

Ю.Л. Плущевская

*к.э.н., ведущий научный сотрудник, Институт экономики РАН
(Москва)*

ВОЛНЫ КОНДРАТЬЕВА КАК ФАЗЫ СИСТЕМНЫХ ЦИКЛОВ НАКОПЛЕНИЯ Д. АРРИГИ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ЭМПИРИЧЕСКАЯ ВЕРИФИКАЦИЯ¹

Аннотация. Теория системных циклов накопления Д. Арриги открывает большие перспективы в анализе длинных трендов развития мирового хозяйства и места в нём экономики России. Однако она не предлагает количественного описания долгосрочного накопления глобального капитала, что препятствует её практическому применению. Одним из направлений преодоления данного ограничения может стать её синтез с эмпирическими наработками других длинноволновых теорий. В исследовании оценивается возможность совмещения вековых системных циклов с полувековыми волнами Н. Кондратьева. Постановка проблемы отталкивается от положения Д. Арриги о двух стадиях, через которые проходит капитал в системном цикле. Теоретической основой объединения выступают общность взглядов Арриги и Кондратьева на долгосрочную цикличность как феномен капиталистического накопления. Проверяется гипотеза, что источником векового цикла является эволюция денежного капитала в номинальном выражении, а полувековых фаз — механизмы реального накопления. Исходные предпосылки определили набор показателей, инструментарий и методику расчётов. Вековые и полувековые циклы в британском и американском режимах накопления выявлялись по изменению интенсивности процессов, определяющих движение капитала. Необходимые частотно-временные характеристики релевантных временных рядов длиной до трёх столетий оценены с помощью непрерывного вейвлет-преобразования. Результаты вейвлет-декомпозиции номинальных процентных ставок в Британии и США подкрепили гипотезу о столетнем цикле накопления номинального капитала, тогда как признаки полувековых волн Кондратьева в реальном накоплении в двух странах оказались разными. В американском системном цикле о материальной и финансовой экспансии капитала можно судить по компонентам вейвлет-декомпозиции энергетических и внешне-торговых показателей, в британском — реальных процентных ставок. Универсальным индикатором смены фаз выступило сальдо торгового баланса. Исследование показало необходимость расширения круга показателей, описывающих движение капитала, и развития методологии анализа.

Ключевые слова: *системный цикл накопления, Д. Арриги, волны Кондратьева, непрерывное вейвлет-преобразование.*

JEL: B41, E3, F00, P10

УДК: 338.12

DOI: 10.52342/2587-7666VTE_2026_2_46_67

© Ю.Л. Плущевская, 2026

© ФГБУН Институт экономики РАН «Вопросы теоретической экономики», 2026

¹ Благодарность: Исследование выполнено в рамках Государственного задания Института экономики РАН по теме «Институциональные основания и воспроизводственные факторы экономической политики России, способствующие переходу к экономике развития» (регистрационный номер 124013000799-0). Автор выражает благодарность А.Ю. Ермолову, А.М. Калинин, С.Г. Кирдиной-Чэндлер, В.И. Маевскому, С.Ю. Малкову, П.А. Ореховскому за продуктивное обсуждение результатов расчётов, легших в основу настоящей статьи. Все ошибки и неточности принадлежат автору.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Плущевская Ю.Л. Волны Кондратьева как фазы системных циклов накопления Д. Арриги: теоретические основы и эмпирическая верификация // Вопросы теоретической экономики. 2026. №2. С. 46–67. DOI: 10.52342/2587-7666VTE_2026_2_46_67.

FOR CITATION: Plushchevskaya Yu. Kondratiev Waves As Phases of Arrighi's Systemic Cycles of Accumulation: Theoretical Framework and Empirical Verification // Voprosy teoreticheskoy ekonomiki. 2026. No. 2. Pp. 46–67. DOI: 10.52342/2587-7666VTE_2026_2_46_67.

Постановка проблемы

Для прогнозирования и выстраивания экономических стратегий в условиях происходящей трансформации мирового хозяйства необходимо опираться на теории, способные объяснить новые явления. На наш взгляд, одной из них является концепция системных циклов накопления (СЦН), предложенная Д. Арриги [Арриги, 2006]. Согласно ей текущие процессы — это закономерная стадия в эволюции капитализма, переходный этап от одного режима накопления капитала к другому. Режим формируется страной — лидером своей эпохи, которая подчиняет ему максимально возможную часть геоэкономического пространства. Новая модель накопления первоначально приводит в государстве-гегемоне к бурному экономическому росту, однако со временем её потенциал наталкивается на внутренне обусловленные пределы. Возникают условия для её замены. В ходе эволюции капитализма происходит увеличение «размеров и организационной сложности ведущих сил ... последовательных режимов» [Арриги, 2006. С. 285]. По Д. Арриги, нынешние процессы в мировой экономике представляют собой завершающую фазу американской гегемонии, когда национальные капиталы борются за доминирование в следующем цикле. Противоборство затрагивает все аспекты общественной жизни, включая экономический, технологический, военный, культурный и другие.

Д. Арриги строит свой анализ, исходя из фундаментальных положений марксизма о капитале как об особом, исторически определённом общественном отношении, смыслом которого является «самовозрастание» стоимости. Отправной точкой его теоретических построений служит формула кругооборота капитала ($D - T - D'$), которая «может быть понята как отражение не только логики индивидуальных капиталистических инвестиций, но и повторяющейся закономерности исторического капитализма как миросистемы» [Там же. С. 44]. Из формулы следует, что главной и универсальной формой капитала является денежная; при капитализме основные механизмы развития, его «действующие силы или социальные страты ... становятся капиталистическими в силу систематического и постоянного надления денег “производительной силой” (выражение Маркса) независимо от характера конкретных товаров и видов деятельности, которые оказываются под рукой в данный момент времени» [Там же. С. 47].

Д. Арриги наполняет абстрактные постулаты конкретным содержанием с помощью глубокого анализа обширного исторического материала. Всё вместе это обеспечивает его теории большой прогнозно-аналитический потенциал. Тем не менее для практического применения ей недостаёт формализованной эмпирической составляющей. Речь идёт о количественных измерениях, основанных на временных рядах статистических показателей. Представляется, что для развития этого аспекта теории полезно обратиться к работам, полученным в рамках других длинноволновых концепций. В настоящей статье делается шаг в данном направлении.

Чтобы чётко сформулировать цель нашего исследования необходимо уточнить два пункта. Один касается различия между понятиями «долгий век» и системный цикл накопления (СЦН). По Д. Арриги, СЦН состоит из двух фаз — материальной и финансовой экспансии капитала страны-гегемона. Первая основана на развитии промышленности и торговли, вторая — на наращивании объёмов капитала благодаря финансовым операциям

на мировом рынке. Переход ко второй стадии ознаменован «сигнальным кризисом», а её завершение — «терминальным кризисом».

Для учёного было важно проследить, как «новый режим накопления развивается в пределах старого», хотя «... его развитие представляет собой неотъемлемую составляющую полного развития и противоречий последнего» [Там же. С. 281]. Поэтому он вводит «понятие “долгого века”, которое будет считаться основной временной единицей при анализе мировых процессов накопления капитала» [Там же. С. 45]. «Долгий век» включает в себя три составные части. Первая совпадает с заключительной фазой СЦН предыдущего режима накопления. В ней «...противоречия полностью развитого режима накопления создают возможности для появления соперничающих и альтернативных режимов, один из которых в конечном итоге... становится новым доминирующим режимом» [Там же. С. 281]. Вторая и третья части «долгого века» — это полный цикл текущего СЦН, состоящий из стадий материальной и финансовой экспансии.

Для иллюстрации разницы между долгим веком и СЦН Д. Арриги приводит схематический рисунок [Там же. С. 282]. Например, долгий XIX в. заключён во временном промежутке с 1740-х гг. (с сигнального кризиса голландского СЦН) и до начала Первой мировой войны (терминальный кризис следующего, британского, режима). При этом британский СЦН берёт отсчёт от терминального кризиса голландского режима в 1780-е гг. Долгий XX в. американской гегемонии начинается с «Великой депрессии 1873–1896 гг.» [Там же. С. 281], знаменующей сигнальный кризис британского режима, тогда как американский СЦН — с середины 1910-х гг.

В настоящем исследовании мы будем рассматривать системные циклы, а не долгие века. Это обусловлено задачей количественно оценить параметры этапов накопления глобального капитала. Обе фазы СЦН объединены общей моделью накопления, и её характеристики отражаются в соответствующей страновой статистике. Первая стадия данного долгого века будет учтена в качестве второй фазы предыдущего СЦН.

Второй пункт, требующий пояснения, заключается в определении объекта исследования. Мы исходим из того, что первичными являются экономические процессы в государстве-гегемоне; от них в значительной мере зависят главные тренды развития всего мирового хозяйства. Неслучайно Д. Арриги даёт системным циклам «страновые» названия. Поэтому мы сосредоточимся на экономике — центре СЦН; изучение её взаимоотношений с другими странами выходит за рамки настоящей работы.

Итак, объектом настоящего исследования выступает движение глобального капитала, принимающего форму национального капитала экономики — лидера отдельной исторической эпохи в течение системного цикла накопления. Ввиду ограничений со стороны статистики мы рассмотрим два из четырёх СЦН, выделенных Д. Арриги, — британский и американский. Как явствует из приведённых выше примеров, их продолжительность составляет около 100–130 лет. Отметим, что сам учёный определял свою периодизацию как «приблизительную и предварительную» [Там же. С. 45]; проводя её, он отталкивался от исторических событий, а не количественных критериев. Поэтому далее мы будем говорить о длительности СЦН как о примерно столетней и без строгой привязки к арригиевской датировке.

В свою очередь, наличие в СЦН двух качественно различных фаз порождает естественный вопрос о том, как они соотносятся с волнами длиной в 40–60 лет, получившими имя Н.Д. Кондратьева (К-волны). Объединение в анализе двух видов экономических колебаний может способствовать углублению анализа циклической динамики экономических систем.

Идея о продуктивности изучения экономических колебаний различной длительности как единой системы не нова и естественна: экономика представляет собой целостный организм, поэтому наблюдаемые в ней процессы не могут не быть взаимосвязанными.

Её научное развитие восходит к трудам Й. Шумпетера, выстроившего иерархию из краткосрочных циклов Китчина, среднесрочных (деловых) — Жюгляра и длинных волн Кондратьева. Б. Берри объединяет в единую конструкцию деловые циклы, ритмы Кузнеца и К-волны [Berry, 2006; Berry, Dean, 2012].

Л. Гринин и А. Коротаев указывают на тесную связь между циклами Жюгляра и К-волнами, которая основана на «способности <индустриальной экономики> к расширенному воспроизводству» [Гринин, Коротаев, 2014. С. 51]. Они полагают, что «...повышательная и понижительная фазы К-волн формируются кластерами», состоящими из 2-3 деловых циклов, демонстрирующих схожие характеристики [Там же].

