

МОДЕЛИ ДЛИННЫХ ВОЛН Н.Д. КОНДРАТЬЕВА ДЛЯ ТРЕХ КРУПНЫХ СТРАН ЕВРОПЫ

П. Ф. Андрукович

DOI: 10.33293/1609-1442-2023-3(102)-47-66

EDN: MSQPXR

Аннотация. Целью данного исследования является анализ сходств и различий в структуре длинных волн Н.Д. Кондратьева в экономиках трех крупнейших европейских стран: Германии, Франции и Великобритании. Предполагается, что основная тенденция в динамике ВВП этих стран – то есть тенденция, связанная именно с изменениями в технологиях, а не с влиянием тех или иных экзогенных факторов – может быть представлена в виде суперпозиции длинных волн Кондратьева, представленных периодической функцией, значения которой в данный момент времени определяет величину добавленной стоимости, произведенной за предыдущий интервал времени. Каждая волна характеризуется четырьмя параметрами: временем возникновения данной волны, длиной ее периода, величиной начальной амплитуды и скоростью снижения амплитуды. Кроме того, вычисляются такие характеристики длинных волн, как продолжительность их латентного периода, время их выхода на лидирующие позиции и длительность их лидерства относительно предыдущей и последующей технологических волн. Рассматривается пять длинных волн Кондратьева, параметры которых оцениваются таким образом, чтобы получить наилучшее описание динамики ВВП данной страны с точки зрения отклонения модели от этой динамики. В качестве оценки ВВП рассматриваются его значения за период с 1790 по 2020 г., измеренные в международных долларах (доллары Гири–Хамиса). Проведенные расчеты показали, что, по одним параметрам имеется

© Андрукович П. Ф., 2023 г.

Андрукович Петр Федорович, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, ЦЭМИ РАН, Москва, Россия; streletspa@yandex.ru; eLibrary SPIN: 2060-7804

сходство в структуре технологических волн в этих странах, в то время как по другим существуют различия в динамике их возникновения и развития. В заключительной части статьи характеристики длинных волн для трех европейских стран сравниваются с характеристиками длинных волн в экономике США за тот же период времени, полученными в предыдущих исследованиях. Показано также, что длительности лидерства длинных волн, полученные в этих расчетах, совпадают с теоретическими оценками периодов длинных волн Н.Д. Кондратьева.

Ключевые слова: ВВП, Кондратьев, международные сопоставления, оценка параметров, технологические волны, эконометрические модели.

Классификация JEL: C51, C63, E32, O11, O51.

Для цитирования: Андрукович П. Ф. (2023). Модели длинных волн Н.Д. Кондратьева для трех крупных стран Европы // Экономическая наука современной России. № 3 (102). С. 47–66. DOI: 10.33293/1609-1442-2023-3(102)-47-66. EDN: MSQPXR

ВВЕДЕНИЕ

Теория технологических волн Кондратьева (Кондратьев, 1925, 1989, 2002) достаточно широко обсуждается в научной литературе, как с точки зрения теоретического обоснования наличия соответствующих процессов в экономическом развитии, так и с точки зрения практического применения этой теории при анализе динамики ВВП в конкретных странах. В теоретическое обоснование технологических волн Кондратьева (далее – ТВК) как глобальной основы экономического и даже цивилизационного развития в целом значительный вклад внесли работы Й. Шумпетера (Шумпетер, 1982); С.М. Меншикова и Л.А. Клименко (Меншиков, Клименко, 1989); С.Ю. Глазьева (Глазьев, 1993, 2012), Ю.В. Яковца (Яковец, 1993), В.И. Маевского (Маевский, 1994) и немного позже – А.В. Коротаева (Коротаев, 2006), С.Ю. Малкова и С.Г. Кирдиной (Малков, Кирдина, 2010), Л.Е. Гринина (Гринин, 2012), А.А. Акаева, (Акаев, 2013), В.Е. Дементьева (Дементьев, 2012, 2016, 2021) и других авторов.

Научная литература, посвященная построению моделей ТВК, и, следовательно, опирающаяся на априорное признание их существования в процессе экономического развития, также достаточно обширна (Дубовский, 1995, 2012; Акаев, Хироока, 2009; Акаев, Турдеев, 2010; Акаев, 2012; Садовничий и др., 2012). В большинстве этих работ ТВК моделируются в виде дифференциальных уравнений различного вида и представляются как следующие друг за другом периодические колебания, так что начало новой волны приходится на окончание предыдущей и т. д. Однако так как эти волны идут вдоль горизонтального тренда, то для описания динамики ВВП в таких моделях приходится включать экзогенный тренд, являющийся просто функцией времени и не зависящий ни от появления новых технологий, ни от расширения сфер их применения и т. д.

В статье (Андрюкович, 2018), было предложено строить модель динамики ВВП в виде суперпозиции нескольких ТВК, представляющих собой определенного вида периодические функции. Такой подход позволяет исключить из модели ВВП экзогенный тренд и создавать модели ВВП, зависящие только от динамики и масштаба самих ТВК. В статье (Андрюкович, 2020а) эта модель – далее модель ДВ-тренда – была применена для описания динамики ВВП США, измеренной в постоянных ценах за период с 1790 по 2018 гг. и получено вполне адекватное описание динамики соответствующих значений ВВП США за этот же период. Данная статья является естественным продолжением статьи (Андрюкович, 2020а) в части расширения числа стран, динамика ВВП которых описывается на основании модели ДВ-тренда. При этом новой и достаточно интересной задачей становится анализ сходств и различий отдельных ТВК и их структуры в целом в разных странах.

Заметим при этом, что мнение о том, что ТВК проявляются в разных странах в разные периоды времени и с разной степенью их активности, высказывалось уже не раз (см., например, (Дементьев, 2016)). Однако конкретные расчеты для оценки начала этих волн,

длительности их активного проявления в экономике и их других характеристик, как для отдельных Т-волн, так и для их совокупности в целом, в настоящее время отсутствуют. Получение таких оценок для широкого круга стран является целью данного направления исследований. Заметим также, что, вообще говоря, основной акцент таких исследований может быть перемещен с построения модели ВВП на идентификацию значений параметров Т-волн при которых динамика ВВП воспроизводилась бы наиболее адекватным образом.

МОДЕЛЬ ДВ-ТРЕНДА

Чтобы не отсылать читателя к предыдущим публикациям, дадим краткое описание этой модели из (Андрюкович, 2020а). Основной модели ДВ-тренда является предположение о том, что Т-волна есть периодическая функция, а ее значение в момент времени τ_i есть прирост ВВП к этому моменту времени за некоторый период $(\tau_i - 1, \tau_i]$. Модель самой технологической волны (далее – Т-волна) зависит от четырех параметров и имеет вид:

$$K_i(\tau_i) = \lambda_i (1 + \exp(\alpha_i \tau_i) \sin(\beta_i \tau_i + \delta_i)), \quad (1)$$

где λ_i – амплитуда синуса, экспоненциально снижающаяся во времени с параметром α_i ($\alpha_i < 0$), $2\pi/\beta_i$ – ее период, δ_i – фаза и τ_i – условное время, отсчитываемое от некоторого реального момента времени $T_{i,нач.}$, своего для каждой Т-волны i . Кроме того, к значению синуса в этой точке (и везде далее) добавляется величина амплитуды λ_i , в результате чего мы и получаем формулу (1).

Включение в модель Т-волны параметров λ_i и α_i , создает принципиально новую ситуацию, благодаря которой появляется возможность строить модели динамики ВВП для разных стран с разными объемами ВВП и темпами их изменений. При этом кумулятивная сумма значений $K_i(\tau_i)$, названная в упомянутой

выше работе К-трендом, определяет вклад данной волны в значения ВВП в момент времени τ_i , а сумма значений К-трендов всех Т-волн, возникших к какому-то календарному моменту времени t , одинаковому для всех Т-волн, названа там же ДВ-трендом. Его значения и являются моделью динамики ВВП данной страны в моменты времени t_1, t_2, t_3 и т. д.

В модели ДВ-тренда предполагается, что Т-волны не следуют одна за другой, а накладываются друг на друга. При этом очередная Т-волна начинает свой рост в период действия предыдущей Т-волны, а ее влияние на экономические процессы не заканчивается в конце ее первого цикла, а работает и в дальнейшем. Такая структура совокупности Т-волн фиксирует многоукладность экономики, то есть одновременное присутствие в экономике разных технологических укладов (Глазьев, 1993; Дементьев, 2021), причем долю каждого из них в момент времени t можно оценить по доле К-тренда в ДВ-тренде: $D_i = Q_i(t)/G(t)$. Вот что говорит о таком подходе Л.Е. Гринин: «Многоукладность в экономике каждой страны (т. е. сосуществование трех-четырех парадигм в одной экономике) не нашла достаточного учета в анализе развития технологических волн» (Гринин, 2012, с. 251).

Подытоживая сказанное, выделим три отличительных особенности модели ДВ-тренда. Это, во-первых, – возможность настройки параметров модели к уровню и динамике роста ВВП разных стран за счет изменения величин начальных амплитуд Т-волн и динамики их снижения. Во-вторых, – представление о том, что новая Т-волна возникает до окончания действия предыдущей Т-волны, то есть модель предполагает наложение Т-волн друг на друга. И, в-третьих, – сохранение влияния Т-волны на динамику ВВП не только при прохождении ею первого периода своего развития, но и в дальнейшем время. В связи с этим представлением о динамике Т-волны от момента ее зарождения и в последующее время рассчитывались еще четыре характеристики, описывающие совместную структуру Т-волн.

