

## ТЕОРИЯ ОТРАСЛЕВЫХ ЦИКЛОВ И ЭВОЛЮЦИЯ ЦЕПОЧЕК СТОИМОСТИ В ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ: ОТ ЛОКАЛЬНЫХ К ГЛОКАЛЬНЫМ СИСТЕМАМ

О.Е. Наварро\*

**Аннотация.** Анализируется взаимосвязь экономических циклов различной периодичности и эволюции цепочек создания стоимости (ЦСС) в черной металлургии. Рассмотрена возможность перехода от локальных к глокальным системам, сочетающим глобальную интеграцию и локальную адаптацию. Выявлены закономерности влияния ESG-стандартов, цифровой трансформации (Индустрия 4.0) и геополитических изменений на формирование новых организационных форм в отрасли. Исследуется возможность применения результатов для разработки стратегий устойчивого развития металлургических компаний, оптимизации инвестиционных решений и снижения рисков на волатильных рынках. Проанализированы перспективы развития зеленой металлургии, в том числе в области применения водородных технологий, методов прямого восстановления железа и улавливания углерода.

**Ключевые слова:** черная металлургия, цепочка создания стоимости, экономические циклы, глокализация, транзакционные издержки, глобальные цепочки стоимости.

**JEL-классификация:** D23, F23, L22, L61.

**DOI:** 10.46782/1818-4510-2025-2-47-66

*Материал поступил 4.04.2025 г.*

Черная металлургия, исторически являясь фундаментом индустриального развития и ключевым компонентом современной мировой экономики, демонстрирует сложную и динамичную траекторию эволюции (Landes, 2003). Эта траектория характеризуется периодическими колебаниями, чередованием периодов интенсивного роста и глубоких рецессий, отражающих нестабильность глобальных рынков и технологические изменения (Hogan, 1982). Такие колебания, по мнению ученых Китчина (Kitchin, 1923), Жюгляра (Juglar, 1889), Кузнецова (Kuznets, 1930) и Кондратьева (Кондратьев, 2002), не являются случайными, но обусловлены взаимодействием экономических циклов различной продолжительности и интенсивности: от краткосрочных изменений запасов до долгосрочных

технологических сдвигов. Понимание природы этих циклов и их сложного влияния на трансформацию производственно-сбытовых цепочек – от примитивных локальных кузниц до современных глокальных металлургических консорциумов – является важным условием для разработки эффективных стратегий управления, обеспечения устойчивого развития отрасли и прогнозирования ее будущего.

В условиях возрастающей глобальной взаимозависимости, нестабильности сырьевых рынков, усиления экологических требований и геополитических рисков исследование эволюции ЦСС черной металлургии и ее адаптации к постоянно меняющейся внешней среде приобретает особую актуальность (Elkington, 1997). Настоящее исследование направлено на междисципли-

---

\* **Наварро Олег Евгеньевич** (oleg\_navarro@mail.ru), ООО «ПК Стальпрокат» (г. Москва, Россия); <https://orcid.org/0009-0006-8145-1998>

Для цитирования: Наварро О.Е. 2025. Теория отраслевых циклов и эволюция цепочек стоимости в черной металлургии: от локальных к глокальным системам. *Белорусский экономический журнал*. № 2. С. 47–66. DOI: 10.46782/1818-4510-2025-2-47-66

---

нарный анализ, интегрирующий классические теории экономических циклов с современными концепциями, такими, как ЦСС, разработанные Портером (Porter, 1985), глобальные ЦСС (Gereffi, 1994; Gereffi, Humphrey, Sturgeon, 2005), кластерный подход (Porter, 1990), теория транзакционных издержек (Coase, 1937; Williamson, 1985). Целью работы является выявление закономерностей эволюции организационных форм в черной металлургии, определение ключевых факторов, формирующих ее современный ландшафт, а также анализ процесса перехода к глокальным системам (Robertson, 1995). Такие системы характеризуются сочетанием глобальной эффективности и локальной адаптации, что становится все более важным в условиях растущей неопределенности и необходимости соответствовать специфическим требованиям различных рынков. Особое внимание уделено влиянию современной ESG-повестки (Environmental, Social, Governance) и наступлению шестой волны Кондратьева (Кондратьев, 2002; Глазьев, 2018), предполагающей ускоренное распространение зеленых технологий (Fischedick, Holtz, Fink, Amroune, Wehinger, 2020), водородной энергетики (Vogl, Ahman, Nilsson, 2018) и принципов устойчивого развития.

#### **Теоретические основы отраслевых циклов**

Экономические циклы являются неотъемлемой частью рыночных экономических систем и представляют собой периодические колебания экономической активности, которые проявляются на макроэкономических и микроэкономических уровнях. Их природа и движущие силы развития являются предметом многолетних научных дискуссий, результатом которых стало формирование широкого спектра концепций. В данном исследовании черной металлургии понимание различных типов циклов позволяет систематизировать и интерпретировать многофакторную природу процессов, влияющих на развитие отрасли.

Циклы Китчина и Жюгляра представляют собой два взаимодополняющих инструмента для анализа динамики экономических процессов.

**Циклы Китчина (Kitchin cycles)** (Kitchin, 1923), также известные как инвентарные циклы, или циклы запасов, представляют собой краткосрочные экономические колебания продолжительностью 3–5 лет. Они были впервые описаны британским экономистом Джозефом Китчином в 1923 г. на основе анализа динамики оптовых цен, процентных ставок и товарных запасов в США и Великобритании в период с 1890 по 1922 г.