О столетнем «эволюционном цикле» в мировой экономике и политике говорят В. Пантин и А. Айвазов. По их мнению, он «состоит из двух циклов Кондратьева и включает в себя четыре фазы: 1) технологический переворот; 2) великие потрясения в мировой экономике и политике; 3) революция мирового рынка; 4) структурный кризис ...» [Пантин, Айвазов, 2012. С. 140].

Непосредственно к арригиевским и кондратьевским циклам обращается С. Глазьев, но трактует их по-своему. Он полагает, что системный цикл накопления отражает эволюцию того, что в его концепции называется мирохозяйственным укладом, а К-волна — развитие технологического уклада. Так, «в один жизненный цикл мирохозяйственного уклада “вписано” два жизненных цикла технологических укладов. Иными словами, один вековой системный цикл накопления капитала охватывает две длинные волны Кондратьева, в которых проявляются жизненные циклы соответствующих технологических укладов» [Глазьев, 2020. С. 12]. Однако учёный не приводит аргументы в пользу предложенной интерпретации; эмпирическая верификация не проводится. Указано лишь, что «механизм, определяющий синхронизацию жизненных циклов мирохозяйственных и технологических укладов, остаётся... не изученным так же, как нет строгого объяснения длительности их периодов» [Там же].

Следует подчеркнуть, что в целом длинноволновая проблематика в экономической науке остаётся недостаточно проработанной и дискуссионной. И это в первую очередь относится к волнам Кондратьева. Мейнстрим отказывается им в существовании исходя из общего постулата об отсутствии долгосрочной цикличности. К ортодоксии здесь примыкают неотроцкисты, которые указывают на случайный характер длинных экономических флуктуаций [Mandel, 1995]. Корни сомнений восходят не только к Л. Троцкому, но и к известной работе Л. Слуцкого, вышедшей в 1927 г. [Лола, 2014], и к дискуссии 1920-х гг. в советской науке [Гринин, Коротаев, 2017]. В гетеродоксальных направлениях к настоящему времени сложилось множество трактовок К-волн, содержательно сильно различающихся между собой. В качестве источников полувековых колебаний называют технические инновации, технологическое обновление «секторов производства средств производства», аграрной или промышленной продукции, динамику цен и относительных цен на страновом и глобальном уровнях. Следствиями слабой изученности природы полувековых волн выступают отсутствие чётких критериев их выделения, субъективизм при выборе статистики и методов обработки данных, оспаривание эмпирических верификаций, размытость датировок [Плущевская, 2025]. Видимо, именно такое положение дел дало основание Д. Арриги заключить, что «кондратьевские циклы представляют собой эмпирические конструкции с неясным теоретическим значением, выводимые из наблюдаемых долгосрочных колебаний в товарных ценах» [Арриги, 2006. С. 45]. В такой ситуации выбор той или иной трактовки К-волн требует не только убедительных статистических свидетельств, но и выполнения критерия совместимости с теориями экономических колебаний иной продолжительности.

Цель настоящего исследования — выявить теоретические и эмпирические основания для объединения вековых системных циклов накопления Д. Арриги и полувековых

волн Кондратьева. Наша гипотеза заключается в том, что столетняя траектория формируется накоплением денежного капитала в номинальном выражении, тогда как две фазы в её составе — разными механизмами реального накопления. А именно, содержанием всего СЦН является возрастание глобального капитала в форме странового капитала, «резидентство» которого идентифицируется по национальной валюте, поначалу имеющей внутреннее хождение, а затем выполняющей функции мировых денег. Ранее нами было показано, что столетний «жизненный цикл» номинального денежного капитала хорошо описывается с помощью процентных ставок (доходностей) по инструментам в валюте страны-гегемона [Плущевская, 2024].

В свою очередь, за различиями между двумя фазами СЦН должны стоять особенности накопления денежного капитала в реальном выражении. Материальная экспансия опирается преимущественно на национальный производственный потенциал экономики — центра накопления. В фазе финансовой экспансии конечным источником приращения стоимости является рост глобального предложения товаров и услуг, хотя в государстве-гегемоне может возникать иллюзия возникновения прибыли непосредственно из финансовых операций. Перемещение производств в периферийные и полупериферийные экономики и общая трансформация мирового разделения труда будут сопровождаться существенными структурными изменениями в экономике страны-лидера. «Жизненные циклы» двух разных хозяйственных механизмов определяют содержание фаз СЦН.

Дальнейшее изложение имеет следующую структуру. В первой части следующего раздела, посвящённого методологии исследования, показана общность взглядов Д. Арриги и Н. Кондратьева на долгосрочную цикличность. Она задаёт теоретический фундамент для объединения К-волн и СЦН и определяет методику эмпирической проверки, включая способ идентификации циклов, выбор показателей и инструментария. Эти вопросы обсуждаются во второй и третьей частях. В заключении сделаны выводы о возможности включения волн Кондратьева в СЦН, даны предложения, касающиеся подходов к идентификации долгосрочных колебаний, выделены нерешённые вопросы и обозначены направления дальнейших исследований.

Методология исследования

Единство взглядов Д. Арриги и Н. Кондратьева на природу длинных циклов

Основные положения теории Д. Арриги, на которых мы останавливались выше, можно кратко суммировать следующим образом. Долгосрочная цикличность обусловлена внутренними противоречиями накопления капитала; развитие капитализма носит глобальный характер, в силу чего циклы присущи эволюции мирового хозяйства; экономические процессы тесно связаны со всеми аспектами общественной жизни.

Из множества трактовок К-волн к взглядам Д. Арриги ближе всего примыкают воззрения Н. Кондратьева. Хорошо известно, что российский учёный не претендовал на создание стройной концепции длинных волн, ограничившись «эмпирическими правильностями». Тем не менее из его работ можно составить представление об его теоретических взглядах. Прежде всего, назвав выявленный феномен «большим циклом конъюнктуры», Н. Кондратьев подчеркнул его экономическую природу: под конъюнктурой понимались в те годы «направление и степень изменения совокупности элементов народнохозяйственной жизни по сравнению с предшествующим моментом» [Кондратьев, 2002. С. 33], или, в современной терминологии, макроэкономическая динамика. Учёный настаивал на том, что «исследование относится только к условиям капиталистического общества» [Там же. С. 341] и не сомневался в «закономерно-циклическом характере» открытого феномена [Там же. С. 387]. Говоря о кризисах как о составной части «волнообразно-циклических колебаний», он подчёркивал, что они «органически присущи капиталистическому строю»

[Там же. С. 342–343]. Кроме того, полувековые волны имеют глобальное пространственное измерение: «повышательное движение конъюнктуры и рост производительных сил обуславливают обострение борьбы за новые рынки, ...расширение орбиты мирового рынка и вовлечение в оборот новых стран и районов» [Там же. С. 392]. Наконец, они проявляются во всём многообразии аспектов жизни общества, среди которых «крупные социальные потрясения, ... войны», «обострение международно-политических отношений» [Там же. С. 370–380, 392]. Таким образом, «большие волны конъюнктуры» — это явление, которое возникает в глобальной капиталистической экономике под действием объективных законов накопления капитала и которому присущи разнообразные социальные проявления.

Легко убедиться, что понимание долгосрочной цикличности у Н. Кондратьева практически совпадает с арригиевским. В данном контексте нельзя не упомянуть, что у учёных даже сложился одинаковый зрительный образ траектории накопления, а именно — S-образной кривой. Д. Арриги предположил, что «материальная экспансия мир-экономики может быть описана при помощи одной или нескольких S-образных траекторий (так называемых логистических кривых)» [Арриги, 2006. С. 293] и для наглядности приводил соответствующий рисунок. А Н. Кондратьев в 1934 г. «переоткрыл» логистическое уравнение, не будучи знаком с трудами П. Ферхюльста, обозначив его возможное использование в экономической науке, — для описания величин, «которые в процессе динамики кумулируются, накапливаются...» [Кондратьев, 2002. С. 503].

Схожесть теоретических представлений Д. Арриги и Н. Кондратьева является основанием для совмещения СЦН и К-волн в единую систему. В свою очередь, понимание длинных циклов как феномена эволюции глобальной капиталистической экономики определяет методологию эмпирической проверки. Важнейшая отправная точка — выбор показателей, подходящих для описания долгосрочного накопления денежного капитала в номинальном и реальном выражении.

Показатели для расчётов

Однако ни Д. Арриги, ни Н. Кондратьев не оставили рекомендаций на этот счёт. В концепции итальянского учёного капитал выступает в качестве абстрактной категории, к экономической статистике он не прибегает. Напротив, подход Кондратьева — строго статистический: учёный выделил «большие волны конъюнктуры» на основе анализа широкого набора показателей на выборках, берущих начало в XVIII в. Проблема, однако, состоит в том, что он не выстроил соответствие между ограниченным набором данных, имевшихся в его распоряжении, и характеристиками долгосрочного движения капитала. Решение такой задачи было в его время объективно невозможно: в области проблематики длинных волн делались лишь первые шаги; статистика как система находилась на начальных этапах становления; инструментарий обработки данных был довольно грубым.

В этих условиях мы обратились к индикаторам, апробированным в анализе британского и американского СЦН [Плущевская, 2024]. Так, столетнюю траекторию темпов прироста номинального капитала адекватно описывают номинальные доходности (процентные ставки) по инструментам в валюте страны-гегемона.

О трансформации механизма накопления капитала в течение СЦН даёт представление сальдо торгового баланса. А именно, для фазы материальной экспансии характерно превышение экспорта над импортом, результат бурного роста внутреннего предложения, опережающего спрос, и жёсткого протекционизма. В стадии финансовой экспансии торговое сальдо становится отрицательным вследствие обретения валютой страны-гегемона статуса мировых кредитных денег и роста внешнего долга. В нашем анализе мы будем использовать сальдо торгового баланса, нормированное на объёмы валового продукта, а также отношение импорта к экспорту (для соответствия «техническим» требованиям применяемого инструментария, на котором мы остановимся ниже).

Ещё один показатель — подушевое потребление первичной энергии (в физических единицах). Такая метрика энергетической оснащённости экономики является одним из индикаторов развития производительных сил страны. Уровень показателя продемонстрировал свою информативность при межстрановых сопоставлениях [Волынский, Плущевская, 2024]. Можно предположить, что темпы роста энергетической оснащённости окажутся полезными при изучении течения системного цикла, поскольку энергетическая динамика тесно связана с производственной.

Важнейшие переменные — реальные процентные ставки (доходности), дающие представление об изменении покупательной способности капитала. Стандартная процедура расчёта реальных величин предполагает корректировку номинальных показателей на индексы цен. Для британского СЦН дефлятором стали годовые темпы изменения цен на золото. В эпоху золотого стандарта такая коррекция динамики темпов роста номинального глобального капитала представляется естественной. «Товарные цены, выраженные в золоте», изучал и Н. Кондратьев.

Для доходностей в американском СЦН вопрос о дефляторе становится менее очевидным. Сложность возникает в связи с отказом от золотого стандарта, окончательно оформленного Ямайскими соглашениями во второй половине 1970-х гг. С тех пор обычной практикой при дефлировании показателей, номинированных в долларах США, является использование индексов цен в американской экономике. Предполагается, что они отражают изменение «стоимости» основной резервной валюты. Однако для целей нашего анализа такие дефляторы не подходят: режим накопления распространяется на всю мировую экономику, и судить о покупательной способности капитала по страновым индексам цен некорректно.