Во-первых, – это год выхода Т-волны в лидеры, то есть тот год, когда амплитуда данной Т-волны становится больше амплитуды предыдущей Т-волны. Таким образом, это – тот год, когда добавленная стоимость, полученная за счет новых технологий, начинает превышать добавленную стоимость, полученную за счет технологий предыдущей Т-волны¹. Второй важной характеристикой совместной структуры Т-волн является время от начала зарождения Т-волны до ее выхода в лидеры, которое мы будем называть длительностью ее латентного периода. Третьей характеристикой общей структуры Т-волн является период лидерства данной Т-волны, то есть интервал времени от выхода ее в лидеры и до перехода лидерства к следующей Т-волне. Заметим также, что в связи с тем, что действие Т-волны не заканчивается после окончания периода ее лидерства, а продолжается и далее, то влияние, которое она будет оказывать на динамику ВВП в дальнейшем, будем называть ее технологическим следом. И, наконец, еще одной характеристикой совокупности Т-волн является интервал между началами двух Т-волн, интересный в данном случае с точки зрения сравнения этих интервалов с теоретическими оценками периодов длинных волн Н.Д. Кондратьева.

Заметим в заключение, что с точки зрения традиционного деления Т-волн на четыре различные фазы: подъема, расцвета, рецессии и депрессии², рассматриваемые нами три части Т-волны не имеют с ними прямого соот-

¹ Подчеркнем, что речь здесь идет не об общем накопленном вкладе Т-волны в значения ВВП, которое определяется ее К-трендом, а о превышении прироста новых технологий в добавленной стоимости за данный интервал времени относительно прироста технологий за счет предыдущей Т-волны.

² В некоторых работах (например, (Перес, 2011)) говорится не о подъеме, процветании, рецессии и депрессии, а о внедрении, агрессии, синергии и зрелости. Такая терминология представляется, однако, менее адекватной для ее соотнесения с тремя периодами жизни Т-волны.

ветствия, так как в модели Т-волн их деление на части происходит не по динамике самой Т-волны, а по ее соотношениям с динамикой других Т-волн. При этом латентный период включает фазу подъема Т-волны; период лидерства – часть фазы подъема; ее расцвет и, возможно, часть фазы ее рецессии, а технологический след – часть фазы рецессии и фазу депрессии с повторением далее во времени всех предыдущих фаз, но в менее выраженной форме (без выхода ее в лидеры и с постепенно снижающимся вкладом в ВВП и затухающими колебаниями).

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПАРАМЕТРОВ

Исходные данные

Целью данной работы является, как уже было сказано выше, сравнение характеристик Т-волн для разных стран мирового сообщества. Общепринято считать, что с начала Первой промышленной революции – то есть с конца 1780-х гг. – и до настоящего времени прошло пять длинных волн Н.Д. Кондратьева. Понятно, что для того чтобы получить квалифицированные оценки параметров всех пяти Т-волн, необходимо иметь соизмеримые между собой оценки ВВП за наиболее длительный период времени. Для решения этой задачи в качестве оценки объема ВВП наилучшим образом подходят международные доллары (далее МД), рассчитанные в рамках проекта Мэдисона для большого числа стран за длительные периоды времени в прошлом³.

³ Иначе – доллары Гири–Хамиса. Система такого расчета курса доллара была предложена Р. Гири (Geary, 1958) и получила дальнейшее развитие благодаря активной деятельности С. Хамиса в продвижении этого метода оценки ВВП в период его работы на посту руководителя одного из региональных отделений ФАО. Эта методика оценки ВВП, учитывающая

В данном исследовании в расчеты были включены значения ВВП по трем наиболее крупным европейским странам, – Великобритании, Германии и Франции – по которым имелись оценки их ВВП с 1820 по 2020 гг. При этом возникает техническая проблема, заключающаяся в том, что к началу этого периода – то есть к 1820 г. – уже почти полвека шла Первая промышленная революция, которой в данной модели соответствует первая Т-волна, для оценки параметров которой значения ВВП неизвестны. Эта проблема была решена за счет выбора такого значения ВВП в год τ_i ее начала, которая обеспечивала бы плавный выход значений К-тренда этой Т-волны к значениям ВВП данной страны в 1820 г. В результате, имея данные только с 1820 г., значения ВВП оценивались ретроспективно до 1790 г.

При интерпретации всех полученных в данном исследовании оценок имеет место еще одна, но уже чисто текстологическая проблема. Мы имеем в виду тот факт, что назвать конкретный год началом той или иной длинной волны, конечно, невозможно, даже в том случае, когда он определяется по какому-то конкретному изобретению⁴. Это пример того, с какого числа камней начинается куча. Однако в рамках формальной модели мы получаем какие-то конкретные числа, в нашем случае, например, – начало той или иной Т-волны. Поэтому везде далее будут указаны конкретные годы, подразумевая, конечно, что эти годы являются условными, хотя, возможно, и началом кучи камней⁵. При этом все осталь-

ППС, была реализована для исторических оценок ВВП в проекте А. Мэдисона (<https://www.rug.nl/ggdc/historicaldevelopment/maddison>). На 2020 г. имелись разной глубины данные для 175 стран. URL: www.measuringworth.com.

⁴ Например, ткацкий станок Картрайта (1785 г.), или прядильный станок Д. Харгривза (1770 г.) и т. д.

⁵ Забегая немного вперед, отметим, что при оценке параметров модели ДВ-тренда даже небольшие изменения такого параметра, как, например, на-

ные оценки – например, год выхода волны в лидеры – также условны, однако, являются более определенными.

Оценка параметров

Как было показано в работе (Андрукович, 2020б), единственным методом верификации значений параметров ДВ-тренда является ЭР-метод, основанный на экспертном оценивании параметров уравнения регрессии (Андрукович, 2020в)⁶. Этот метод был применен во всех приведенных далее расчетах, причем оценки параметров проводились последовательно, начиная с параметров первой Т-волны, потом – для второй и т. д., до последней, пятой Т-волны, минимизируя отклонения модели от значений ВВП на каждом из выбранных для этих волн интервалов времени. Такая ступенчатая технология оценки параметров важна и с вычислительной точки зрения. В частности потому, что при огромной разнице в значениях ВВП в начале, середине и конце всего исследуемого периода, отклонения от модели в последние годы дают основной вклад в величину остаточной дисперсии относительно начальных периодов, в связи с чем оценки параметров для этих периодов оказываются некорректными.

В данной статье для оценки близости модели к динамике ВВП рассматривался аналог коэффициента вариации, в котором величина стандартного отклонения от среднего

чала Т-волны, приводило к серьезному ухудшению качества модели.

⁶ В этой статье предлагалось в тех случаях, когда коэффициенты регрессии, полученные по МНК, дают, с точки зрения типа взаимосвязей между регрессорами и моделируемым показателем, некорректные значения, получать эти оценки экспертным методом, а именно – вручную, меняя параметры модели на основе визуального сопоставления степени совпадения графиков самого показателя и его модели, и значений числового индикатора, измеряющего уровень соответствия модели динамике моделируемого показателя.

заменена на корень из остаточной дисперсии для соответствующей модели: $W_i = S_i/M_i$. Здесь S_i – корень из остаточной дисперсии на интервале i , а M_i – среднее значение ВВП на этом же интервале. Далее по значениям W_i рассчитывался средневзвешенный коэффициент вариации W для всей модели ДВ-тренда в целом

$$W = \left(\sum_{i=1}^m W_i N_i \right) / N, \quad (2)$$

где N_i – число лет в каждом из m интервалов; N – длина всего периода.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЛНЫ. ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ

Этот раздел следует начать с небольшого исторического экскурса в прошлое. В частности, ответить на вполне естественный вопрос, почему технологические нововведения в ткачестве и прядении, которые имели место в Англии в конце XVIII в., определяют именно первую промышленную революцию, а не вторую, третью и т. д. технологическую революцию? Ведь различные технологические нововведения имели место и в начальные годы нашего летоисчисления, и в Средние века, да и гораздо ранее (колесо, порох и др.)⁷. В своем трехтомном труде «Материальная цивилизация, экономика и капитализм, XV–XVIII вв.» Ф. Бродель дает этому следующее объяснение: «В самом деле, “настоящий” рост... разве может он быть чем-то иным, чем таким ростом, который необратимым образом связывает несколько направлений прогресса и выталкивает их вверх все вместе, так что одни из них опи-

⁷ Так, Ф. Бродель приводит следующие даты начала, верхней точки и точки кризиса «вековых циклов» промышленного производства: 1250–1350–1507 / 1510; 1507 / 1510–1650–1733 / 1743; 1733 / 1743–1817–1896; 1896 –? (Бродель, 1992, с. 73).

раются на другие?» (Бродель, 1992, с. 555)⁸. Основу такого роста он видит в формировании национального рынка: «Так обозначают достигнутую экономическую связность, сплоченность некоего политического пространства, когда это пространство обладает известным охватом, прежде всего в границах того, что мы называем территориальным государством...» (Бродель, 1992, с. 280).

