако, мы еще не учли возможное повышение производительности труда за счет эффективного использования симбиоза «человек + интеллектуальная машина (ИМ)». Следует отметить, что прогнозные трендовые траектории роста ВВП США на период повышательной стадии 6-го БЦК (2018–2042 гг.), полученные с помощью традиционных и информационных моделей, дают примерно одинаковые результаты, что свидетельствует об их корректности.

Действительно, в работе (Акаев, Садовничий, 2021) показано, что основной движущей силой цифровой экономики станет симбиоз «человек + ИМ», который по-



**Рис. 5.** Траектория движения ВВП США в информационно-цифровую эпоху

всеместно и эффективно будет работать под руководством человека (Frank, Roehrig, Pring, 2017). На основе математической модели также показано, что именно благодаря высокому уровню человеческого капитала и его эффективному взаимодействию с ИМ с самого начала формирования цифровой экономики реализуется потенциал цифровых технологий по повышению производительности труда. Причем, оказалось, что наибольшая производительность труда достигается в симбиозе «человек + ИМ» (информационная модель), где доминирует высококвалифицированный человеческий труд, а наименьшая производительность труда наблюдается там, где превалирует программируемая доля работы, исполняемая ИМ. Также рассчитано, что для развитых экономик, являющихся лидерами в формировании цифровой экономики, уже к середине 2020-х годов могут быть достигнуты темпы роста производительности труда, равные 3 % в год, которые имеют большие шансы сохраниться вплоть до 2040-х годов. А это значит, что ВВП США к началу 2040-х годов превысит 36 трлн долларов, т. е. удвоится по сравнению с соответствующим показателем для стартового 2018 года.

### Выводы

В работе рассмотрены три великих открытия нашего выдающегося русского экономиста XX века Николая Дмитриевича Кондратьева, снискавшие ему мировую славу. Прежде всего, это обнаруженные и описанные им длинные волны в экономическом развитии продолжительностью 40–60 лет, формирующиеся под воздействием мощного кластера инновационных технологий. В экономической теории они известны как К-волны, или большие циклы Кондратьева (БКЦ). Второе сделанное им открытие — выявление неравновесия и нестабильности рыночной экономики как ее имманентных свойств. Объяснения этих свойств были найдены позже в ходе разработок по синергетической экономике. Третье важное открытие — обоснование необходимости активного государственного вмешательства и управления народным хозяйством в кризисных ситуациях с использованием механизма саморегулирования, заложенного в рыночных отношениях. Это открытие, сделанное в 1920-х гг., предвосхитило идеи Дж. М. Кейнса и кейнсианство, возникшее



в годы Великой депрессии 1930-х годов. Показано, как теория длинных экономических волн Кондратьева привела в 1930-е годы к созданию Йозефом А. Шумпетером теории инновационно-циклического экономического развития, которая сегодня оказалась наиболее адекватной и востребованной. В этой связи обоснованы перспективы «шумпетерианского синтеза», в основе которого лежит соединение достижений современной экономической теории с инновационно-циклической теорией, которую мы назвали теорией Шумпетера — Кондратьева.

Рассмотрены основные принципы долгосрочного прогнозирования социально-экономического развития по Кондратьеву, базирующиеся на теории длинных волн. Изложена разработанная автором с соратниками информационная модель технологического прогресса, наиболее релевантная для долгосрочного прогнозирования экономического и технологического развития в условиях информационно-цифровой эпохи XXI века. На основе расчетов, проведенных по этой модели, выявлены наиболее подходящие режимы производства технологической информации для развития информационной (1982–2018 гг.) и цифровой (2018–2050 гг.) экономик. Также (на примере экономического развития США) представлены расчеты прогнозных траекторий технологического прогресса и экономического роста в цифровую эпоху (2018–2042 гг.), на повышательной стадии 6-й длинной К-волны.