Возможной альтернативой жёлтому металлу может стать нефть. «Чёрное золото» в XX в. — важнейший энергетический и сырьевой ресурс. Нефтяные котировки являются основными в мировой торговле, а сценарии развития рынка нефти лежат в основе прогнозных документов ведущих международных организаций (Международного валютного фонда, Мирового банка, Мирового энергетического агентства). Нефтедолларовая система, берущая отсчёт с соглашения 1974 г. между США и Саудовской Аравией, внесла важный вклад в превращение американской валюты в мировые деньги и тем самым — в формирование современной мировой валютной архитектуры.

И тем не менее выбор индекса цен на нефть (в долларах США) как дефлятора для оценки движения реального капитала в американском СЦН вызывает сомнения. Во-первых, по крайней мере до середины XX в. нефть не имела того же статуса, что и золото. Во-вторых, нефтяные котировки гораздо более волатильны, чем золотые. В-третьих, доллар США утрачивает свои позиции мировой резервной валюты, а в условиях усиливающейся турбулентности на мировом финансовом рынке возрастает значение золота как «тихой гавани» для хранения частных и государственных средств. В этих условиях долларовые цены теряют информативность. Дополнительным аргументом в пользу индекса цен на золото является его коррелированность с динамикой цен на нефть в последние полвека. По расчётам на выборке 1970 — 2024 гг. коэффициент корреляции между годовыми темпами их роста составил 0,43, что для данного количества наблюдений говорит о значимости связи между показателями ($p \approx 0,001$), особенно если принять во внимание и структурные сдвиги и волатильность временных рядов. С учётом приведённых аргументов в качестве дефлятора для расчёта реальных доходностей в американском системном цикле был принят индекс цен на золото, так же, как и в британском «долгом веке».

Источниками данных на ретроспективе, охватывающей три столетия, стали статистические базы данных и исторические реконструкции. Список источников приведён в Приложении 1.

Для анализа британского СЦН дополнительно рассмотрены показатели «товарных цен», в которых Н. Кондратьев обнаружил волны длиной 47–60 лет [Кондратьев, 2002. С. 351]. Наше предположение состояло в том, что они могут отражать дисбалансы, складывающиеся в ходе взаимодействия между процессами номинального и реального возрастания капитала.

Отобранные индикаторы далее подвергаются обработке с целью выявления процессов, длящихся около ста лет и полувека. При этом мы откажемся от подхода, который состоит в поиске в разнообразных временных рядах полувековых флуктуаций, хотя он и является общепринятым (из недавних работ см., например, [Hecht, 2025]). Вместо этого мы сосредоточимся на выявлении в накоплении капитала процессов с «жизненными циклами» около столетия и полувека; длины волн, которые ими порождаются, имеют второстепенное значение.

Данная задача решается при помощи частотно-временного разложения соответствующих временных рядов с помощью вейвлет-анализа. Изложение его основ выходит за рамки данной статьи¹, но для освещения результатов расчётов необходимо кратко остановиться на главных содержательных особенностях.

Вейвлет-анализ как расчётный инструмент

Вейвлет-анализ — довольно молодая область прикладной математики, в последнее время быстро набирающая популярность в экономической науке. Он применяется для выделения частотно-временных особенностей самостоятельных временных рядов, а также для изучения связей между ними.

Вейвлет (*wavelet*) — это математическая функция для получения частотно-временного представления данных, в общем случае — любого сигнала. График вейвлета напоминает затухающую волну или импульс². Существуют различные типы базовых вейвлетов, их выбор зависит от задачи.

Вейвлет характеризуется двумя параметрами. Первый отвечает за масштаб; его приблизительным аналогом в спектральном анализе, с которым в большей мере знакомы экономисты, является период колебания³. Второй отвечает за положение во времени. Вейвлет-преобразование временного ряда — это его разложение по базису, сконструированному из вейвлетов, в процессе которого базовый (материнский) вейвлет растягивается или сжимается (что соответствует изменению разрешения по частоте) и сдвигается по шкале времени.

Существенным отличием вейвлет-преобразования от преобразования Фурье является временная локализация. Спектральный анализ «даёт информацию только о частотном спектре всего анализируемого сигнала, но не даёт информации о том, в какой момент в сигнале присутствовали колебания на той или иной частоте» [Захарова, Шестаков, 2025. С. 51]; «этот метод не может локализовать частотные компоненты во времени, а только анализирует их наличие и величину, ... не позволяет определить, присутствовала ли данная частота в сигнале всегда, или она появилась в какой-то момент» [Там же. С. 45]. За счёт того, что вейвлет-преобразование «...имеет гибкое частотно-временное окно, которое автоматически сужается при рассмотрении высокочастотных явлений и расширяется при изучении низкочастотных областей» [Там же. С. 91], с его помощью можно получить одновременно хорошее и частотное, и временное разрешение.

¹ С ними можно познакомиться, например, в [Витязев, 2001; Захарова, Шестаков, 2025; Crowley, 2005].

² Название происходит от французского слова *ondelette* («маленькая волна»), которое было использовано геофизиком Ж. Морле при разработке метода анализа сейсмических сигналов.

³ Далее для строгости изложения термин «период» мы будем употреблять в значении величины, обратной частоте колебаний.

Более того, спектральный анализ требует стационарности рядов, регулярной и фиксированной периодичности циклов и, следовательно, предварительной обработки нестационарных рядов, с принятием зачастую субъективных предпосылок. Вейвлет-анализ не выдвигает условий к данным, а потому наилучшим образом подходит для декомпозиции временных рядов длиной до трёх столетий, которым присущи структурные сдвиги, смены режимов, наложение волн, нерегулярность колебаний, амплитудные модуляции. Ограничение, связанное с применением вейвлет-преобразования, связано с краевыми эффектами. Поскольку вейвлеты имеют конечную протяжённость во времени, их поддержка может выходить за пределы выборки вблизи начальной и конечной точек, что приводит к искажению вейвлет-коэффициентов в этих областях. Это означает, что интерпретация результатов вблизи границ временного ряда требует осторожности.

Результатом вейвлет-декомпозиции является представление временного ряда в виде суммы компонентов, каждый из которых соответствует произведению версии базового вейвлета (масштабированного и сдвинутого по оси времени) на вейвлет-коэффициент. Последний отвечает за качество «подгонки»: чем ближе вид временного ряда в окрестности данного момента времени к виду вейвлета, тем большую абсолютную величину имеет вейвлет-коэффициент.

В целом вейвлет-анализ является на данный момент наиболее мощным инструментом изучения частотно-временных характеристик экономических временных рядов. Он идеально подходит для решения задачи, поставленной в статье, — выявления особенностей процессов, которые проявляют себя через долгосрочные колебания, параметры которых меняются во времени.

В наших расчётах использовалось непрерывное вейвлет-преобразование, которое больше подходит для анализа временных рядов, чем дискретное [Aguiar-Conraria, Soares, 2014; Crowley, Hallett, 2021]. Применялся WaveletToolbox пакета Матлаб (версия R2025b), семейство вейвлетов Морзе [Lilly, Olhede, 2012].

Целью вейвлет-декомпозиции данных в настоящем исследовании является выявление низкочастотных компонентов, вносящих существенный вклад в формирование траектории анализируемого статистического показателя, и определение особенностей их поведения на временном горизонте, охватывающем СЦН. Указанием на «жизненные циклы» некоторого процесса в накоплении капитала станут эпизоды амплитудной модуляции — возрастание и затем снижение размаха колебаний — и их временная локализация. О содержании процесса можно будет судить по экономическому смыслу исходного статистического показателя.

Расчёты по получению частотно-временных характеристик выбранных временных рядов с помощью непрерывного вейвлет-преобразования проводились по следующему алгоритму.

Алгоритм расчётов

Первый шаг — разложение временных рядов выбранных показателей с помощью WaveletToolbox и получение полного набора частотно-временных характеристик. Второй шаг — выделение компонентов вейвлет-декомпозиции, внесших наиболее значимый вклад в формирование траектории анализируемого временного ряда. Решению этой задачи служат оценки средней вейвлет-мощности (*average wavelet power*). Она позволяет судить об относительной значимости компонентов вейвлет-декомпозиции на всей выборке. С содержательной точки зрения локальные максимумы средней вейвлет-мощности укажут на процессы, обладавшие самой большой интенсивностью (амплитудой колебаний) и внесшие наиболее существенный вклад в формирование траектории исходного показателя. Напротив, слабая выраженность процесса проявится в вялых колебаниях с низкой амплитудой, малых значениях вейвлет-коэффициентов и низкой средней вейвлет-мощности.

Исходя из задачи исследования, мы не будем учитывать компоненты с периодами менее 10 лет как относящиеся к кратко- и среднесрочным флуктуациям. Пики средней вейвлет-мощности с более длинными периодами можно интерпретировать как маркеры основных длинноволновых трендов в составе анализируемого временного ряда.

Далее, принимая во внимание размытость границ и нерегулярность экономических циклов, мы будем рассматривать не точечное значение локального максимума средней вейвлет-мощности, а некоторый интервал периодов вокруг этого пика. Он определяется так, чтобы не «захватить» ближайший пик с меньшим значением. Отметим, что попадание в него малозначащих компонентов слабо скажется на результате, так как соответствующий вейвлет-коэффициент будет небольшим. Сумма (точнее интегральная величина) компонентов вейвлет-декомпозиции с выбранными периодами даст «основной длинноволновый компонент», циклическую трендовую составляющую исходного показателя. Его расчёт — это третий шаг алгоритма.

Траектории длинноволновых компонентов трендов являются основой для дальнейшего анализа. Участки с широким размахом колебаний укажут на высокую интенсивность процесса, а снижение амплитуды — об иссякании его «энергии». Временной промежуток, в течение которого происходит амплитудная модуляция, является ориентиром для определения длительности «жизненного цикла». Сравнение траекторий основных длинноволновых компонентов различных показателей с учётом их экономического смысла станет основанием для заключений о течении СЦН, его фазах и возможности их соотнесения с К-волнами.

Представление результатов расчётов начнём с американского СЦН. Такой (не хронологический) порядок изложения связан с большей информативностью расчётов по США, обусловленной более высоким качеством статистики в XX в.

Результаты расчётов

Американский системный цикл

В табл. 1 приведены данные о локальных максимумах спектра средней вейвлет-мощности, периодах основных волн и длине временных рядов, участвующих в анализе. Рисунки с оценками средней вейвлет-мощности по частотно-временной декомпозиции показателей в американском СЦН даны в Приложении 2.