Иными словами, по мнению Броделя, предыдущие технологические нововведения носили локальный – во времени и пространстве – характер из-за отсутствия соответствующей окружающей среды – в его терминологии «национального рынка», в связи с чем они и не могли изменить экономической системы в целом. И только в конце XVIII в., в Англии при уже имевшемся национальном рынке, готовом принять и распространить эти новые технологии в своей стране, а также передать их в окружающий Англию мир благодаря развитой международной торговле, стало возможно говорить о технологических волнах в том смысле, в котором их понимал Н.Д. Кондратьев, и в котором они понимаются и в настоящее время. То есть, с данной точки зрения, технологические нововведения конца XVIII в. можно считать первой Т-волной – тем зародышем, благодаря которому и возник тот цикл технологических волн, который мы наблюдаем и в настоящее время и на все более и более расширяющемся экономическом пространстве⁹.

⁸ То, что сейчас часто называют триггерным эффектом Дж. Менша (Mensch, 1979).

⁹ Сам термин «первая промышленная революция», по словам Ф. Броделя, пустил в обращение Э.М. Карюс-Уилсон (Carus-Wilson, 1952), «...чтобы определить широкое распространение в Англии (примерно 150 в XII–XIII вв.) сукновальных мельниц, лесопильных мельниц, бумажных, для помола зерна и т. п.» (Бродель, 1992, с. 561). Тем не менее, согласно принятому в настоящее время консенсусу, мы далее будем рассматривать именно Первую промышленную революцию, сформировавшуюся в Англии в 1760–1770-е годы, а если точнее – Первую и последующие промышленные революции XVIII–XXI вв.

Перед тем как перейти к изложению результатов моделирования динамики ВВП на основе построения ДВ-тренда, следует особо подчеркнуть, что эти модели описывают, по самой сущности Т-волн, технологическую составляющую динамики ВВП¹⁰. Это означает, что они не могут (да и не должны) реагировать на те изменения ВВП, которые возникают в результате политических, институциональных или финансовых кризисов, нарушающих естественный процесс внедрения в производство и сферу услуг новых технологий. Эти вполне реальные источники искажений динамики ВВП определяют лишь отклонения ВВП от той его динамики, которая могла бы иметь место без влияния на нее экзогенных факторов. Иначе говоря, модель ДВ-тренда является некоторой идеальной моделью развития экономики той или иной страны, то есть такой моделью, в рамках которой динамика ВВП зависит только от внедрения технологий в различных сферах деятельности и от их дальнейшего развития¹¹.

Такая постановка задачи позволяет не только оценить структуру Т-волн в разных странах, но и получить информацию о характере прохождения различных Т-волн в их экономике, а также об относительной важности разных Т-волн в экономическом развитии тех или иных стран в зависимости от динамики их ВВП в различные периоды времени. Действительно, как будет показано далее, при построении конкретных моделей Т-волн возникает большое разнообразие не только в их объемных характеристиках, что вполне ожи-

¹⁰ Под термином «технологическая волна» в данной статье понимается не только внедрение собственно промышленных технологий, но и соответствующие финансовые (Перес, 2011), инвестиционные (Дементьев, 2012) и даже институциональные факторы, в совокупности отражающие процессы экономического развития.

¹¹ С этой точки зрения, предсказание кризисов по динамике Т-волн может основываться, скорее всего, только на отклонении динамики ВВП от динамики ДВ-тренда.

даемо в связи с разными объемами ВВП различных стран, но и в их структуре.

ПАРАМЕТРЫ Т-ВОЛН ДЛЯ ВЕЛИКОБРИТАНИИ, ГЕРМАНИИ И ФРАНЦИИ

Великобритания

Изложение полученных результатов начнем с анализа значений параметров моделей ДВ-тренда для ВВП Великобритании. Результаты расчетов приведены в табл. 1, в левой части которой даны значения параметров отдельных Т-волн, а в правых трех столбцах – их общие структурные характеристики.

Как видно из данных этой таблицы, начало Первой промышленной революции в Великобритании приходится на 1765 г., что полностью согласуется с общепризнанным мнением именно в Великобритании: благодаря паровой машине Д. Уатта (1765–1778 г.), прядильному станку Д. Харгривза (1770 г.) и ткацкому станку Э. Карпайта (1785 г.) и начался весь цикл промышленных революций XVIII–XXI вв. Латентный период пер-

вой Т-волны (ввиду отсутствия предыдущей Т-волны) будем считать нулевым. Период же ее лидерства, рассчитанный от момента ее зарождения и до выхода в лидеры второй Т-волны, составил 48 лет¹². Начало второй Т-волны пришлось на начало XIX в. и происходило очень быстро; к 1813 г. она вышла в лидеры. Лидерство этой Т-волны, начальный период которой пришелся на Наполеоновские войны (1801–1814 гг.), оказалось достаточно долгим – до 1877 г. Именно в это время по общепринятому теоретическому сценарию – конец 1870 – начало 1880-х годов – на первое место в экономике Великобритании выходит Вторая промышленная революция, представленная в модели ДВ-тренда третьей Т-волной. Ее латентный период был немного длиннее, чем аналогичные периоды остальных Т-волн, – 22 года, а время лидерства составило 58 лет¹³. Этот период охватил окончание Викторианской эпохи, I Мировую войну, во время

¹² Напомним, что речь здесь – и далее – идет о лидерстве Т-волны, а не К-тренда, о динамике которого будет рассказано далее.

¹³ Заметим также, что именно в годы лидерства третьей Т-волны Великобританию обогнали по уровню промышленного производства не только США, но и Германия.

Таблица 1
Характеристики пяти Т-волн и их совокупности для Великобритании

№ Т-волн	Параметры отдельных Т-волн						Характеристики совокупности Т-волн (годы)		
	Временные параметры SIN		Параметры амплитуды		Параметры Т-волны		Время между началами Т-волн	Время лидерства Т-волны	Латентный период Т-волны
	Год начала волны	Длина периода (годы)	Начальное значение амплитуды (млрд МД)	Период полуза-тухания (годы)	Год первого макси-мума	Год выхода волны в лидеры			
T-1	1765	130	0,21	110	1827	–		48	
T-2	1800	120	1,15	110	1859	1813	32	64	13
T-3	1855	110	2,32	70	1908	1877	55	58	22
T-4	1925	90	8,15	70	1969	1935	70	45	10
T-5	1965	80	18,32	70	2004	1980	40	–	15

Источник: <https://www.rug.nl/ggdc/historicaldevelopment/maddison>, расчеты автора.

Примечание: время лидерства первой Т-волны рассчитано от года ее начала; значение $W = 0,059$.

которой ВВП Англии упал более чем на 25%, и послевоенное восстановление экономики. Эти процессы задержали зарождение четвертой Т-волны на 70 лет, до 1925 г., однако уже в 1935 г. она вышла в лидеры экономики Великобритании (табл. 1).

Следует отметить, что четвертая Т-волна также проходила в сложный период в жизни Европы, включавший как эйфорию после окончания I Мировой войны, так и последствия Великой депрессии в США, а, главное – II Мировой войны. Однако, как показывает динамика ВВП Великобритании в эти годы, рост ее экономики, начавшийся после окончания I Мировой войны, составил (с 1921 по 1939 гг.) 2,65% среднегодовых и только лишь ускорился в первые четыре года II Мировой войны до 5,9% среднегодовых (в период с 1939 г. до 1943 г.). Этот факт представляется, на первый взгляд, удивительным, особенно противоположные движения динамики ВВП этой страны в I и II Мировую войну. Однако в определенной степени его можно объяснить тем, что новые вооружения, практически отсутствовавшие в I Мировую войну – самолеты, танки и т. д. – привели к значительному росту военного производства, что и ускорило рост ВВП Великобритании в начале II Мировой войны. Что же касается пятой Т-волны, то, зародившись в 1965 г. она также после очень короткого латентного периода (15 лет) вышла в лидеры уже к 1980 г., с которого, очевидно, и следует отсчитывать начало Третьей промышленной революции в Великобритании.

В целом же отметим постепенное уменьшение начальной длины Т-волн (со 130 лет для первой Т-волны до 80 лет для пятой Т-волны) и значительное сокращение времени двукратного уменьшения амплитуды Т-волн от первых двух (110 лет) к последующим Т-волнам (70 лет). Еще быстрее сокращались и длины Т-волн: со 130 лет для первой Т-волны до 70 лет для пятой Т-волны. Таким образом, процессы внедрения новых технологий в Великобритании проходили со временем значительно быстрее.

Германия

Рассмотрим теперь результаты расчетов для Германии. Характеристики ее Т-волн и их совокупности представлены в табл. 2. Как видно из этих данных, первая Т-волна возникла в экономике Германии достаточно поздно, только в 1780 г., и правила в ней более 60 лет, до начала 1840-х годов. Это во многом было обусловлено тем фактом, что государства Германии как такового в то время еще было, а имелось только большое число независимых государств и вольных городов, со своими законами и условиями торговли. Иными словами, никакого национального рынка на этой территории тогда еще не существовало, и только после объединения в 1815 г. 38 германских государств в Германский Союз появилась возможность возникновения такого рынка.

Это объединение способствовало возникновению в 1820 г. второй Т-волны, которая уже к началу 1840-х годов вошла в пору своего расцвета и стала лидировать в экономике Германии. Этому помогло учреждение в 1848 г. единого парламента Германского Союза¹⁴ и появление в 1870 г., после присоединения Пруссии, той Германии, которая – в том или ином виде – стала существенным элементом политической структуры Европы в течение конца XIX в., в XX в. и в настоящее время. За период действия второй Т-волны германская экономика до конца прошла путь Первой промышленной революции и к концу XIX в. ее экономика стала второй по величине

¹⁴ Германский Союз 1815–1866 гг. (Deutscher Bund), объединение 39 германских государств (35 княжеств и 4 вольных городов), созданное решением Венского конгресса 1814–1815. Членами Союза были также король Великобритании и Ирландии (как государь Ганновера), датский король (как герцог Гольштейна и Лауэнбурга) и король Нидерландов (как великий герцог Люксембурга). В Германский Союз вошли только те части Австрийской Империи и Пруссии, которые до 1806 г. были включены в состав Священной Римской Империи (https://old.bigenc.ru/world_history/text/2355468) (Прим. ред.).