#### Список источников

Акаев А. А. О грядущих геополитических переменах (взгляд на геополитику с позиции теории Кондратьева о циклах) // Дипломатический ежегодник 2008. М.: Восток-Запад, 2009. С. 60-80.

Акаев А. А. Математические основы инновационно-циклической теории экономического развития Шумпетера — Кондратьева // Кондратьевские волны. Аспекты и перспективы: альманах. Волгоград: Изд-во «Учитель», 2012. С. 314-341.

Акаев А. А. Стратегическое управление устойчивым развитием на основе теории инновационно-циклического экономического роста Шумпетера — Кондратьева // Моделирование и прогнозирование глобального, регионального и национального развития. М: Кн. Дом «ЛИБРОКОМ», 2011. С. 109-124.

Акаев А. А., Пантин В. И. Финансово-экономические кризисы и геополитические сдвиги: анализ и прогноз // Моделирование и прогнозирование глобального, регионального и национального развития. М: ЛИБРОКОМ, 2012. С. 68-108.

Акаев А. А., Садовничий В. А. Человеческий фактор как определяющий производительность труда в эпоху цифровой экономики // Проблемы прогнозирования. 2021. № 1. С. 45-58.

Акаев А. А., Садовничий В. А., Коротаев А. В. О возможности предсказания нынешнего глобального кризиса и его второй волны (Памяти Е.Т. Гайдара) // Экономическая политика. 2010. № 6. С. 39-46.

Бланишар О. Макроэкономика. М.: Изд. дом ВШЭ, 2015. 671 с.

Глазьев С. Ю. Современная теория длинных волн в развитии экономики // Экономическая наука современной России. 2012. № 2. С. 27-42.

Занг В. Б. Синергетическая экономика. М.: «Мир», 1999. 335 с.

Кейнс Дж. М. Общая теория занятости, процента и денег. М.: Гелиос АРВ, 2012.

Климонтович Ю. А. Введение в физику открытых систем. М.: Янус-К, 2019.

Колесников А. А. Синергетические методы управления сложными системами: Теория системного синтеза. М.: Комкнига, 2006. 240 с.

Кондратьев Н. Д. Мировое хозяйство и его конъюнктуры во время и после войны. Вологда: Областное отделение Госиздата, 1922. 258 с.

Кондратьев Н. Д. Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения. М.: «Экономика», 2002. 765 с.