Как явствует из табл. 1, в частотно-временном разложении номинальных процентных ставок в среднем наибольшую величину имеет компонент с периодом 69 лет; в расчётный

Таблица 1

Характеристики основных длинноволновых компонентов показателей накопления в американском системном цикле

Показатель	Пик средней вейвлет-мощности, период, лет	Периоды основного длинноволнового компонента, лет	Выборка, годы
Номинальные процентные ставки	69	45–80	1798–2024
Реальные процентные ставки	17/34	15–45	1798–2024
Подушевое потребление первичной энергии	18	15–25	1801–2020
Отношение импорта к экспорту	16/24	10–25	1929–2019

Источник: расчёты автора по источникам, указанным в Приложении 1.

интегральный компонент вошли колебания с периодами от 45 до 80 лет. Необходимо отметить, что из-за краевых эффектов вейвлет-преобразования с достаточной уверенностью следует говорить о таких волнах, начиная с середины XIX в. Для траектории реального роста капитала значимы более быстрые процессы. Равную среднюю вейвлет-мощность показали компоненты с периодом колебаний 17 и 34 года, поэтому в расчётной волне они были объединены в интервал 15–45 лет. Интенсивность динамики подушевого потребления первичной энергии и импорта относительно экспорта задаётся процессами с длиной волны 15–25 лет и 10–25 лет, соответственно. В целом значения средней вейвлет-мощности согласуются с нашей исходной гипотезой о длинных волнах в номинальном возрастании капитала и в более коротких процессах, течение которых может различаться в зависимости от фаз СЦН.

Кривые основных длинноволновых компонентов из вейвлет-декомпозиций номинальной и реальной процентных ставок представлены на рис. 1 (здесь и далее, чтобы отличать вейвлет-компоненты от исходных данных, в подписях переменных в скобках проставлены периоды колебаний). Для демонстрации масштабов изменений приведены данные и по XIX в., когда США только набирали вес в мировой экономике, играя в ней подчинённую роль. Как показывает зелёная линия на рис. 1, амплитуда медленных колебаний тренда номинальных процентных ставок увеличивается в конце XIX в., а к 2020 г. снижается практически до исходного уровня. Высокая интенсивность номинального накопления приходится, таким образом, на весь XX в.

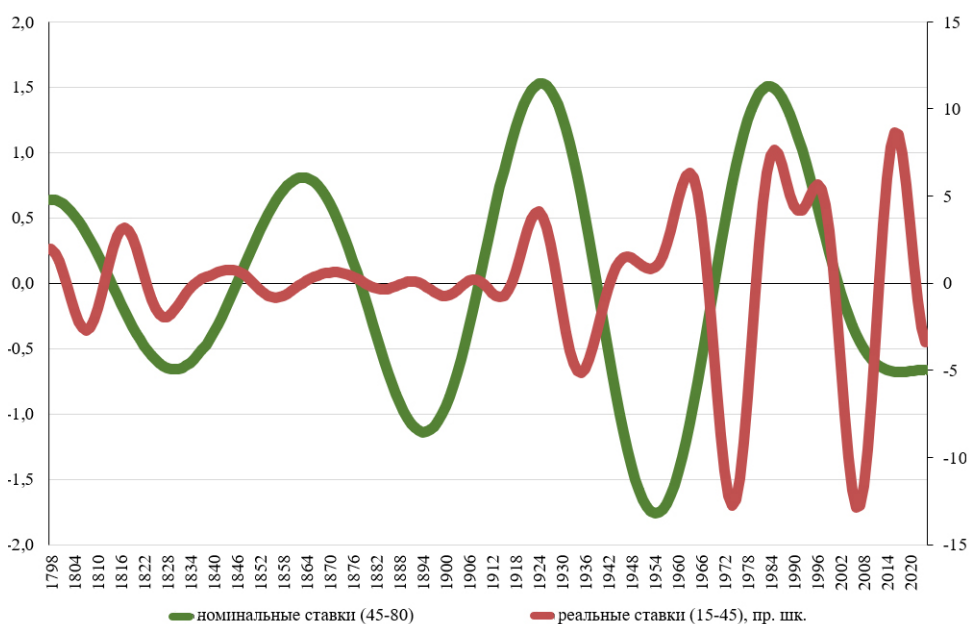


Рис. 1. Длинноволновые тренды в номинальных и реальных процентных ставках в американском СЦН, %
 Источник: расчёты автора по данным, указанным в Приложении 1.

В траектории длинноволнового компонента реальных процентных ставок выделяются два участка (красная линия). В течение XIX в. амплитуда колебаний интегрального компонента близка к нулю, что неудивительно для экономики, встающей на самостоятельный путь развития после обретения независимости в конце XVIII в. Размах колебаний резко возрастает с начала XX в., сигнализируя о вступлении экономики США в новую эру. Траектория волнового тренда сложная, учитывая, что в ней совмещены компоненты с пиками в 17 и 34 года. Вопреки предположениям, она указывает не на две фазы, а только на высокую интенсивность реального накопления капитала на протяжении XX столетия. Тем не менее можно заметить, что локальные максимумы волн реальных ставок, указывающие на наибольшую интенсивность процесса, совпадают с пиками тренда номинальных

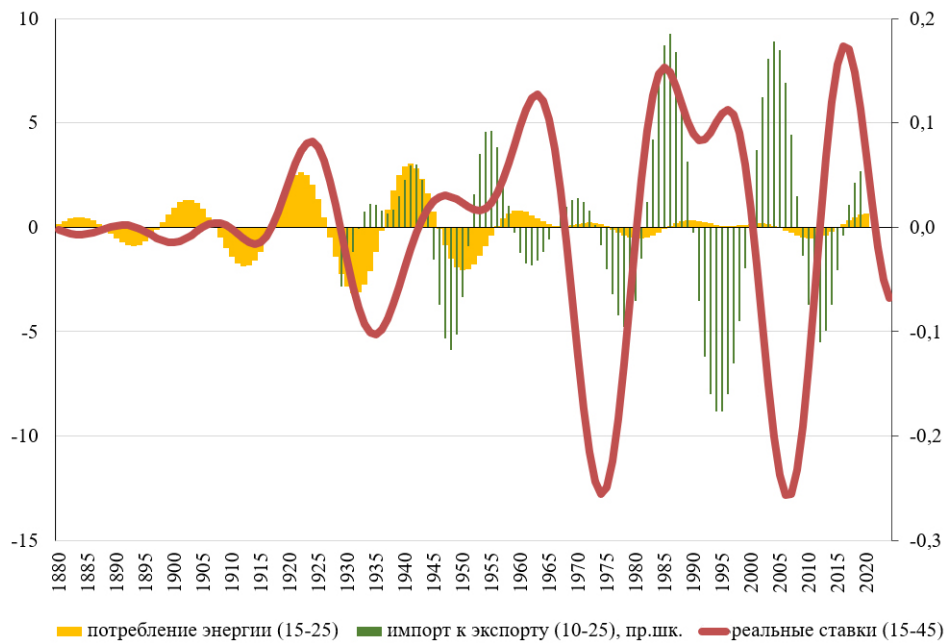


Рис. 2. Основные длинноволновые тренды реальной доходности, темпов поддушевого потребления первичной энергии и отношения импорта к экспорту в американском СЦН, %

Источник: расчёты автора по данным, указанным в Приложении 1.

ставок в 1920-е гг. и 1980-е гг., причём нигде более таких совмещений не наблюдается. Вероятно, это может быть указанием на разворачивание фаз СЦН.

На рис. 2 показаны основные длинноволновые компоненты вейвлет-декомпозиции поддушевого потребления первичной энергии в США и объёмов импорта относительно экспорта. Для соотнесения с зоной всего СЦН они дополнены соответствующим компонентом из разложения реальных ставок (красная линия). Как можно видеть, размах колебаний трендов в энергетической обеспеченности (закрашенная область) увеличивается с начала XX в. и по 1950-е гг., что говорит о бурном развитии энергетики США. Этот временной отрезок соответствует первой половине американского СЦН и относится к фазе национально-ориентированной материальной экспансии капитала. С середины 1960-х гг. амплитуда снижается, процессы затухают.

Напротив, интенсивность внешнеторговых потоков (столбчатые области) с 1970-х гг. резко возрастает, что соответствует второй фазе американского СЦН. Д. Арриги датирует переход к финансовой экспансии «примерно 1970-м годом» [Арриги, 2006. С. 283]. Наивысшие абсолютные значения верхних и нижних точек траектории доминирующего компонента вейвлет-декомпозиции приходятся на временной промежуток с середины 1980-х гг. по середину 2000-х гг..

Нельзя не отметить, что до этого, в 1930–1960-е гг., в траектории рассматриваемого компонента также наблюдалась амплитудная модуляция, но в заметно более узком интервале. Для объяснения этих процессов необходимо принять во внимание, что импорт и экспорт представляют собой разнонаправленные потоки стоимости. Как уже упоминалось, явным признаком наступления второй фазы СЦН является переход сальдо торгового баланса из устойчиво положительной в отрицательную область, с последующим увеличением его величины относительно ВВП. В США он произошёл в 1970-е гг. До этого внешняя торговля, безусловно, также имела значение для развития американской экономики; страна выступала в роли чистого экспортёра, что было следствием более быстрого роста внутреннего предложения по сравнению со спросом и высокой конкурентоспособности американских товаров на внешнем рынке.

Итак, интенсивность процессов, в значительной мере формирующих траекторию номинальных и реальных процентных ставок, согласуются с гипотезой об американском СЦН, дляншемся с начала XX века. Идентифицировать две фазы столетнего цикла возможно по амплитудным модуляциям волновых трендов в подушевом потреблении первичной энергии и отношения импорта к экспорту. В дополнение к результатам вейвлет-преобразования сохраняет важность анализ «сырых» данных о сальдо торгового баланса. Однако, вопреки ожиданиям, длинноволновый компонент вейвлет-декомпозиции реальных ставок не дал возможности сделать заключения о ходе американского СЦН.

Перейдём к результатам вейвлет-декомпозиции основных показателей накопления капитала в британском СЦН.

Британский системный цикл

Сводные данные о максимумах средней вейвлет-мощности, периодах основных длинноволновых компонентов и длине временных рядов в британском СЦН представлены в табл. 2. Рисунки с оценками вейвлет-мощности содержатся в Приложении 3. Основными анализируемыми показателями, как и в американском примере, являются долгосрочная номинальная и реальная процентные ставки, подушевое потребление первичной энергии и импорт относительно экспорта. Они дополнены показателем «товарные цены, выраженные в золоте, средний уровень 1901–1910 гг. = 100%» из арсенала Н. Кондратьева. Отметим, что учёный также изучал курсы твердоходных бумаг, включая Английский консолидированный аннуитет, — основной инструмент финансирования государственного долга Британии в XVIII–XIX вв., и разнообразные индикаторы внешнеэкономической деятельности.

Таблица 2

Характеристики основных длинноволновых компонентов показателей накопления в британском системном цикле

Показатель	Пик средней вейвлет-мощности, период, лет	Периоды основного длинноволнового компонента, лет	Выборка, годы
Номинальная процентная ставка	85	55–90	1729–2023
Реальная процентная ставка	34	25–55	1729–2023
Отношение импорта к экспорту	34	25–55	1700–1910
Подушевое потребление первичной энергии	49	35–60	1730–1941
Н. Кондратьев: товарные цены в золоте, 1901–1910 = 100	40	35–45	1787–1922
Н. Кондратьев: товарные цены в золоте, г/г	14	10–25	1788–1922

Источник: расчёты автора по источникам, указанным в Приложении 1.