Таблица 2

Характеристики пяти Т-волн и их совокупности для Германии

№ Т-волны	Характеристики отдельных Т-волн						Характеристики совокупности Т-волн (годы)		
	Временные параметры SIN		Параметры амплитуды		Параметры Т-волны		Время между началами Т-волн	Время лидерства волны	Латентный период Т-волны
	Год начала волны	Длина периода (годы)	Начальное значение амплитуды (млрд МД)	Период полузатухания (годы)	Год первого максимума	Год выхода волны в лидеры			
T-1	1780	130	0,53	120	1843	–		61	–
T-2	1820	120	1,47	100	1877	1841	40	43	21
T-3	1870	100	5,08	80	1918	1885	50	59	15
T-4	1935	70	16,51	50	1968	1944	65	33	9
T-5	1965	50	25,50	40	1989	1977	30		12

Источник: <https://www.rug.nl/ggdc/historicaldevelopment/maddison>, расчеты автора.

Примечание: Время лидерства первой Т-волны рассчитано от года ее начала; значение $W = 0,131$.

экономикой мира после США, обогнав сначала Францию, а потом и Великобританию.

Период действия третьей Т-волны, ознаменовавшая собой Вторую промышленную революцию в этой стране, начинается в 1870 г. и охватывает начало активного процесса индустриализации Германской экономики, I Мировую войну, тяжелые послевоенные годы, создание и крах Третьей Веймарской Республики. После короткого латентного периода (в 15 лет) она к 1885 г. вышла в лидеры экономики Германии. Лидерство этой Т-волны, в связи с тем беспокойным временем, в котором она формировалась и росла, продолжалось намного дольше, чем лидерство второй, и, тем более, четвертой волны, и составило 59 лет. Эта задержка, означавшая наличие проблем в формировании базы для развития технологий Третьей промышленной революции, привела к тому, что четвертая Т-волна начала формироваться только в 1935 г., через 65 лет после начала третьей.

Ее латентный период был таким же коротким, как и в Великобритании, – всего девять лет, причем уже через четыре года после ее зарождения, когда сама эта новая волна еще не окрепла, началась II Мировая война. Долгий период ее лидерства – до конца 1970-х гг. – можно объяснить и послевоенным

восстановлением экономики Германии, которое опиралось в основном на добывающие отрасли и продукцию тяжелого машиностроения. И только после достаточно долгого преодоления этих внеэкономических проблем началось быстрое распространение технологий Третьей промышленной революции. Так, пятая Т-волна начала зарождаться в середине 1960-х гг., и уже через 12 лет, к середине 1970-х гг., вышла в лидеры экономики Германии, на 10 лет обогнав начало этой промышленной революции в Великобритании.

В заключение отметим, что все процессы технологического развития проходили в Германии быстрее, чем в Великобритании. Так, длина периода Т-волн от первой к пятой сократилась в Германии со 130 до 50 лет, а период трехкратного уменьшения их амплитуды – с 120 до 40 лет.

Франция

Результаты расчетов для Франции представлены в табл. 3. Из этих данных видно, что Первая промышленная революция начала формироваться во Франции в 1770 г., т.е. достаточно рано, и ее лидерство продолжалось до середины 1820-х гг.. Начало второй Т-волны пришлось на

1805 г. и после достаточно короткого латентного периода (19 лет), включившего Наполеоновские войны и последовавшие за ними политические процессы, включая революции, смены форм правления и т. д., вышла в лидеры к середине 1820-х гг. Ее лидерство длилось более полувека, до 1880 г., когда она уступила первенство третьей Т-волне, и технологии Второй промышленной революции стали определяющими в экономике Франции. Эта третья Т-волна, начало которой пришлось на середину 1860-х годов, лидировала до начала II Мировой войны и включила Прекрасную эпоху конца XIX – начала XX¹⁵. И Первую мировую войну, в результате Франция потеряла почти полтора миллиона убитыми, а ВВП Франции снизился на 21%, и послевоенное восстановление экономики, которое было достаточно успешным в связи с возвращением Франции Эльзаса и Лотарингии, а также Рурской области, несмотря на то, что Великая депрессия в США в период 1929–1935 гг. отразилась, хотя в гораздо меньшей степени, и на экономике Франции.

¹⁵ Конец XIX и начало XX в. французы называют Belle Époque, благодаря миру, процветанию и новым формам искусства, включая импрессионизм, а также новым формам развлечения – кабаре, канкану, и кинематографу.

Следующая, четвертая Т-волна, начала зарождаться только в 1935 г., за четыре года до начала II Мировой войны, в течение которой ВВП Франции с 1939 по 1945 г. упал более чем на 30% (16,3% среднегодовых). При этом четвертая Т-волна установила определенный рекорд по скорости выхода на лидирующие позиции в экономике этой страны, проделав этот путь всего за пять лет и компенсировав тем самым низкие темпы внедрения новых технологий в предыдущие годы. Во многом такому быстрому росту четвертой Т-волны помогло и послевоенное восстановление экономики Франции, в частности, план Маршалла. Третья промышленная революция (пятая Т-волна) начала зарождаться в экономике Франции в начале 1970-х годов, и уже в 1984 г., после короткого 14-летнего латентного периода, она стала лидером в экономике Франции.

Рассматривая в целом структуру Т-волн во французской экономике, следует снова отметить гораздо более интенсивное, относительно предыдущего времени, продвижение новых технологий в этой стране XX в. В частности, длины периодов Т-волн снизились со 100–120 лет в XIX в. до 70 лет в XX в.; кроме того,кратно выросли их амплитуды. В частности, амплитуда четвертой Т-волны выросла относительно амплитуды третьей Т-волны почти в 10

Таблица 3
Характеристики пяти Т-волн и их совокупности для Франции

№ Т-волны	Характеристики отдельных Т-волн						Характеристики совокупности Т-волн (годы)		
	Временные параметры SIN		Параметры амплитуды		Параметры Т-волны		Время между началами Т-волн	Время лидерства волны	Латентный период Т-волны
	Год начала волны	Длина периода (годы)	Начальное значение амплитуды (млрд МД)	Период полузатухания (годы)	Год первого максимума	Год выхода волны в лидеры			
T-1	1770	120	0,27	120	1828	–		54	–
T-2	1805	100	0,69	100	1853	1824	35	56	19
T-3	1865	100	1,53	100	1913	1880	60	59	15
T-4	1935	70	14,71	80	1969	1939	70	44	5
T-5	1970	70	22,75	60	2004	1984	35	–	14

Источники: <https://www.rug.nl/ggdc/historicaldevelopment/maddison>, расчеты автора.

Примечание: Время лидерства первой Т-волны рассчитано от года ее начала.

раз. Иными словами, после длинной череды войн, революций, смены форм правления и т. д. в XIX в.; во второй половине XX в. экономика Франции вышла на оперативный простор.

Сопоставление динамики Т-волн

Рассмотрение числовых характеристик Т-волн не дает достаточно цельного представления об их динамике как в одной стране, так и, тем более, в их совокупности. В связи с этим в заключение этого раздела статьи приведем графики моделей пяти Т-волн, совмещенные с динамикой ВВП и моделью ДВ-тренда для всех трех стран (рис. 1)¹⁶. Эти графики позволяют дать качественное описание динамики Т-волн в наглядной форме, и, в частности, показать уровни и значимость технологических следов Т-волн в экономиках этих стран.

Так, в Германии к началу 1950-х гг. технологический след первой и второй Т-волны давал очень небольшой вклад в значения ВВП относительно влияния третьей Т-волны, в то время как в Великобритании технологический след второй Т-волны был почти сопоставим с вкладом третьей Т-волны, а во Франции эти две волны в тот же период времени имели почти равную значимость. В то же время уже во второй половине XX в. значимость трех первых Т-волн во Франции, условно говоря, стремилась к нулю, в то время как в Германии, например вклад технологического следа третьей Т-волны, начиная с середины 1960-х гг. и далее, был, в отличие от Великобритании и Франции, достаточно заметен, приобретая как бы второе дыхание. Отметим также, что к концу XX – началу XXI в. технологии Третьей промышленной революции доминировали в экономике Англии, в то время как в Германии вклад четвертой

и пятой Т-волн был практически одинаковым¹⁷, а во Франции вклад четвертой Т-волны занимал вполне уверенное второе место.

В предыдущем разделе были приведены цифры падения и роста ВВП Германии, Великобритании и Франции в результате войн и других значительных событий. Эти отклонения хорошо видны на рис. 1а, 1в и 1д. В связи с этим еще раз подчеркнем, что модель ДВ-тренда по самой своей сути не может (да и не должна) моделировать влияние на динамику ВВП таких экзогенных событий, как войны, кризисы и т. д., а представлять ту динамику ВВП, которая определялась бы только теми технологическими новшествами, которые порождали Первая, Вторая и Третья промышленные революции.