- Кондратьев Н. Д. Суздальские письма. М.: ЗАО «Издательство «Экономика», 2004. 879 с.
- Макашева Н. А. Когда история вторгается в науку: к 125-летию со дня рождения Н. Д. Кондратьева // Н. Д. Кондратьев: кризисы и прогнозы в свете теории длинных волн. Взгляд из современности / под ред. Л. Е. Гринина, А. В. Коротаева, В. М. Бондаренко. М.: «Учитель», 2017. С. 48-60.
- МВФ. Бюллетень основных прогнозов «Перспективы развития мировой экономики» (ПРМЭ), 22 января 2018 г. URL: <https://www.imf.org/ru/Publications/WEO/Issues/2018/01/11/world-economic-outlook-update-january-2018> (дата обращения: 15.10.2021.)
- Мински Х. Стабилизируя нестабильную экономику. М.; СПб: Изд-во Института Гайдара, 2017. 624 с.
- Н. Д. Кондратьев: кризисы и прогнозы в свете теории длинных волн. Взгляд из современности / Под. ред. Гринина Л. Е., Коротаева А. В., Бондаренко В. М. М.: Учитель, 2017.
- Пантин В. И., Айвазов А. Э. Циклы Кондратьева и эволюционные циклы мировой системы: обоснование и прогностический потенциал // Кондратьевские волны: аспекты и перспективы. 2012. С. 136-155.
- Пантин В. И., Ланкин В. В. Философия исторического прогнозирования: Ритмы истории и перспективы мирового развития в первой половине XXI века. Дубна: «Феникс+», 2006. 448 с.
- Пригожин И. Р. От существующего к возникающему: Время и сложность в физ. науках. М.: Наука, 1985. 328 с.
- Рейнерт Э. С. Спонтанный хаос. Экономика эпохи рецессии. М.: Политическая энциклопедия, 2017. 189 с.
- Сибел Т. Цифровая трансформация. Как выжить и преуспеть в новую эпоху. М.: «Манн, Иванов и Фарбер», 2021. 256 с.
- Хакен Г. Синергетика. Иерархия неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах. М.: «Мир», 1985. 424 с.
- Хакен Г. Информация и самоорганизация. Макроскопический подход к сложным системам. М.: Комкнига, 2005. 248 с.
- Хансен Э. Экономические циклы и национальный доход. М.: Экономика, 2007. 644 с.
- Хокинг С., Млодинов Л. Кратчайшая история времени. СПб: Амфора. ТИД Амфора, 2011. 180 с.
- Aghion P., Howitt P. A Model of Growth through Creative Destruction // *Econometrica*. 1992. Vol. 60. P. 323-351.
- Akaev A. A., Rudskoi A. I. A Mathematical Model for Predictive Computations of the Synergy Effect of NBIC Technologies and the Evaluation of its Influence on the Economic Growth in the First Half of the 21st Century // *Doklady Mathematics*. 2015. Vol. 91, No. 2. P. 182-185.
- Akaev A. A., Sadovnichiy V. A. A Closed Dynamic Model to Describe and Calculate the Kondratiev Long Wave of Economic Development // *Herald of the Russian Academy of Sciences*. 2016. Vol. 86, No. 5. P. 371-383.
- Akaev A. A., Sadovnichiy V. A. Mathematical Models for Calculating the Development Dynamics in the Era of Digital Economy // *Doklady Mathematics*. 2018. Vol. 98, No. 2. P. 526-531.
- Akaev A. A., Sadovnichiy V. A. On the Choice of Mathematical Models for Describing the Dynamics of Digital Economy // *Differential Equations*. 2019. Vol. 55, No. 5. P. 729-738.
- Akaev A. A., Sadovnichiy V. A., Korotaev A. V. Huge rise in gold and oil prices as a precursor of a global financial and economic crisis // *Doklady Mathematics*. 2011. Vol. 83, No. 2. P. 243-246.
- Freeman C. Technical Innovation, Diffusion and Long Cycles of Economic Development // *The Long-Wave Debate*. In Vasko (Eds.). Berlin: Springer, 1987. P. 295-309.
- Grossman G., Helpman E. *Innovation and Growth in the Global Economy*. Cambridge, MA: MIT Press, 1991. 384 p.
- Hirooka M. *Innovation Dynamism and Economic Growth. A Nonlinear Perspective*. Cheltenham, UK-Northampton, MA: Edward Elgar, 2006. 448 p.
- Kondratiev N. D. *The Long Waves in Economic Life* // *Review of Economics and Statistics*. 1935. Vol. 17, No. 7. P. 105-115.
- Mensch G. *Stalemate in Technology*. Cambridge: Cambridge University Press, 1979. 241 p.

Romer P.M. Endogenous Technological Change // Journal of Political Economy. 1990. Vol. 98, No. 5. P. 71-102.

Schumpeter J.A. Business Cycles. A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process. N.Y.: McGraw-Hill Book Company, 1939. 461 p.

Skidelsky R. The Return of the Master. New York: Public Affairs, 2009. 221 p.

Van Duijn J.J. The Long Wave in Economic Life. London, Boston: George Allen and Unwin, 1983. 239 p.

## References

Aghion, P. & Howitt, P. A (1992). Model of Growth through Creative Destruction. *Econometrica*, 60, 323-351.