Периоды основного длинноволнового компонента из вейвлет-декомпозиции номинальных ставок составили 55–90 лет. Процессы, генерирующие волны в траекториях реальных процентных ставок и импорта относительно экспорта, примерно вдвое быстрее: длина волны составляет 25–55 лет. В траекторию подушевого потребления первичной энергии наибольший вклад вносили процессы с волнами длиной 35–60 лет.

Если рассматривать временной промежуток с начала XVIII в. и до Первой мировой войны (окончания британского СЦН, по Арриги), то в траектории основных компонентов

вейвлет-декомпозиции номинальной процентной ставки просматриваются две области. Первая — это медленные процессы с колебаниями, которые завершаются в 1880-е гг. (красная линия на рис. 3). Значение гребня волны, приходящегося на середину 1850 гг., несколько меньше предшествующего (на стыке веков). Это, вместе с проседанием нижней точки волны в 1880-е гг., может служить признаком снижения интенсивности процессов накопления номинального капитала к концу XIX в. Скачок амплитуды в начале XX в. относится, очевидно, к общему усилению волатильности экономических процессов в преддверии Первой мировой войны. Он характеризует уже переходный период, а не собственно британский СЦН: как было показано нами ранее, на рубеже XVIII–XIX вв. США обогнали Британию по развитию производительных сил, измеренному уровнем энергетической обеспеченности [Волынский, Плущевская, 2024].

В траектории основного длинноволнового компонента из декомпозиции реальных процентных ставок прослеживаются три участка (зеленая линия на рис. 3). Первый, с высокой интенсивностью процессов, охватывает период с 1760-е гг. по 1830-е гг. Второй, до начала XX в., обладает заметно более вялой динамикой и выглядит как исчерпание потенциала предшествующего развития. Последний участок — это взлёт амплитуды, который, как и в случае с номинальными ставками, следует объяснить повышением общей турбулентности в мировом хозяйстве. В целом в траектории длинноволнового тренда в реальных процентных ставках выделяются два «жизненных цикла» процессов продолжительностью не менее 60 лет, протекающих с разной интенсивностью и указывающих на две фазы СЦН.

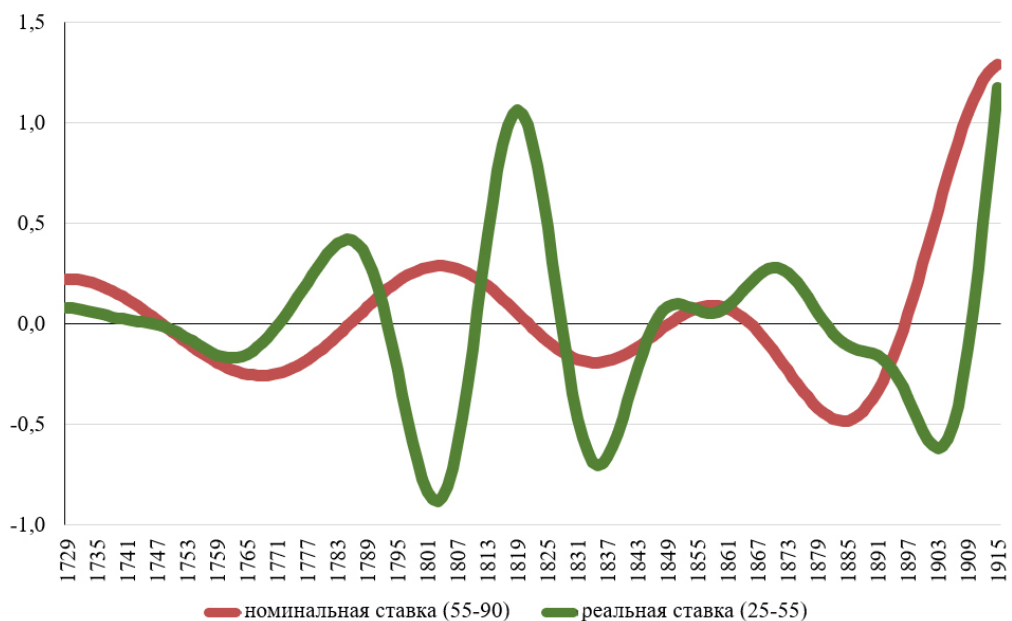


Рис. 3. Длинноволновые тренды в номинальных и реальных процентных ставках в британском СЦН, %
Источник: расчёты автора по данным, указанным в Приложении 1.

Можно ожидать, что относительная автономность процессов номинального и реального накопления капитала проявится в колебаниях цен. Обратимся к показателю «средний уровень товарных цен ... перечисленных на золото ... относительно среднего уровня цен в 1901–1910 гг.», с которым работал Н. Кондратьев [Кондратьев, 2002. С. 349–351]. Временные ряды охватывали горизонт 1780–1922 гг., покрывая, таким образом, британский СЦН. Учёный выявил в них большие волны с длиной, лежащей в интервале от 47 до 60 лет [Там же. С. 351]. В этих же данных А. Фокаччи с помощью дискретного вейвлет-преобразования обнаружил колебания с периодами на фиксированном окне

шириной 32–64 года [Focacci, 2023]. Колебания с таким же частотным окном показали значимость по результатам дискретного вейвлет-преобразования временных рядов индексов оптовых цен в США, Англии и Франции за период 1791–2012 гг., проведённого М. Галлегати [Gallegati, 2016].

Согласно нашим оценкам с применением непрерывного вейвлет-преобразования, в декомпозиции «товарных цен» Н. Кондратьева преобладает компонент с периодами в 35–45 лет, что согласуется с приведёнными выше результатами последних исследований. Его траектория представляет собой колебания с постоянной амплитудой (столбчатые области на рис. 4), которая говорит о примерно одинаковой интенсивности процессов, генерирующих данные, на рассматриваемом временном промежутке длительностью более ста лет. Тренды в рассчитанных нами годовых темпах прироста показателя (которые можно было бы соотнести, например, с реальной доходностью) не несут в себе дополнительной информации (непрерывная линия на рис. 4).

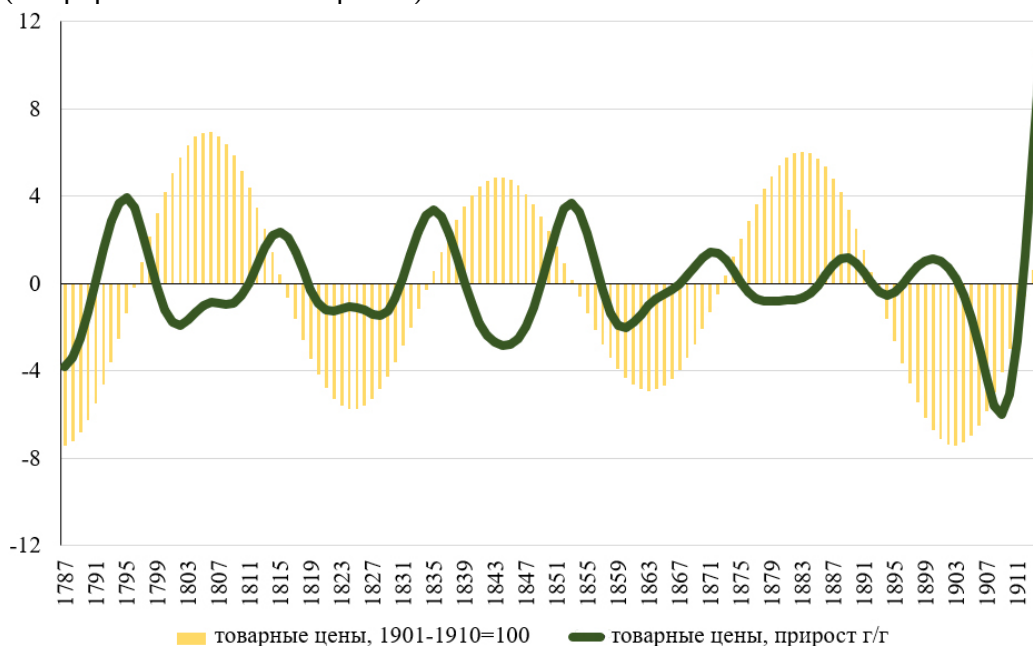


Рис. 4. Длинноволновые тренды в уровне и темпах прироста «товарных цен в золоте» в британском СЦН, %
Источники: расчёты автора по данным, указанным в Приложении 1.

При интерпретации полученных результатов и, в частности, разницы в длине волн по расчётам Н. Кондратьева и нашим необходимо обратить внимание на следующие обстоятельства. Первое — сильная, по современным меркам, методологическая зашумлённость показателя из арсенала Н. Кондратьева. Учёный «смыкал» (по его выражению) длинный ряд из «индексов Джевонса, Зауэрбека и Зильберлинга» [Кондратьев, 2002. С. 349], которые исчислялись по товарным корзинам с разным составом, причём без фиксации весов субиндексов. Таким образом, мы имеем дело со стоимостью некоторой разнородной совокупности товаров с меняющимся составом, которая с большой погрешностью аппроксимирует покупательную способность условной единицы капитала, выраженной в золоте.

Тем не менее более важен другой методологический аспект. Если в номинальных ставках доминируют вековые процессы, а в реальных — полувековые, то «жизненный цикл» движения цен должен составлять около ста лет. При этом возникает вопрос о том, с помощью каких показателей его следует измерять. Страновая статистика фиксирует ценовую динамику в пределах национальной экономики; она будет релевантна для изучения фазы материальной экспансии, т. е. половины «жизненного цикла» ценовых процессов. Вероятно, для анализа динамики цен на стадии финансовой экспансии или всего СЦН следует использовать данные о мировых ценах, но здесь необходимо обосновать

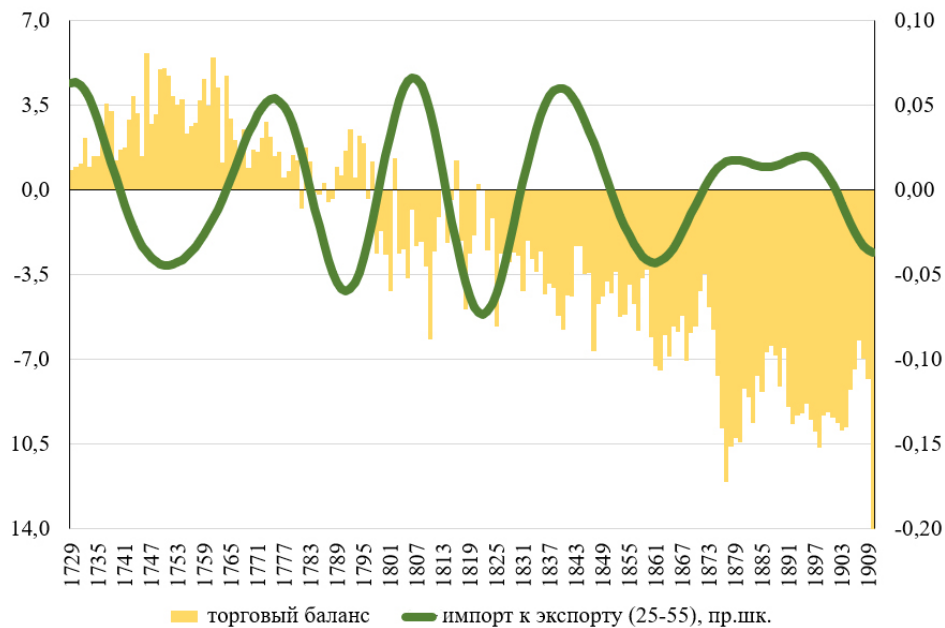


Рис. 5. Сальдо торгового баланса (% к ВВП) и длинноволновый тренд в отношении импорта к экспорту (%) в британском СЦН

Источник: расчёты автора по данным, указанным в Приложении 1.