Третье наблюдение, которое можно сделать из динамики Т-волн на рис. 1, – различная интенсивность последних двух Т-волн в этих странах. Из определения Т-волн понятно, что их интенсивность и уровень значений определяется величиной их начальных амплитуд. Так, например, во Франции амплитуда четвертой Т-волны выросла относительно амплитуды третьей почти в 10 раз. Для сравнения можно отметить, что аналогичное отношение в значениях амплитуд этих двух волн для Германии и для Великобритании составляет 3,3 раза и 4,0 раза, соответственно. Общие характеристики динамики амплитуд от первой Т-волны ко второй и т. д. для трех стран Европы и (для сравнения) для США¹⁸, приведены на рис. 2 вместе с экспоненциальными моделями их динамики.

¹⁷ Такая динамика четвертой и пятой Т-волны к концу XX – началу XXI в. объясняется присоединением в конце 1980-х годов Восточной Германии с ее отсталым по сравнению с ФРГ экономическим уровнем. Это не позволило в объединенной Германии должным образом развиваться Пятой технологической революции. Как видно из рис. 1, 2, именно в конце 1980-х – начале 1990 гг. пятая Т-волна пошла на спад, и ее место стала занимать четвертая Т-волна.

¹⁸ Амплитуды Т-волн для США взяты из статьи (Андрюкович, 2020а).

¹⁶ На этом рисунке в связи с большими различиями значений ВВП в начальные годы и в последнее время период до 1950 г. выделен в отдельную диаграмму. Критерием выбора этого года стало окончание послевоенного этапа перестройки экономики после II Мировой войны и выхода ее на мирное развитие.

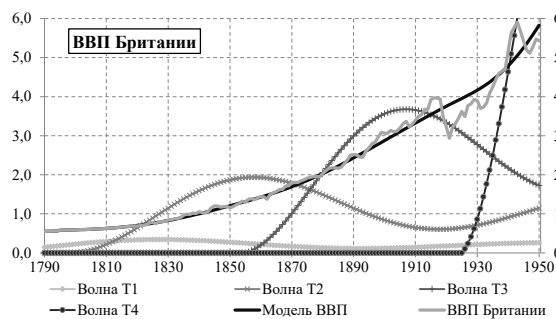
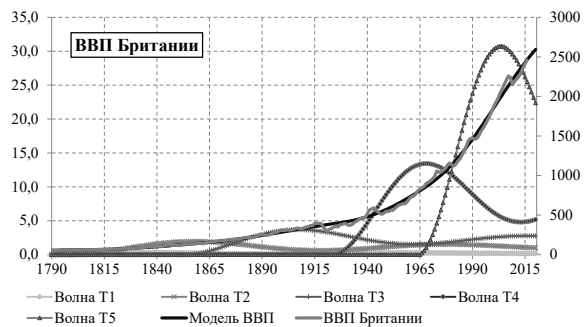
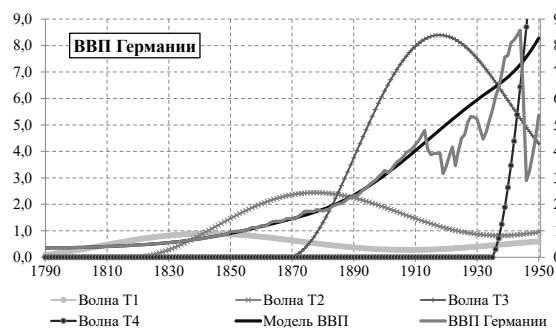
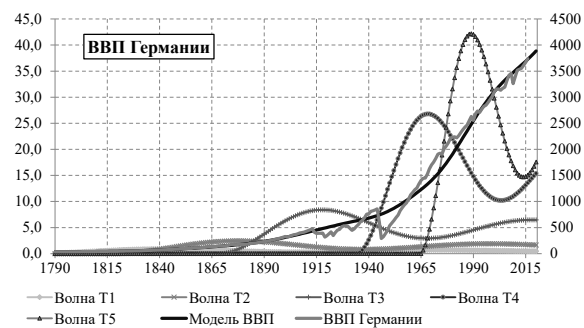
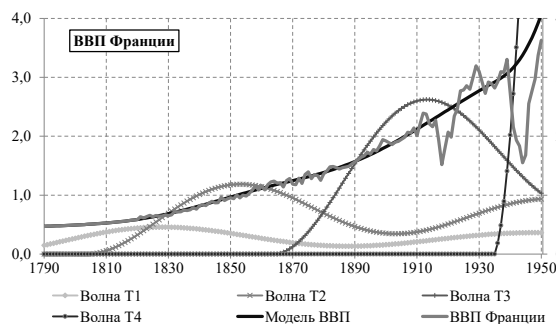
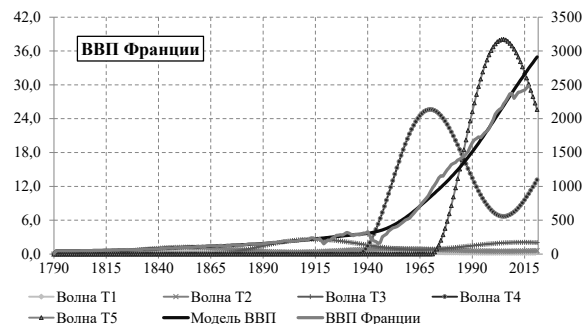
а) Великобритания ($W = 0,059$), 1790–1950б) Великобритания ($W = 0,059$), 1790–2020в) Германия ($W = 0,131$), 1790–1950г) Германия ($W = 0,131$), 1790–2020д) Франция ($W = 0,105$), 1790–1950е) Франция ($W = 0,105$), 1790–2020

Рис. 1. Динамика ВВП, ДВ-тренда и пяти Т-волн для Великобритании, Германии и Франции за 1790–1950 годы и за весь период (млрд МД)

Источники: <https://www.rug.nl/ggdc/historicaldevelopment/maddison>, расчеты автора.

Примечания: Значения ДВ-тренда и ВВП отложены на правой шкале, а значения Т-волны – слева (везде – доллары Гири-Хамиса). Для стандартизации вида диаграмм все графики приводятся с 1790 г., вне зависимости от оценки года начала первой Т-волны в этих странах.

Как видно из этих графиков, амплитуды Т-волн для этих стран растут по экспоненте, причем наибольшее соответствие между реаль-

ными значениями амплитуд и моделью их динамики имеет место для Германии (0,029) и Великобритании (0,035), в то время как для США

оно равно 0,094¹⁹. Иными словами, интенсивность внедрения и развития новых технологий при переходе от Первой промышленной революции в экономиках Германии и Великобритании к третьей Т-волне шло гораздо более плавным и закономерным образом, чем в США. В частности, интенсивность в США третьей Т-волны, идентифицируемой нами, как начало Второй промышленной революции, оказалось меньше, чем этого требует экспоненциальная модель. И вызвано это было, как отмечалось выше, затянувшимся процессом формирова-

ния США как единого государства с хорошо организованным национальным рынком только к концу XIX в., после окончания Гражданской войны в США (1861–1865 гг.).

Что же касается графика для Франции, то, как уже отмечалось выше, Вторая промышленная революция развивалась в этой стране очень медленными темпами, в связи с чем экспоненциальная модель здесь не работает. Лучше всего этот график можно описать двумя прямыми с разным углом наклона к оси времени. Очевидно, после I Мировой войны, когда Франция вернула Эльзас и Лотарингию, в ее промышленности произошел качественный перелом, позволивший четвертой Т-волне, как отмечалось выше, стать лидирующей во французской экономике уже через пять лет после ее зарождения.

¹⁹ Эти величины равны стандартному отклонению модели от значений амплитуды, деленному для нивелирования разницы между странами по величине ВВП на среднюю величину амплитуды по пяти ее значениям.

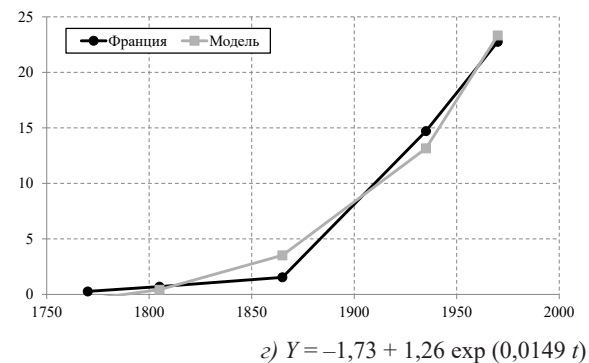
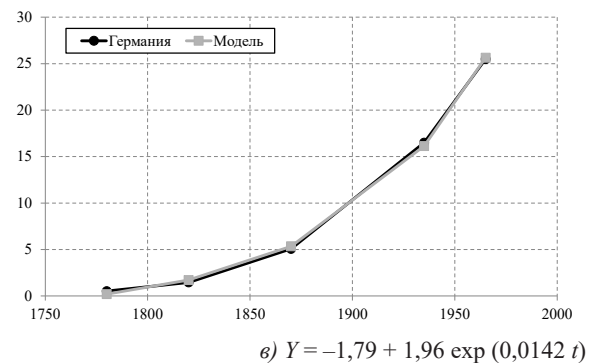
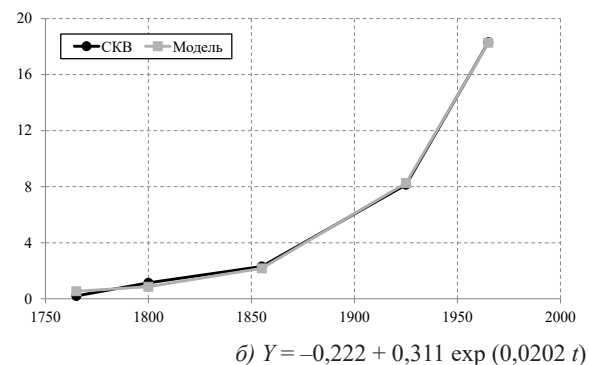
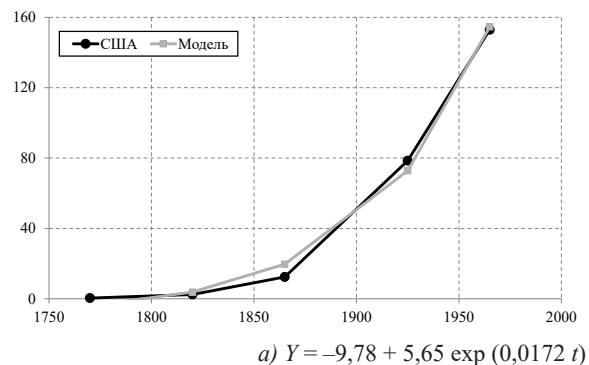


Рис. 2. Изменения начальных амплитуд Т-волн для США, Великобритании, Германии и Франции и их модели, млрд МД

Источник: расчеты автора.