Akaev, A. A. & Rudskoi, A. I. (2015). A Mathematical Model for Predictive Computations of the Synergy Effect of NBIC Technologies and the Evaluation of its Influence on the Economic Growth in the First Half of the 21st Century. *Doklady Mathematics*, 91(2), 182-185.

Akaev, A. A. & Pantin, V. I. (2012). Finansovo-ekonomicheskie krizisy i geopoliticheskie sdvigi: analiz i prognoz [On the causes and possible consequences of the second wave of the global financial and economic crisis]. *Modelirovanie i prognozirovaniye global'nogo, regional'nogo i natsional'nogo razvitiya [Modeling and forecasting of the global, regional and national development]*. Moscow, Russia: LIBROKOM, 68-108. (In Russ.)

Akaev, A. A. & Sadovnichiy, V. A. (2016). A Closed Dynamic Model to Describe and Calculate the Kondratiev Long Wave of Economic Development. *Herald of the Russian Academy of Sciences*, 86(5), 371-383.

Akaev, A. A. & Sadovnichiy, V. A. (2018). Mathematical Models for Calculating the Development Dynamics in the Era of Digital Economy. *Doklady Mathematics*, 98(2), 526-531.

Akaev, A. A. & Sadovnichiy, V. A. (2019). On the Choice of Mathematical Models for Describing the Dynamics of Digital Economy. *Differential Equations*, 55(5), 729-738.

Akaev, A. A. & Sadovnichiy, V. A. (2021). Chelovecheskiy faktor kak opredelyayushchiy proizvoditel'nost' truda v epokhu tsifrovoy ekonomiki [The human component as a determining factor of labor productivity in the digital economy]. *Studies on Russian economic development*, 32(1), 29-36. (In Russ.)

Akaev, A. A. (2009). O gryadushchikh geopoliticheskikh peremenakh (vzglyad na geopolitiku s pozitsii teorii Kondrat'eva o tsiklakh) [On the coming geopolitical changes (a look at geopolitics from the perspective of Kondratiev's theory of cycles)]. *"Diplomatiicheskiy ezhegodnik 2008" [Diplomatic Yearbook 2008]*. Moscow, Russia: Vostok-Zapad, 60-80. (In Russ.)

Akaev, A. A. (2011). Strategicheskoe upravlenie ustoychivym razvitiem na osnove teorii innovatsionno-tsiklicheskogo ekonomicheskogo rosta Shumpetera-Kondrat'eva [Strategic management of sustainable development based on the theory of innovation-cyclical economic growth Schumpeter-Kondratiev]. *Modelirovanie i prognozirovaniye global'nogo, regional'nogo i natsional'nogo razvitiya [Modeling and forecasting of global, regional and national development]*. Moscow, Russia: LIBROKOM, 109-124. (In Russ.)

Akaev, A. A. (2012). Matematicheskie osnovy innovatsionno-tsiklicheskoy teorii ekonomicheskogo razvitiya Shumpetera-Kondrat'eva [Mathematical foundations of the innovation-cyclic theory of economic development of Schumpeter - Kondratiev]. *Kondrat'evskie volny. Aspekty i perspektivy: al'manakh [Kondratiev waves. Aspects and perspectives: an almanac]*. Volgograd, Russia: Publishing House: Uchitel', 314-341. (In Russ.)

Akaev, A. A., Sadovnichiy, V. A. & Korotaev, A. V. (2011). Huge rise in gold and oil prices as a precursor of a global financial and economic crisis. *Doklady Mathematics*, 83(2), 243-246.

Akaev, A. A., Sadovnichiy, V. A. & Korotaev, A. V. (2010). O vozmozhnosti predskazaniya nyneshnego global'nogo krizisa i ego vtoroy volny [On the Possibilities to forecast the Current Crisis and its Second Wave (In memory of E. Gaidar)]. *Ekonomicheskaya politika [Economic policy]*, 6, 39-46. (In Russ.)