выбор товарных позиций и оценить взаимосвязи между национальными и глобальными индексами цен. Всё это ставит задачи, решение которых выходит за рамки настоящего исследования.

Следующий показатель в нашем анализе — отношение объёмов импорта к экспорту. Периоды основного длинноволнового компонента его вейвлет-декомпозиции совпадают с периодами интегрального компонента в реальной доходности, но в траектории тренда выделяются не три эпизода, а два (линия на рис. 5). Первый начинается в XVIII в. и завершается в 1860-е гг. То обстоятельство, что, вопреки ожиданиям, на стадии материальной экспансии капитала интенсивность внешнеторговых процессов та же, что и в фазе финансовой экспансии, может объясняться «практически общепринятым» тезисом о том, что «выдающуюся роль в создании предпосылок для индустриализации <Британии> сыграли колониализм и колониальная торговля» [Соколов, 2012. С. 37].

Следующий эпизод в траектории основного компонента вейвлет-декомпозиции импорта относительно экспорта (1860-е гг. — начало XX в.) отличается резким снижением амплитуды колебаний и смазанной цикличностью, что указывает на то, что внешнеторговые механизмы накопления капитала в британском СЦН достигают своих пределов к концу XIX в.

В целом следует признать, что в случае Британии динамика основного волнового компонента внешней торговли не позволяет судить о стадиях в эволюции капитала в СЦН. Напротив, ясное представление о них даёт динамика торгового баланса в отношении к ВВП (желтый области на рис. 5). По ней видно, что импорт стал устойчиво превышать объёмы экспорта в середине 1820-х гг., знаменуя переход к стадии финансовой экспансии. Стабилизация торгового сальдо в отрицательной области произошла в 1870-е гг. (после быстрого роста в предыдущие пять десятилетий), что подтверждает вывод об исчерпании потенциала внешней торговли как драйвера развития Британии, сделанный по итогам вейвлет-анализа.

Интенсивность подушевого потребления первичной энергии, аппроксимируемая размахом колебаний соответствующего длинноволнового тренда, имеет качественно иную динамику (зелёные области на рис. 6). На протяжении XVIII–XIX вв. она демонстрирует

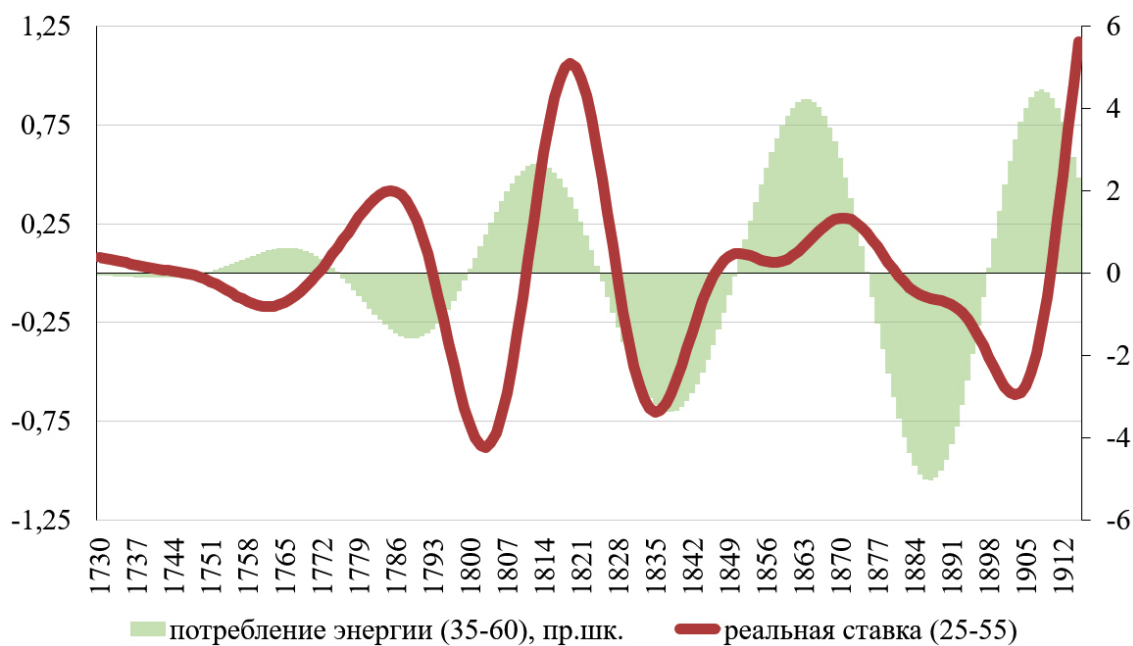


Рис.6. Длинноволновые тренды в подушевом потреблении первичной энергии и реальной процентной ставке в британском СЦН, %

Источник: расчёты автора по данным, указанным в Приложении 1.

бурный устойчивый рост без признаков амплитудных модуляций и, очевидно, отражает всемирный энергетический переход, в котором Британия играла ведущую роль. По-видимому, колоссальные масштабы этих процессов «засвечивают» специфику британского СЦН.

Итак, с помощью непрерывной вейвлет-декомпозиции в британском СЦН обнаружены признаки векового цикла в длинноволновых трендах номинальной процентной ставки и импорта относительно экспорта, а свидетельства полувекового цикла — в декомпозиции реальных процентных ставок. Высокую информативность продемонстрировали данные о сальдо торгового баланса, тогда как длинноволновые тренды, рассчитанные на основе вейвлет-преобразования показателей импорта относительно экспорта и подушевого потребления первичной энергии, убедительных свидетельств циклов не предоставили.

В целом результаты вейвлет-анализа показателей накопления капитала в британском и американском СЦН можно обобщить следующим образом. Характеристики основных длинноволновых компонентов номинальных процентных ставок в обоих примерах идентифицируют вековые циклы накопления капитала. Они заключены в промежутки с середины XVIII в. и по 1870-е гг. в Британии и с начала XX в. и до настоящего времени — в США. В последнем случае столетний цикл уверенно выделяется также по траектории тренда реальных процентных ставок. Свидетельствами двух полувековых стадий накопления капитала, или К-волн в интерпретации Н. Кондратьева, в американском СЦН выступают амплитудные модуляции волновых трендов вейвлет-декомпозиции энергетической оснащённости и внешнеторговой активности. Первая фаза характеризуется высокой интенсивностью процессов в области энергетической обеспеченности экономики США, что соответствует её содержательному наполнению как эпохи материальной экспансии капитала страны — растущего гегемона; во второй фазе усиливается интенсивность внешнеторговых процессов. В британском СЦН признаком смены фаз являются амплитудные модуляции в траектории длинноволнового компонента реальных процентных ставок.

Таким образом, в обоих СЦН, британском и американском, вейвлет-декомпозиция номинальных процентных ставок позволила идентифицировать столетний цикл.

Показатели, длинноволновые тренды которых указали на полувековые циклы, были в двух СЦН разными. Тем не менее они представляли собой характеристики реального накопления капитала. В обоих страновых примерах высокоинформативным индикатором эволюции капитала в вековом цикле, включая изменение форм его экспансии, является сальдо торгового баланса.

Выводы

Итак, в настоящем исследовании поставлен вопрос о включении полувековых волн Кондратьева в столетние СЦН Д. Арриги. Он исходит из предпосылок о продуктивности анализа экономических колебаний различной длительности как единой системы и о высоком научно-практическом потенциале синтеза теоретических постулатов Д. Арриги и эмпирического подхода к изучению долгосрочной цикличности, восходящего к трудам Н. Кондратьева. Высказаны гипотезы о том, что источником СЦН является движение денежного капитала страны-гегемона в номинальном выражении, а двух его фаз — процессы в реальном накоплении и что полувековые «жизненные циклы» материальной и финансовой экспансии можно интерпретировать как К-волны,

Проведённое исследование позволило получить следующие теоретические и эмпирические результаты. Прежде всего показана общность взглядов Д. Арриги и Н. Кондратьева на долгосрочную цикличность как феномен накопления глобального капитала, что является необходимым условием для объединения К-волн и СЦН. Отметим, что кондратьевская трактовка «больших волн конъюнктуры» расходится с их последующими интерпретациями, включая преобладающую в настоящее время инновационно-технологическую. Данное обстоятельство может потребовать дополнительного обоснования её предпочтительности.

Исходя из принятой теоретической предпосылки предложен подход к эмпирической верификации, состоящий в выявлении «жизненных циклов» в долгосрочных процессах накопления капитала вместо традиционного поиска в данных колебаний с вековыми или полувековыми периодами. Для этого с помощью непрерывного вейвлет-преобразования оценивались частотно-временные характеристики движения капитала в СЦН.

Анализ траекторий длинноволновых компонентов временных рядов номинальных процентных ставок подкрепил гипотезу о вековых циклах в накоплении номинального денежного капитала в обоих рассматриваемых СЦН, британском (с середины XVIII в. по 1870-е гг.) и американском (с начала XX в. по настоящее время). Однако свидетельства полувековых процессов в накоплении капитала в реальном выражении, которые можно расценивать как К-волны в интерпретации Н. Кондратьева, оказались неоднородными. В американском цикле две фазы СЦН обнаруживаются с помощью компонентов вейвлет-декомпозиции показателей энергетической обеспеченности и внешней торговли, а в британском цикле — в трендах реальных процентных ставок. Универсальным критерием смены стадий в обоих СЦН выступило только сальдо торгового баланса. С одной стороны, перечисленные показатели характеризуют механизмы реального накопления, что соответствует исходной гипотезе исследования. С другой стороны, полученный результат определяет высокую актуальность дальнейшего поиска количественных индикаторов реального накопления глобального капитала, а также уточнения методики расчётов.

В целом дальнейшие исследования должны быть сосредоточены на углублении понимания процессов, стоящих за арригиевскими и кондратьевскими волнами, расширении круга релевантных показателей, развитии методологии анализа колебаний с различными периодами. В качестве перспективной задачи следует указать разработку модели, включающей факторы экономических циклов различной продолжительности.