СОПОСТАВЛЕНИЕ МОДЕЛЕЙ К-ТРЕНДОВ В ЭКОНОМИКАХ США И СТРАН ЕВРОПЫ

Динамика К-трендов. Заметим, теперь, что ранее мы не рассматривали динамику К-трендов, которые представляют собой, напомним, кумулятивные значения Т-волн. То есть именно значения К-тренда – а, точнее, доли К-трендов в ВВП, определяют общую значимость Т-волны, то ее влияние и тот ее потенциал, который данная Т-волна накапливает за тот или иной период своего действия. Это означает, что именно лидерством очередного К-тренда в общем генезисе экономического развития страны и определяется динамика ее ВВП.

В табл. 4 приведены значения длительности латентного периода и длительности лидерства К-трендов для экономик США, Великобритании, Германии и Франции. Первое, что здесь надо отметить, и что вполне ожидаемо – это намного более длинные периоды латентного развития К-трендов, чем соответствующие временные интервалы Т-волн, приведенные в табл. 1–3. Наиболее ярко это выражено для четвертой Т-волны, для которой латентные периоды ее К-трендов в Великобритании, Гер-

мании и Франции почти в 3–4 раза длиннее латентных периодов Т-волн. Таким образом, четвертой Т-волне понадобилось очень долгое время, чтобы преодолеть груз технологий предыдущих трех Т-волн в экономике этих стран.

Динамика К-трендов представлена на рис. 3. Из этих графиков видно, что в экономике США доли К-трендов всех пяти Т-волн плавно растут и снижаются примерно с одинаковой скоростью, в то время как в Великобритании К-тренд, соответствующий второй Т-волне, доминировал очень долго – до начала I Мировой войны. При этом к началу II Мировой войны ее технологический след составлял более трети ее экономического потенциала, и даже к концу всего периода давал более 10% вклада в ВВП страны (рис. 3, б).

Аналогичная ситуация имела место и во Франции, в которой вторая Т-волна также очень долго – до начала I Мировой войны – занимала важное место в ее экономике, и, как и в Великобритании, составляла перед началом II Мировой войны более трети всего ее экономического потенциала (37%). Следующей в этом рейтинге на начало II Мировой войны была Германия (27%), а в США доля аналогичного К-тренда на это же время была менее 20%.

Рассмотрим теперь средние значения времени начала Т-волн и их К-трендов и дли-

Таблица 4
Длительности латентного периода и лидерства пяти Т-волн и их К-трендов в ВВП США
и трех стран Европы (для Т-волны/К-тренда)

№ Т-волн	США	Великобритания	Германия	Франция
Длительность латентного периода Т-волн и их К-трендов				
Вторая Т-волна	13/33	13/29	21/46	19/39
Третья Т-волна	14/34	22/59	15/38	15/50
Четвертая Т-волна	10/29	10/38	9/34	5/20
Пятая Т-волна	18/48	15/40	12/47	14/45
Длительность лидерства Т-волн и их К-трендов				
Первая Т-волна	63/83	48/64	61/86	54/74
Вторая Т-волна	46/46	64/85	43/42	56/71
Третья Т-волна	56/55	55/49	59/61	59/40
Четвертая Т-волна	48/59	45/42	33/43	44/60

Источники: расчеты автора.

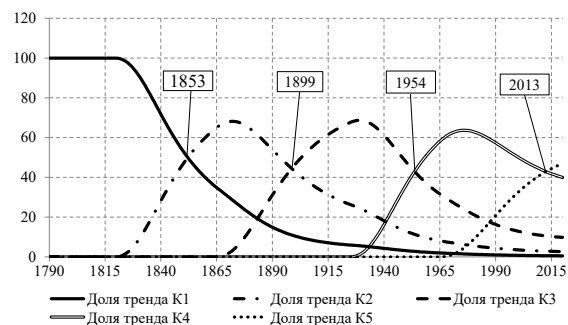
Примечание. Данные по США взяты из работы (Андрюкович, 2020а).

тельности лидирования соответствующих К-трендов для пяти Т-волн, полученные для экономик Великобритании, Германии, Франции и США (табл. 5), и сопоставим их со средними теоретическими оценками начала и длин периодов пяти Т-волн, рассчитанных по табл. 1 из (Андрукович, 2020а), в которой были приведены теоретические оценки начала Т-волн и длины их периодов, взятые из работ А.А. Акаева, С.Ю. Глазьева, Н.Д. Кондратьева и А.В. Коротаева. Эти средние значения приведены в двух правых столбцах табл. 5.

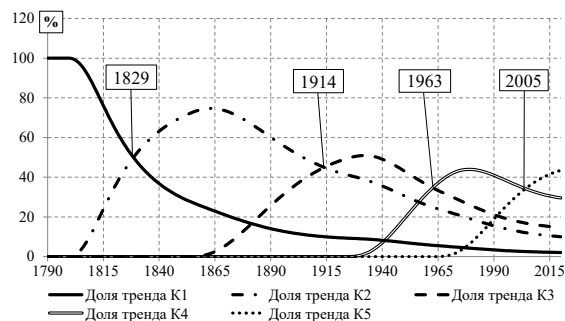
Сравнивая эти данные, напомним читателю, что в теоретических моделях длинных волн Кондратьева период Т-волны есть время между ее началом и окончанием, причем

предполагается, что очередная Т-волна начинается в год окончания предыдущей. В то же время, так как в модели ДВ-тренда последующая волна зарождается во время действия предыдущей Т-волны и сначала проявляется недостаточно активно, проходя свой латентный период, то теоретическую оценку начала Т-волн и длины их периодов естественно сопоставить со временем лидерства К-трендов в модели ДВ-тренда.

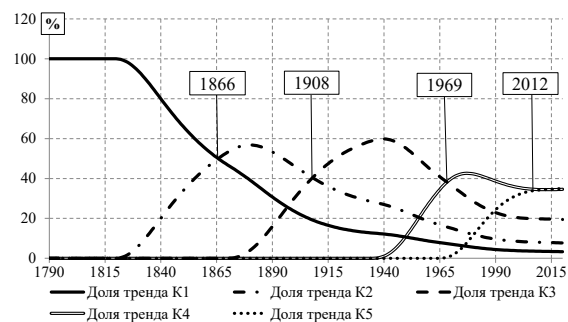
Это сопоставление показывает, что хотя различия в длительности лидерства двух первых К-трендов значительны: 56 и 36,7 года для К-тренда первой Т-волны и 47 и 61 год – для К-тренда второй Т-волны (см. табл. 5), то соответствующие средние характеристики длительности лидерства К-трендов



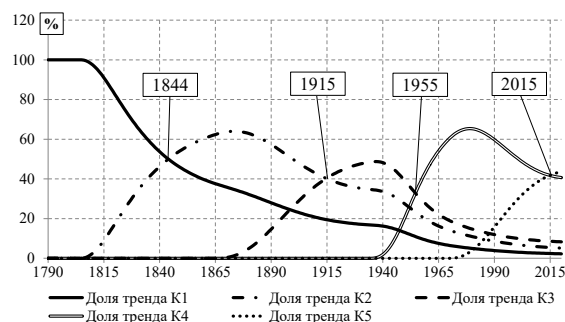
а) США



б) Великобритания



в) Германия



г) Франция

Рис. 3. Доли вкладов К-трендов в значения ДВ-тренда (%);

DL – длительность латентного периода К-тренда, LL – длительность лидерства К-тренда

Источники: расчеты автора.

Примечание: рис. 3, а взят из статьи (Андрукович, 2020а).

Таблица 5
Средние значения характеристик Т-волн, рассчитанные по трем странам Европы и США

Название характеристики	Средние значения характеристик К-трендов для США, Великобритании, Германии и Франции			Средние теоретические оценки	
	Год начала Т-волны и К-тренда	Год выхода К-тренда в лидеры	Время лидерства данного К-тренда (годы)	Год начала волны	Длина периода (годы)
Первая Т-волна	1771,3	1811,3	36,7	1786	56
Вторая Т-волна	1811,3	1848,0	61,0	1841	47
Третья Т-волна	1863,8	1909,0	51,3	1888	53
Четвертая Т-волна	1930,0	1960,3	51,0	1941	40
Пятая Т-волна	1966,3	2011,3	–	1981	–
Общее среднее	–	–	50,0	–	49,0

Источники: расчеты автора.