- Blanchard, O. (2015). *Makroekonomika [Macroeconomics]*. Moscow, Russia: University Higher School of Economics, 671. (In Russ.)
- Freeman, C. (1987). Technical Innovation, Diffusion and Long Cycles of Economic Development. *The Long-Wave Debate*. In Vasko (Eds.). Berlin: Springer, 295-309.
- Glazyev, S. Yu. (2012). Sovremennaya teoriya dlennykh voln v razvitiy ekonomiki [The modern theory of long waves in economic development]. *Ekonomicheskaya nauka sovremennoy Rossii [Economics of Contemporary Russia]*, 2, 27-42. (In Russ.)
- Grinin, L. E., Korotaev, A. V. & Bondarenko, V. M. (Eds.). (2017). *N. D. Kondratiev: krizisy i prognozy v svete teorii dlennykh voln. Vzglyad iz sovremennosti [N. D. Kondratiev: crises and forecasts in the light of the theory of long waves. A view from modernity]*. Moscow, Russia: Uchitel'. (In Russ.)
- Grossman, G. & Helpman, E. (1991). *Innovation and Growth in the Global Economy*. Cambridge, MA: MIT Press, 384.
- Haken, H. (1985). *Sinergetika. Ierarkhiya neustoychivostey v samoorganizuyushchikhsya sistemakh i ustroystvakh [Advanced Synergetics: Instability Hierarchies of Self-Organizing Systems and Devices]*. Moscow, Russia: «Mir», 424. (In Russ.)
- Haken, H. (2005). *Informatsiya i samoorganizatsiya. Makroskopicheskiy podkhod k slozhnym sistemam [Information and Self-Organization: A Macroscopic Approach to Complex Systems]*. Moscow, Russia: Komkniga, 248. (In Russ.)
- Hansen, A. (2007). *Ekonomicheskie tsikly i natsional'nyy dokhod [Business cycles and national income]*. Moscow, Russia: Ekonomika, 644. (In Russ.)
- Hawking, S. & Mlodinow, L. (2011). *Kratchayshaya istoriya vremeni [A briefer history of time]*. St Petersburg, Russia: Amfora. TID Amfora, 180. (In Russ.)
- Hirooka, M. (2006). *Innovation Dynamism and Economic Growth. A Nonlinear Perspective*. Cheltenham, UK-Northampton, MA: Edward Elgar, 448.
- IMF. *January, 2018. Byulleten' osnovnykh prognozov "Perspektivy razvitiya mirovoy ekonomiki" (PRME), 22 yanvarya 2018 g [Bulletin of the main forecasts "Prospects for the development of the World economy", January 22, 2018]*. Retrieved from: <https://www.imf.org/ru/Publications/WEO/Issues/2018/01/11/world-economic-outlook-update-january-2018> (Date of access: 15.10.2021). (In Russ.)
- Keynes, J. M. (2012). *Obshchaya teoriya zanyatosti, protsenta i deneg [The general theory of employment, interest and money]*. Moscow, Russia: Gelios ARV. (In Russ.)
- Klimontovich, Yu. A. (2019). *Vvedenie v fiziku otkrytykh sistem [Introduction to the Physics of Open Systems]*. Moscow, Russia: Yanus-K. (In Russ.)
- Kolesnikov, A. A. (2006). *Sinergeticheskie metody upravleniya slozhnymi sistemami: Teoriya sistemnogo sinteza [Synergetic methods of control of complex systems: Theory of system synthesis]*. Moscow, Russia: Komkniga, 240. (In Russ.)
- Kondratiev, N. D. (1922). *Mirovoe khozyaystvo i ego kon'yunktury vo vremena i posle voyny [The world economy and its conjunctures during and after the war]*. Vologda, Russia: State Publishing House, 258. (In Russ.)
- Kondratiev, N. D. (1935). The Long Waves in Economic Life. *Review of Economics and Statistics*, 17(7), 105-115.
- Kondratiev, N. D. (2002). *Bol'shie tsikly kon'yunktury i teoriya predvideniya [Large cycles of conjuncture and theory of foreseeing]*. Moscow, Russia: Ekonomika, 765. (In Russ.)
- Kondratiev, N. D. (2004). *Suzdal'skie pis'ma [Suzdal letters]*. Moscow, Russia: CJSC Publishing House "Economics", 879. (In Russ.)
- Makasheva, N. A. (2017). Kogda istoriya vtorgaetsya v nauku: k 125-letiyu so dnya rozhdeniya N. D. Kondratieva [When history invades science: to the 125th anniversary of the birth of N. D. Kondratiev]. *N. D. Kondratiev: krizisy i prognozy v svete teorii dlennykh voln. Vzglyad iz sovremennosti [N.D. Kondratiev: crises and forecasts in the light of the theory of long waves. A view from modernity]*. In L. E. Grinin, A. V. Korotaev, V. M. Bondarenko (Eds.). Moscow, Russia: Uchitel, 48-60. (In Russ.)
- Mensch, G. (1979). *Stalemate in Technology*. Cambridge: Cambridge University Press, 241.