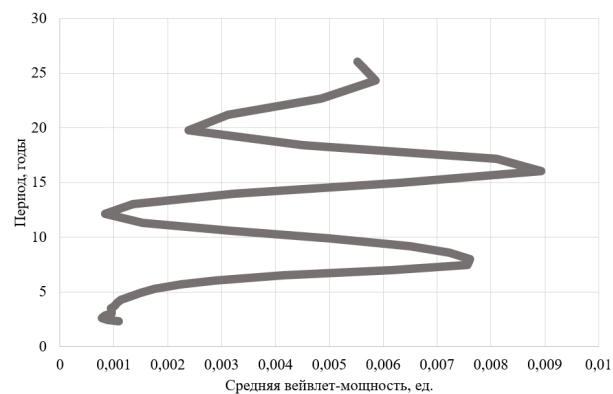
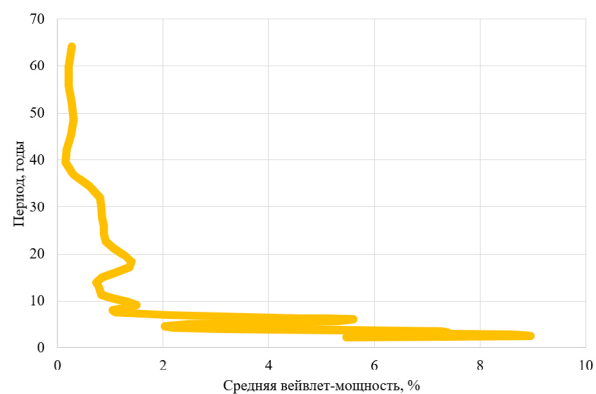
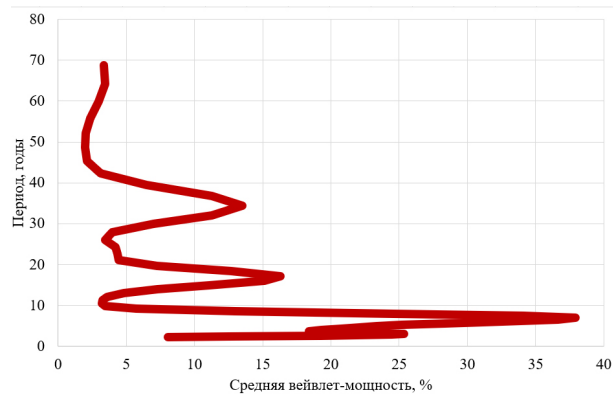
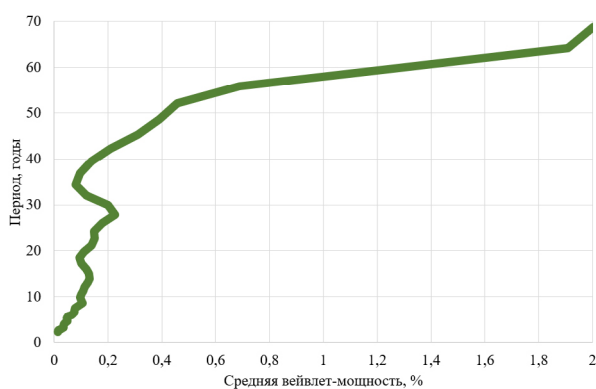
ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ИСТОЧНИКИ ДАННЫХ ДЛЯ РАСЧЁТОВ

- Кондратьев Н.Д. (2021). *Большие циклы конъюнктуры: Избранные работы*. — М.: Юрайт, URL: <https://urait.ru/bcode/471568> (дата обращения: 03.12.2025).
- A millennium of macroeconomic data for the UK* // The Bank of England's collection of historical macroeconomic and financial statistics. URL: <https://www.bankofengland.co.uk/statistics/research-datasets> (access date: 03.12.2025).
- Annual Energy Review, AER* (2009). // US Energy Information Administration. URL: <https://www.eia.gov/aer/> (access date: 03.12.2025).
- Clark G. *Data on the History of the English Economy, 1150-1914*. URL: <https://faculty.econ.ucdavis.edu/faculty/gclark/data.html> (access date: 03.12.2025).
- Homer S., Sylla R. (2005). *A History of Interest Rates*. — New Jersey: Wiley.
- International Financial Statistics*. URL: <https://www.imf.org/en/data> (access date: 03.12.2025).
- Officer L. H. (2025). What Was the Interest Rate Then? // *MeasuringWorth*. URL: <https://www.measuringworth.com/datasets/interestrates/intstudy.pdf> (access date: 03.12.2025).
- Officer L. H., Williamson S.H. (2025). The Price of Gold, 1257-2014 // *MeasuringWorth*. URL: <https://www.measuringworth.com/datasets/gold/result.php> (access date: 03.12.2025).
- Our World in Data*. URL: <https://ourworldindata.org/> (access date: 03.12.2025).
- Mitchell B.R. (1988). *British historical statistics*. — Cambridge: Cambridge University Press.
- Mitchell B.R. (1992). *International historical statistics: Europe 1750-1988*. — New York: Stockton Press.
- Suits R.M., Matteson N. J., Moyer E.J. (2020). Energy Transitions in U.S. History, 1800-2019 // *RDCEP Working Paper Series*. URL: http://www.rdcep.org/s/Suits_Matteson_Moyer_2020_Energy_Transitions.pdf (access date: 03.12.2025).
- Warde P. (2007). *Energy consumption in England and Wales. 1560-2000*. — Consiglio Nazionale delle Ricerche. Istituto di Studi sulle Società del Mediterraneo.

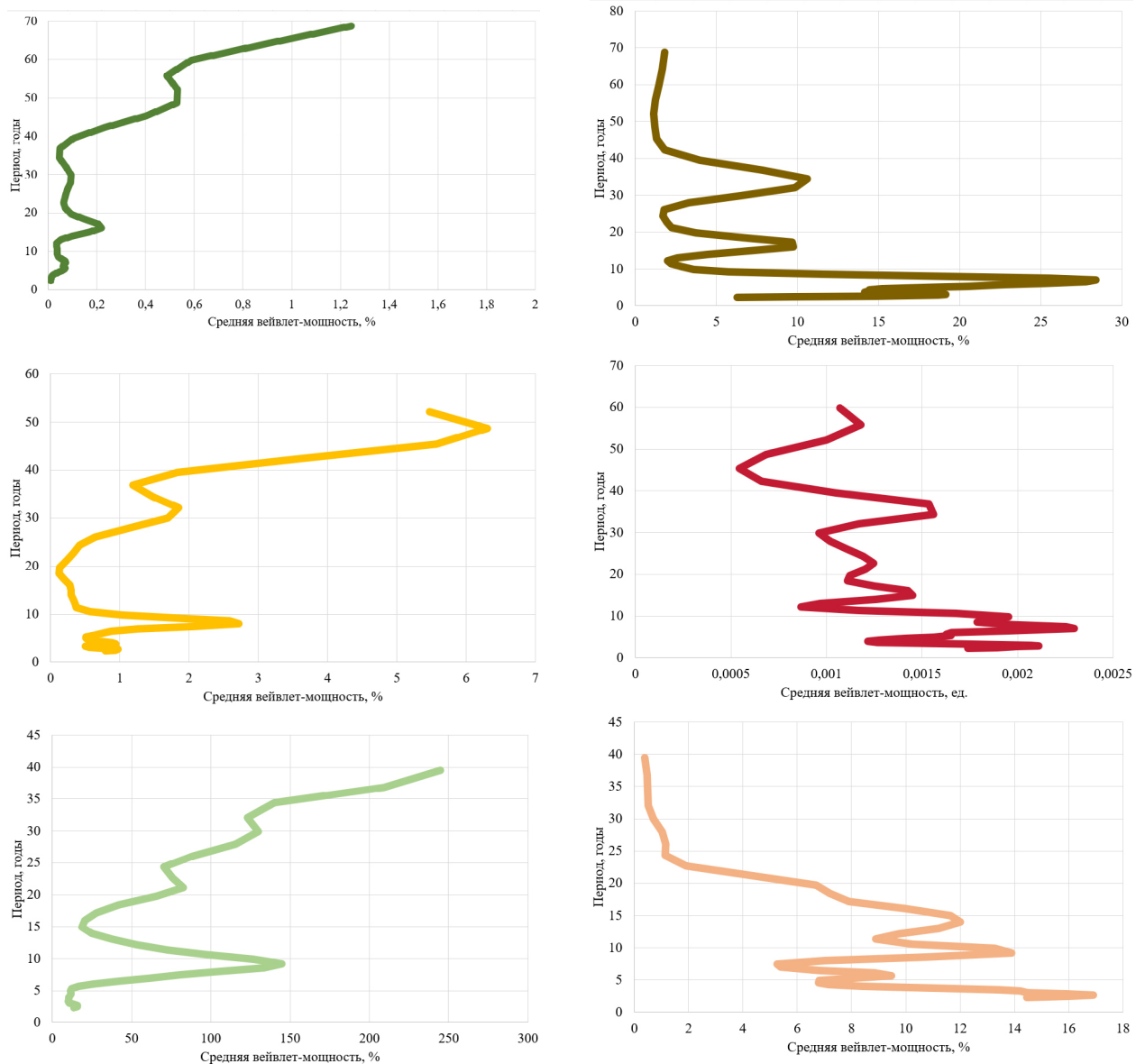
ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Средняя вейвлет-мощность в американском СЦН



ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Средняя вейвлет-мощность в британском СЦН



ЛИТЕРАТУРА

- Арриги Д. (2006). *Долгий двадцатый век. Деньги, власть и истоки нашего времени*. — М.: Территория будущего.
- Витязев В.В. (2001). *Вейвлет-анализ временных рядов: Учеб. пособие*. — СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та.
- Вольнский А.И., Плущевская Ю.Л. (2024). Переход к новому системному циклу накопления: место Китая // *Journal of Institutional Studies*. № 16(4). С. 113–127. DOI: 10.17835/2076-6297.2024.16.4.113-127.
- Глазьев С.Ю. (2020). О периодической системе мирового капиталистического развития // *Путь России в будущий мировой порядок: Мат-лы III Междунар. научно-практ. конф. «Арригиевские чтения» 22–24 окт. 2020 г. В 2-х ч. Ч. 1* / Ред. А.А. Федотов, С.Ю. Глазьев, А.Г. Зайцев, Н.В. Спасская, Е.В. Такмакова. — Орёл: ФГБОУ ВО «ОГУ им. И.С. Тургенева». С. 11–21. EDN: VTEXJA.
- Гринин Л.Е., Коротаев А.В. (2014). Взаимосвязь длинных и среднесрочных циклов (кондратьевских волн и жюгляровских циклов) // *Кондратьевские волны*. № 3. С. 15–73.
- Гринин Л.Е., Коротаев А.В. (2017). О некоторых аспектах истории исследования длинноволновой динамики // *Н.Д. Кондратьев: кризисы и прогнозы в свете теории длинных волн. Взгляд из современности: Сб. статей* / Л.Е. Гринин, А.В. Коротаев, В.М. Бондаренко (Ред.). — М.: Учитель. С. 82–105. EDN: ZHVVOD.
- Захарова Т.В., Шестаков О.В. (2025). *Вейвлет-анализ и его приложения*. — М.: Инфра-М.