для третьей и четвертой Т-волн близки друг другу: 53 и 51,3 года – для третьей Т-волны и 40 и 51 год – для четвертой Т-волны. При этом общее среднее длительности лидерства К-трендов по четырем К-трендам и четырем странам дает для оценок времени лидерства К-трендов временной интервал в 50 лет в среднем, а в теории – в среднем 49 лет. Таким образом, оказывается, что теоретические оценки длины технологических волн определяют как бы видимую часть айсберга технологических нововведений, исключая из их описания латентные периоды технологических волн, не говоря уже о роли и влиянии на экономические процессы технологического следа этих волн.

Заметим в заключение, что такое, почти полное, совпадение оценок подтверждает, с одной стороны, корректность теоретических оценок длины Т-волн примерно в 50 лет, а, с другой стороны, правильность оценок этого параметра в модели ДВ-тренда, так как, оценивая 20 параметров пяти Т-волн для каждой из четырех стран исследуемой совокупности, можно было ожидать, вообще говоря, самые разные различия в таких суммарных оценках. Однако, как видно из полученных результатов, модель ДВ-тренда показала не только общие тенденции, но и реальные индивидуальные различия, которые имеют место в динамике Т-волн и их К-трендов в экономиках разных стран.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные расчеты показали, что длинные волны Н.Д. Кондратьева адекватно описывают динамику ВВП разных стран, выделяя как специфику развития экономики, так и вполне определенные общие тенденции. При этом еще раз отметим, что модели ВВП, построенные по модели ДВ-тренда, описывают некоторую идеальную траекторию технологического развития и не нацелены на воспроизведение динамики ВВП в тех ситуациях, когда внешние факторы препятствуют естественному росту и внедрению новых технологий, отклоняя динамику ВВП от ее естественного тренда.

Заметим также, что, как уже отмечалось в тексте статьи, проведенные расчеты преследовали две, равно важные и четко взаимосвязанные, цели. Одна из них – идентифицировать параметры Т-волн на основе динамики ВВП, то есть подобрать такие их параметры, при которых ДВ-тренд наилучшим образом описывал бы динамику ВВП. И вторая, как и сказано в заголовке статьи, построить модель ВВП на основе суперпозиции длинных волн Н.Д. Кондратьева, то есть замкнуть эту теорию в целостную систему. Именно такой взгляд на суть длинной технологической волны подчеркивал и сам Н.Д. Кондратьев, ко-

торый в докладе «Большие циклы экономической конъюнктуры и теория предвидения» указывал: «...Это не значит, будто я думаю, что процессы развития идут сами по себе, а колебательные процессы – сами по себе, что они даны в действительности раздельно и независимо. Моя мысль иная. Процесс реальной динамики один» (Кондратьев, 2002, с. 341).

Завершая эту статью, отметим также, что в результате введения в структуру Т-волн понятий латентного периода Т-волны, периода ее лидерства и технологического следа Т-волны, Кондратьевские волны становятся в значительной степени более реальными и более живыми факторами роста экономики, так как учитывают различную структуру этих характеристик в разных странах и в разные периоды их развития.

Список литературы / References

- Акаев А.А., Хироока М. (2009). Об одной математической модели для долгосрочного прогнозирования динамики инновационно-экономического развития // Доклады Академии наук. Т. 425. № 6. С. 727–732. [Akaev A.A., Hirooka M. (2009). On a mathematical model for long-term forecasting of the dynamics of innovation and economic development. *Reports of the Academy of Sciences*, vol. 425, no. 6, pp. 727–732 (in Russian).]
- Акаев А.А., Турдуев М. (2010). Об одном подходе к математическому описанию долговременной динамики экономического развития, основанном на учении о больших циклах Н.Д. Кондратьева // Прогноз и моделирование кризисов и мировой динамики. Ред. А.А. Акаев, А.В. Коротаев, Г.Г. Малинецкий. Гл. 2. М.: Издательство ЛКИ. [Akaev A.A., Turduev M. (2010). On one approach to the mathematical description of the long-term dynamics of economic development, based on the doctrine of large cycles by N.D. Kondratiev. *Forecast and modeling of crises and world dynamics*. Ed. A.A. Akaev, A.V. Korotaev, G.G. Malinetsky. Moscow: LKI Publ. house. Ch. 2 (in Russian).]
- Акаев А.А. (2012). Математические основы инновационно-циклической теории экономического развития Шумпетера–Кондратьева // Кондратьевские волны: аспекты и перспективы. Ред. А.А. Акаев, Р.С. Гринберг и др. Волгоград: Учитель. С. 314–341. [Akaev A.A. (2012). Mathematical foundations of the innovation-cyclical theory of economic development by Schumpeter–Kondratiev. *Kondratiev waves: aspects and prospects*, ed. by A.A. Akaev, R.S. Grinberg etc. Volgograd: Uchitel, p. 314–341 (in Russian).]
- Акаев А.А. (2013). Большие циклы конъюнктуры и инновационно-циклическая теория экономического развития Шумпетера–Кондратьева // Экономическая наука современной России. № 2 (61). С. 7–29. [Akaev A.A. (2013). Big cycles of conjuncture and the innovation-cyclical theory of economic development by Schumpeter–Kondratiev. *Economics of Contemporary Russia*, no. 2 (61), pp. 7–29 (in Russian).]
- Андрукович П.Ф. (2018). Модель тренда в рамках теории длинных волн // Теория и практика институциональных преобразований в России. № 44. С. 26–34. [Andrukovich P.F. (2018). Trend model in the framework of the theory of long waves. *Theory and practice of institutional transformations in Russia*, no. 44, p. 26–34 (in Russian).]
- Андрукович П.Ф. (2020а). Динамика ВВП как суперпозиция технологических волн Н.Д. Кондратьева // Экономическая наука современной России. № 2 (89). С. 7–21. [Andrukovich P.F. (2020 a). GDP dynamics as a superposition of technological waves by N.D. Kondratiev. *Economics of Contemporary Russia*, no. 2 (89), pp. 7–21 (in Russian).]
- Андрукович П.Ф. (2020б). Об оценках параметров модели ВВП, основанной на суперпозиции технологических волн Н.Д. Кондратьева // Вестник ЦЭМИ. Т. 3. № 3. [Andrukovich P.F. (2020b). On the estimates of the parameters of the GDP model based on the superposition of technological waves by N.D. Kondratiev. *Bulletin of CEMI*, vol. 3, no. 3 (in Russian).]
- Андрукович П.Ф. (2020в). Заметки о принципах построения моделей прогноза экономических показателей (на примере прогнозной системы “ProRosEc”) // Экономика и математические

- методы. Т. 56. № 2. С. 66–76. [Andrukovich P.F. (2020). Notes on the principles of constructing models for economic indicators predicting (with «ProRosEc» forecast system as an example). *Economics and Mathematical Methods*, vol. 56, no. 2, pp. 66–76 (in Russian).]
- Бродель Ф. (1992). Время мира. Материальная цивилизация, экономика и капитализм XV–XVIII вв. В 3 т. Т. 3. М.: Прогресс. [Braudel F. (1992). Time of the world. Material civilization, economics and capitalism, XV–XVIII centuries. In 3 vol. Vol. 3. Moscow: Progress. 679 p. (in Russian).]
- Глазьев С.Ю. (1993). Теория долгосрочного технико-экономического развития. М.: ВлаДар. [Glazyev S.Yu. (1993). Theory of long-term technical and economic development. Moscow: Vladar (in Russian).]
- Глазьев С.Ю. (2012). Современная теория длинных волн в развитии экономики // Экономическая наука современной России. № 2(57). С. 27–42. [Glazyev S.Yu. (2012). Modern theory of long waves in economic development. *Economics of Contemporary Russia*, no. 2 (57), pp. 27–42 (in Russian).]
- Гринин Л.Е. (2012). Кондратьевские волны, технологические уклады и теория производственных революций // Кондратьевские волны. Аспекты и перспективы / отв. ред. А.А. Акаев, Р.С. Гринберг и др. Волгоград: Учитель. С. 222–262. [Grinin L.E. (2012) Kondratiev waves, technological structures and the theory of production revolutions. *Kondratiev waves. Aspects and perspectives*. Ed. by A.A. Akaev, R.S. Grinberg etc. Volgograd: Uchitel, pp. 222–262 (in Russian).]
- Дементьев В.Е. (2012). Инвестиционные ориентиры датировки длинных волн в развитии экономики // Экономическая наука современной России. № 4 (59). С. 23–40. [Dementiev V.E. (2012). Investment guidelines for dating long waves in the development of the economy. *Economics of Contemporary Russia*, no. 4 (59), pp. 23–40 (in Russian).]
- Дементьев В.Е. (2016). Изменчивость длинных волн экономического развития // Проблемы теории и практики управления. № 6. С. 41–46. [Dementiev V.E. (2016). Variability of long waves of economic development. *International Journal of Management Theory and Practice*, no. 6, pp. 41–46 (in Russian).]
- Дементьев В.Е. (2021). Модель интерференции длинных волн экономического развития // Компьютерные исследования и моделирование. Т. 13. Вып. 3. С. 649–663. [Dementiev V.E. (2021). The model of interference of long waves of economic development. *Computer Research and Modeling*, vol. 13, iss. 3, pp. 649–663 (in Russian).]
- Дубовский С.В. (1995). Объект моделирования – цикл Кондратьева // Математическое моделирование. Т. 7. № 6. С. 65–74. [Dubovsky S.V. (1995). The Kondratiev cycle as an object of modelling. *Mathematical Modeling*, vol. 7, no. 6, pp. 65–74 (in Russian).]
- Дубовский С.В. (2012). Моделирование циклов Кондратьева и прогнозирование кризисов // Кондратьевские волны: аспекты и перспективы. № 1. С. 179–188. [Dubovsky S.V. (2012). Modeling Kondratiev cycles and predicting crises. *Kondratiev waves: aspects and prospects*, no. 1, pp. 179–188 (in Russian).]
- Кондратьев Н.Д. (1925). Большие циклы конъюнктуры // Вопросы конъюнктуры: статьи, рефераты, заметки, библиография / под ред. Н.Д. Кондратьева. Конъюнктурный институт. Т. 1. № 1. С. 28–79. [Kondratiev N.D. (1925). Big cycles of conjuncture. *Issue of Conjuncture: reports, abstracts, notes, bibliography*. (Ed. by N.D. Kondratiev. Conjuncture Institute), vol. 1, no. 1, pp. 28–79 (in Russian).]
- Кондратьев Н.Д. (1989). Проблемы экономической динамики. М.: Экономика. [Kondratiev N.D. (1989). Problems of economic dynamics. Moscow: Ekonomika (in Russian).]
- Кондратьев Н.Д. (2002). Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения. М.: Экономика. [Kondratiev N.D. (2002). Large cycles of conjuncture and the theory of foresight. Moscow: Ekonomika (in Russian).]
- Коротаев А.В. (2006). Периодизация истории Мир-системы и математические макромоделли социально-исторических процессов // История и Математика: проблемы периодизации исторических макропроцессов. Ред. Л.Е. Гринин, А.В. Коротаев, С.Ю. Малков. М.: УРСС. С. 116–167. [Korotaiev A.V. (2006). Periodi-