- Minsky, H. (2017). *Stabiliziruya nestabil'nyuyu ekonomiku [Stabilizing an Unstable Economy]*. Moscow, Russia; St Petersburg: Izd-vo Instituta Gaydara, 624. (In Russ.)
- Pantin, V. I. & Ayvazov, A. E. (2012). Tsikly Kondrat'eva i evolyutsionnye tsikly mirovoy sistemy: obosnovanie i prognosticheskiy potentsial [Kondratiev cycles and evolutionary cycles of the world system: justification and prognostic potential]. *Kondrat'evskie volny: aspekty i perspektivy [Kondratiev waves: aspects and prospects]*, 136-155. (In Russ.)
- Pantin, V. I. & Lapkin, V. V. (2006). *Filosofiya istoricheskogo prognozirovaniya: Ritmy istorii i perspektivy mirovogo razvitiyav pervoy polovine XXI veka [Philosophy historical prediction: Rhythms of the history and prospects of world development in the first half of the XXI century]*. Dubna: Phoenix+, 448. (In Russ.)
- Prigogine, I. R. (1985). *Ot sushchestvuyushchego k voznikayushchemu: Vremya i slozhnost' v fiz. naukakh [From being to becoming: time and complexity in the Physical Sciences]*. Moscow, Russia: Nauka, 328. (In Russ.)
- Reynert, E. S. (2017). *Spontanny khaos. Ekonomika epokhi retsessii [Spontaneous chaos. the economy of the recession]*. Moscow, Russia: Political Encyclopedia, 189. (In Russ.)
- Romer, P. M. (1990). Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, 98(5), 71-102.
- Schumpeter, J. A. (1939). *Business Cycles. A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process*. N.Y.: McGraw-Hill Book Company, 461.
- Siebel, Th. (2021). *Tsifrovaya transformatsiya. Kak vyzhit' i preuspet' v novuyu epokhu [Digital transformation: Survive and Thrive in an Era of Mass Extinction]*. Moscow, Russia: «Mann, Ivanov i Feber, 256. (In Russ.)
- Skidelsky, R. (2009). *The Return of the Master*. New York: Public Affairs, 221.
- Van Duijn, J. J. (1983). *The Long Wave in Economic Life*. London, Boston: George Allen and Unwin, 239.
- Zhang, W.- B. (1999). *Sinergeticheskaya ekonomika [Synergetic Economics]*. Moscow, Russia: Mir, 335. (In Russ.)

Дата поступления рукописи: 11.11.2021.

Прошла рецензирование: 29.11.2021.

Принято решение о публикации: 20.12.2021.

Received: 11 Nov 2021.

Reviewed: 29 Nov 2021.

Accepted: 20 Dec 2021.