- Кондратьев Н.Д. (2002). *Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения: Избранные труды*. — М.: Экономика.
- Лола И.С. (2014). Вклад Е.Е. Слуцкого в изучение циклов экономической конъюнктуры // *Вопросы статистики*. № 7. С. 80–83. DOI: 10.34023/2313-6383-2014-0-7-80-83.
- Пантин В.И., Айвазов А.Э. (2012). Циклы Кондратьева и эволюционные циклы мировой системы: обоснование и прогностический потенциал // *Кондратьевские волны: аспекты и перспективы*. С. 136–155.
- Плущевская Ю.Л. (2024). Модель «векового» цикла накопления финансового капитала // *Экономика и математические методы*. Т. 60. № 3. С. 30–42. DOI: 10.31857/S042473882403003.
- Плущевская Ю.Л. (2025). Сравнение концепций волн Кондратьева // *AlterEconomics*. № 22(4). С. 565–587. DOI: 10.31063/AlterEconomics/2025.22-4.1.
- Соколов В. (2012). *Британская империя как геоэкономическая система*. — М.: Экономика.
- Aguiar-Conraria L., Soares M.J. (2014). The continuous wavelet transform: Moving beyond uni- and bivariate analysis // *Journal of economic surveys*. No. 28(2). Pp. 344–375.
- Berry B.J. (2006). Recurrent instabilities in K-wave microhistory // *NATO security through science. Series E*. Vol. 5. Pp. 22–29.
- Berry B.J., Dean D.J. (2012). Long wave rhythms: A pictorial guide to 220 years of US history, with forecasts // *Kondratieff waves. Dimensions and prospects at the dawn of the 21st century*. Pp. 107–119.
- Crowley P.M. (2005). An intuitive guide to wavelets for economists // *Bank of Finland Research Discussion Papers*. No. 1.
- Crowley P.M., Hallett A.H. (2021). The evolution of US and UK real GDP components in the time-frequency domain: a continuous wavelet analysis // *Journal of Business Cycle Research*. No. 17(3). Pp. 233–261.
- Focacci A. (2023). A Wavelet investigation of periodic long swings in the economy: The original data of Kondratieff and some important series of GDP per capita // *Economies*. No. 11(9). P. 231. DOI: 10.3390/economies11090231.
- Gallegati M. (2016). Wavelet Estimation of Kondratieff Waves: An Application to Long Cycles in Prices and World GDP // *Kondratieff Waves: Cycles, Crises, and Forecasts*. Pp. 99–120.
- Hecht J. (2025). Are Long Waves 50 Years? Reexamining Economic and Financial Long Wave Periodicities in Kondratieff and Schumpeter // *Review of Political Economy*. No. 37(4). Pp. 1681–1715. DOI: 10.1080/09538259.2023.2280803.
- Lilly J.M., Olhede S.C. (2012). Generalized Morse wavelets as a superfamily of analytic wavelets // *IEEE Transactions on Signal Processing*. No. 60(11). Pp. 6036–6041.
- Mandel E. (1995). *Long waves of capitalist development: A Marxist interpretation*. — London, New York: Verso.

REFERENCES

- Aguiar-Conraria L., Soares M.J. (2014). The continuous wavelet transform: Moving beyond uni and bivariate analysis // *Journal of economic surveys*. No. 28(2). Pp. 344–375.
- Arrighi G. (2006). *The long twentieth century. Money, power, and the origins of our times*. — М.: Территория будущего. (In Russ.).
- Berry B.J. (2006). Recurrent instabilities in K-wave macrohistory // *NATO security through science. Series E*. Vol. 5. Pp. 22–29.
- Berry B.J., Dean D.J. (2012). Long wave rhythms: A pictorial guide to 220 years of US history, with forecasts // *Kondratieff waves. Dimensions and prospects at the dawn of the 21st century*. Pp. 107–119.
- Crowley P.M. (2005). An intuitive guide to wavelets for economists // *Bank of Finland Research Discussion Papers*. No. 1.
- Crowley P.M., Hallett A.H. (2021). The evolution of US and UK real GDP components in the time-frequency domain: a continuous wavelet analysis // *Journal of Business Cycle Research*. No. 17(3). Pp. 233–261.
- Focacci A. (2023). A Wavelet investigation of periodic long swings in the economy: The original data of Kondratieff and some important series of GDP per capita // *Economies*. No. 11(9). P. 231. DOI: 10.3390/economies11090231.
- Gallegati M. (2016). Wavelet Estimation of Kondratieff Waves: An Application to Long Cycles in Prices and World GDP // *Kondratieff Waves: Cycles, Crises, and Forecasts*. Pp. 99–120.
- Glazyev S.Yu. (2020). On the periodic table of world capitalist development // *Russia's path to the future world order: Coll. Of the Int. scien.-pract. conf. «Arrighian Readings» October 22–24, 2020*. In 2 parts. Part 1 / A.A. Fedotov, S.Yu. G. lazyev, A.G. Zaytsev, N.V. Spasskaya, E.V. Takmakova (Eds.). — Orel: FGBOU VO “OSU named after I.S. Turgenyev. Pp. 11–21. EDN: BTEXJA. (In Russ.).
- Grinin L.E., Korotayev A.V. (2014). Relationship of long and medium-term cycles (Kondratiev waves and Juglar cycles) // *Kondratyevskiye volny*. No. 3. Pp. 15–73. (In Russ.).
- Grinin L.E., Korotayev A.V. (2017). On some aspects of long-wave dynamics research // *N.D. Kondratiev: crises and fo recasts in the light of the theory of long waves. View from modernity*. Coll. of articles / L.E. Grinin, A.V. Korotayev, V.M. Bondarenko (Eds.). — М.: Uchitel. Pp. 82–105. EDN ZHVYOD. (In Russ.).
- Hecht J. (2025). Are Long Waves 50 Years? Reexamining Economic and Financial Long Wave Periodicities in Kondratieff and Schumpeter // *Review of Political Economy*. No. 37(4). Pp. 1681–1715. DOI: 10.1080/09538259.2023.2280803.
- Kondratyev N.D. (2002). *Long cycles of conjuncture and the theory of foresight*. Selected works. — М.: Экономика. (In Russ.).

- Lilly J.M., Olhede S.C. (2012). Generalized Morse wavelets as a superfamily of analytic wavelets // *IEEE Transactions on Signal Processing*. No. 60(11). Pp. 6036–6041.
- Lola I.S. (2014) Contribution of E.E. Slutsky to the study of cycles of economic conjuncture // *Voprosy statistiki*. No. 7. Pp. 80–83. DOI: 10.34023/2313-6383-2014-0-7-80-83. (In Russ.).
- Mandel E. (1995). *Long waves of capitalist development: A Marxist interpretation*. — London, New York: Verso.
- Pantin V.I., Ayvazov A.E. (2012). Kondratiev cycles and evolutionary cycles of the world system: justification and prognostic potential // *Kondratyevskiye volny: aspekty i perspektivy*. Pp. 136–155. (In Russ.).
- Plushchevskaya Y.L. (2025). Comparison of Conceptual Approaches to Kondratiev Waves // *AlterEconomics*. No. 22(4). Pp. 565–587. DOI: 10.31063/AlterEconomics/2025.22-4.1. (In Russ.).
- Plushchevskaya Y.L. (2024). Model of «secular» cycle of financial capital accumulation // *Economics and mathematical methods*. Vol. 60. No. 3. Pp. 20–29. DOI: 10.31857/S042473882403003. (In Russ.).
- Sokolov V. (2012). *The British Empire as a geo-economic system*. — M.: Ekonomika. (In Russ.).
- Vityazev V. V. (2001). *Wavelet-analysis of time series: Training manual*. — SPb.: Izdatelstvo Sankt-Peterburgskogo universiteta. (In Russ.).
- Volynsky A.I., Plushchevskaya Yu.L. (2024). The coming systemic cycle of accumulation and China. // *Journal of Institutional Studies*. No. 16(4). Pp. 113–127. DOI: 10.17835/2076-6297.2024.16.4.113-127. (In Russ.).
- Zakharova T.V., Shestakov O.V. (2025). *Wavelet-analysis and its applications*. — M.: Infra-M. (In Russ.).

Плущевская Юлия Леонидовна

ORCID: 0009-0008-2073-8017

pul@inecon.ru

Yulia Plushchevskaya

ORCID: 0009-0008-2073-8017

Ph.D. (Economics), leading researcher, Institute of Economics of the Russian Academy of Science, (Moscow)

pul@inecon.ru

KONDRATIEV WAVES AS PHASES OF ARRIGHI'S SYSTEMIC CYCLES OF ACCUMULATION: THEORETICAL FRAMEWORK AND EMPIRICAL VERIFICATION⁴

Abstract. Giovanni Arrighi's theory of systemic cycles of accumulation offers significant potential for analyzing long-term trends in the development of the world economy and Russia's place within it. However, it does not provide a quantitative description of long-term global capital accumulation, which hinders its practical application. A synthesis with the empirical findings of other long-wave theories could help to overcome this limitation. This study assesses the compatibility of secular systemic cycles with half-century Kondratiev waves. The problem formulation is based on Arrighi's idea of two stages of capital expansion. The shared perception in Arrighi's and Kondratiev's theories — that long-term cycles represent a manifestation of capitalist accumulation — creates the theoretical framework for this synthesis. Our hypothesis is that the source of the century-long cycle lies in the evolution of money capital in nominal terms, whereas the half-century phases stem from mechanisms of real accumulation. These initial premises determined the selection of indicators, analytical tools, and methodology. The century and half-century cycles in the British and American accumulation regimes were identified by the intensity of the processes that determine capital dynamics. The continuous wavelet transform was applied to estimate the time and frequency characteristics of series spanning three centuries. The decomposition of nominal interest rates in Britain and the United States supports the hypothesis of a century-long cycle of nominal capital accumulation, while evidence of half-century Kondratiev waves in real accumulation differs between the two countries. In the American systemic cycle, material and financial expansion of capital can be discerned from wavelet decomposition components of energy and foreign trade indicators; in the British case, real interest rates serve this purpose. The trade balance proved to be a universal indicator of phase transitions. Expanding the set of capital accumulation indicators and advancing the methodology for identifying long-term cycles constitute an important direction for future research.

Keywords: *systemic cycle of accumulation, G. Arrighi, Kondratiev waves, continuous wavelet transform.*

JEL: B41, E3, F00, P10.

⁴ Acknowledgments: The research was conducted under the State Assignment Topic «Institutional foundations and reproduction factors of the Russian economy for the transition to the economy of development». The author gratefully acknowledges A. Kalinin, S. Kirdina-Chandler, S. Malkov, V. Mayevskiy, P. Orekhovskiy, A. Yermolov for their insightful and fruitful discussions of the estimates that are part of the article. All errors are the sole responsibility of the author.