- zation of the history of the World-system and mathematical macromodels of socio-historical processes. *History and Mathematics: problems of periodization of historical macro processes*. Ed. L.E. Grinin, A.V. Korotaev, S. Yu. Malkov. Moscow: URCC. Pp. 116–167 (in Russian).]
- Маевский В.И. (1994). Экономическая эволюция и экономическая генетика // Вопросы экономики. № 5. С. 4–21. [Mayevsky V.I. (1994). Economic evolution and economic genetics. *Voprosy Ekonomiki*, № 5, pp. 4–21 (in Russian).]
- Малков С.Ю., Кирдина С.Г. (2010). Иерархия моделей мировой динамики и глобальные социально-экономические процессы. Прогноз и моделирование кризисов и мировой динамики. М.: Издательство ЛКИ. С. 249–261. [Malkov S.Yu., Kirdina S.G. (2010). Hierarchy of world dynamics models and global socio-economic processes. Forecasting and modeling of crises and global dynamics. Moscow: LKI Publ. House (Editorial URSS). pp. 249–261 (in Russian).]
- Меньшиков С.М., Клименко Л.А. (1989). Длинные волны в экономике: когда общество меняет кожу. М.: Международные отношения. 272 с. [Menshikov S.M., Klimenko L.A. (1989). Long waves in the economy: when society changes its skin. Moscow: International Relations. 272 p. (in Russian).]
- Перес К. (2011). Технологические революции и финансовый капитал. Динамика пузырей и периодов процветания. М.: Дело. [Peres C. (2011) Technological revolutions and financial capital. The dynamics of bubbles and periods of prosperity. Moscow: Delo (in Russian).]
- Садовничий В.А., Акаев А.А., Коротаев А.В., Малков С.Ю. (2012). Моделирование и прогнозирование мировой динамики. Москва: ИСПИ ФНИСЦ РАН, Научный совет по программе фундаментальных исследований Президиума РАН «Экономика и социология знания». 359 с. [Sadovnichy V.A., Akaev A.A., Korotaev A.V., Malkov S.Yu. (2012). Modeling and forecasting of world dynamics. Moscow: ISESP FCTAS RAS, Scientific Council for the program of fundamental research of the RAS Presidium «Economics and sociology of knowledge». 359 p. (in Russian).]
- Шумпетер Й. (1982). Теория экономического развития. М.: Прогресс. [Schumpeter J.A. (1982). The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest and the Business Cycle. Moscow: Progress (in Russian).]
- Яковец Ю.В. (1993). Научное наследие Н.Д. Кондратьева: современные оценки. Избранные сочинения. М.: Экономика. С. 8–13. [Yakovets Yu.V. (1993). Scientific heritage of N.D. Kondratiev: modern estimates. *Selected works*. Moscow: Ekonomika, pp. 8–13 (in Russian).]
- Carus-Wilson E.M. (1952). The Woollen Industry. The Cambridge Economic History. Vol. II. 409 p.
- Geary R.C. (1958). A note on the comparison of exchange rates and purchasing power between countries. *Journal of the Royal Statistical Society (Series A)*, vol. 121, pp. 97–99.
- Mensch G. (1979). Stalemate in Technology – innovations overcome the depression. N.Y., Ballinger Publishing Company. 241 p.

Рукопись поступила в редакцию 21.07.2023 г.

N.D. KONDRATIEV LONG WAVE MODELS FOR THREE LARGE EUROPEAN COUNTRIES

P.F. Andrukovich

DOI: 10.33293/1609-1442-2023-3(102)-47-66
EDN: MSQPxR

Peter F. Andrukovich, Cand. Sc. (Techn.), Senior researcher, Central Economics and Mathematics Institute, Russian Academy of Sciences (CEMI RAS), Moscow, Russia; streletspa@yandex.ru; eLibrary SPIN: 2060-7804

Abstract. The purpose of this study is to analyze the similarities and differences in the structure of N.D. Kondratiev long waves in the economies of the three largest European countries: Germany, France and Great Britain. It is assumed that the main trend in the dynamics of the GDP of these

countries – is the trend associated precisely with changes in technology, and not with the influence of ones or others exogenous factors – can be represented in the form of a superposition of long Kondratiev waves represented by a periodic function, the values of which at a given time determines the amount of value added produced over the previous time interval. Each wave is characterized by four parameters: time, length of its period, magnitude of the initial amplitude and rate of amplitude decrease. In addition, such characteristics of long waves as the duration of their latency period, the time of their entry into leading positions and duration of their leadership relative to the previous and subsequent technological waves are calculated. Five long Kondratiev waves are considered, the parameters of which are estimated in such a way as to obtain the best description of the dynamics of the GDP of a given country in terms of the deviation of the model from this dynamics. As an estimate of GDP, its values measured in international dollars (Geary–Khamis dollars) for the period from 1790 to 2020 are considered. The calculations showed that in some parameters there is a similarity in the structure of technological waves in these countries, while in others there are differences in the dynamics of their occurrence and development. In the final part of the article, the characteristics of long waves for three European countries are compared with the characteristics of long waves in the US economy over the same time period obtained in previous studies. It is also shown that the leadership durations of long waves obtained in these calculations coincide with the theoretical estimates of the periods of long waves by N.D. Kondratiev.

Keywords: long waves, Kondratiev, periodic functions, technological structures, parameter estimation.

JEL Classification: C51, C63, E32, O11, O51.

For reference: Andrukovich P.F. (2023). Kondratiev N.D. long wave models for three large European countries. *Economics of Contemporary Russia*, no. № 3 (102), pp. 47–66. DOI: 10.33293/1609-1442-2023-3(102)-47-66. EDN: MSQPXR

Manuscript received 21.07.2023

«НОВАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ РЕАЛЬНОСТЬ» КАК ПРОМЕЖУТОЧНАЯ ФАЗА РАЗВИТИЯ МЕЖДУ КАПИТАЛИСТИЧЕСКИМ И АССОЦИИРОВАННЫМ СПОСОБАМИ ПРОИЗВОДСТВА

Е. С. Чиканова, О. В. Брижак

DOI: 10.33293/1609-1442-2023-3(102)-66-76

EDN: UYGZOK

Аннотация. В ответ на появление качественно новых феноменов общественно-хозяйственной жизни экономическая теория получает импульсы обновления и модернизируется. Среди таких явлений – новая экономическая реальность. Ее масштабы, сложность, а также насыщенность острыми противоречиями предопределяют трудности ее теоретической интерпретации и существенные различия в трактовках ее содержания. Вместе с тем, особенности новой экономической реальности обуславливают необходимость в привлечении к ее теоретическому исследованию познавательных возможностей теории способов производства. Привлекая такие возможности, авторы приходят к выводу о том, что новая экономическая реальность представляет собой особую фазу в поступательном движении капиталистиче-

© Чиканова Е. С., Брижак О. В., 2023 г.

Чиканова Елена Сергеевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики, бухгалтерского учета и аудита, Краснодарский университет МВД РФ, Краснодар; докторант Департамента экономической теории Финансового университета при Правительстве Российской Федерации, Москва, Россия; echikanova@yandex.ru; ORCID: 0000-0003-1463-7646; eLibrary SPIN: 6801-5135
Брижак Ольга Валентиновна, доктор экономических наук, профессор Департамента экономической теории Финансового университета при Правительстве Российской Федерации, Москва, Россия; brizhak71@mail.ru; ORCID: 0000-0003-3744-0950; eLibrary SPIN: 6765-1210