Основная суть теории циклов Китчина состоит в том, что компании периодически корректируют свои запасы в ответ на изменения рыночных условий. Изменения в объемах производства и потребления приводят к накоплению или истощению запасов, что в свою очередь создает кратковременные колебания в экономике. Эти периоды отличаются относительно быстрыми фазами роста и спада, поэтому циклы Китчина являются важным инструментом для анализа краткосрочной динамики и оперативного прогнозирования рыночных колебаний.

**Циклы Жюгляра (Juglar cycles)** (Juglar, 1889) – это среднесрочные экономические циклы продолжительностью 7–11 лет, связанные с колебаниями инвестиций в основной капитал (машины, оборудование, здания) и обусловленные изменениями в кредитно-денежной политике. Они были впервые описаны французским врачом и экономистом Клеманом Жюгларом в 1862 г. в работе «О коммерческих кризисах и их периодическом возвращении во Франции, Англии и Соединенных Штатах». Теория Жюгляра послужила основой для дальнейших исследований бизнес-циклов и дала более глубокое понимание макроэкономических процессов, среди которых – периоды экономического роста, кризисы, депрессии и последующие восстановления. Основная суть теории циклов Жюгляра заключается в том, что изменения в инвестировании приводят к смене фаз в экономике.

Инвестиционный бум стимулирует рост занятости, производства и потребления, но при накоплении избыточных производственных мощностей возникает «перегрев», за которым неизбежно следует спад, снижение прибыли и, как следствие, сокращение инве-

стиций. Эти структурные циклы приводят к длительным изменениям на рынке, оказывая влияние на цены сырьевых товаров, капитальное строительство и другие долгосрочные экономические показатели.

В совокупности теории отраслевых циклов Жюгляра и Китчина служат инструментом не только для выявления долгосрочных структурных изменений, но и для анализа оперативной волатильности на рынках. Понятие волатильности здесь играет ключевую роль: оно отражает степень краткосрочных колебаний цен, возникающих в ответ на внешние шоки и внутренние изменения в производственной политике и политике сырьевых запасов предприятий.

Металлургическая отрасль является одним из наиболее циклических секторов экономики. Ее динамика определяется как долгосрочными инвестиционными решениями, так и краткосрочной корректировкой производства и запасов:

- краткосрочные циклы (циклы Китчина) (Kitchin, 1923) позволяют анализировать изменения в оперативной адаптации отрасли. Корректировка запасов, изменения в заказах и сезонные колебания влияют на волатильность цен, что критически важно для оперативного планирования и управления производством;

- долгосрочные циклы (циклы Жюгляра) (Juglar, 1889) в металлургии отражают фундаментальные изменения спроса на сталь и сырье. Крупные кризисные периоды, такие, как Азиатский кризис, мировой финансовый кризис 2008 г. и геополитические шоки (например, СВО и санкции), задают основу для спада инвестиций, а индустриализация Китая (Naughton, 2018) или восстановление после кризиса – для роста.

Используя теоретическую основу циклов Жюгляра и Китчина, можно исследовать динамику цен в металлургической отрасли. С этой целью были собраны данные о ценах на сталь, железную руду и коксующийся уголь за 1998–2023 гг. Такие ключевые события, как Азиатский кризис (1998 г.), индустриализация Китая (2003 г.), мировой финансовый кризис (2008 г.), сокращение производственных мощностей (2016 г.), пандемия COVID-19 (2020 г.) и СВО с санкциями (2022 г.), отмечены для более глубокого ана-

лиза влияния внешних шоков на отраслевые циклы и уровень волатильности.

Ниже приведен график (рис. 1), который визуализирует динамику цен в металлургической отрасли и иллюстрирует долгосрочные инвестиционные циклы (циклы Жюгляра) и краткосрочные инвентарные циклы (циклы Китчина).

**Инвестиционные циклы (циклы Жюгляра)** отражают фундаментальные изменения в отрасли, связанные с инвестиционными решениями и структурными сдвигами (Juglar, 1889).

*Первый цикл (1998–2004 гг.) – инвестиционный бум.*

Начало цикла совпадает с периодом, наступившим после азиатского кризиса 1998 г., характеризовавшимся относительно низким уровнем цен. За ним следует постепенное увеличение цен до 340 долл. США за тонну в 2003 г., а затем – резкий рост до 425 долл. США за тонну в 2004 г. Этот этап соответствует началу инвестиционного бума, когда усиливаются инвестиции в инфраструктуру (типичная особенность начальной фазы цикла).

*Второй цикл (2004–2010 гг.) – экономическое расширение.*

В указанный период цены быстро растут, достигая 750 долл. США за тонну в 2007 г. благодаря глобальному сырьевому буму. Однако после наступления мирового кризиса 2008 г. происходит существенная коррекция. Пик и резкое падение отражают динамику, характерную для фазы максимальной активности и последующего кризиса.

*Третий цикл (2010–2016 гг.) – коррекция избыточных производственных мощностей.*

После кризиса начинается фаза умеренного восстановления с ценами, поднимающимися до 775 долл. США за тонну в 2011 г., а затем постепенно снижающимися до 425 долл. США за тонну к 2016 г. Такая динамика типична для коррекционного цикла, связанного с перегревом рынка и избытком производственных мощностей.

*Четвертый цикл (2016–2023 гг.) – восстановление и корректировка.*

С 2016 по 2019 г. наблюдается относительное восстановление с ценами, колеблющимися в диапазоне 525–625 долл. США за тонну. В 2020–2021 гг. произошел рез-

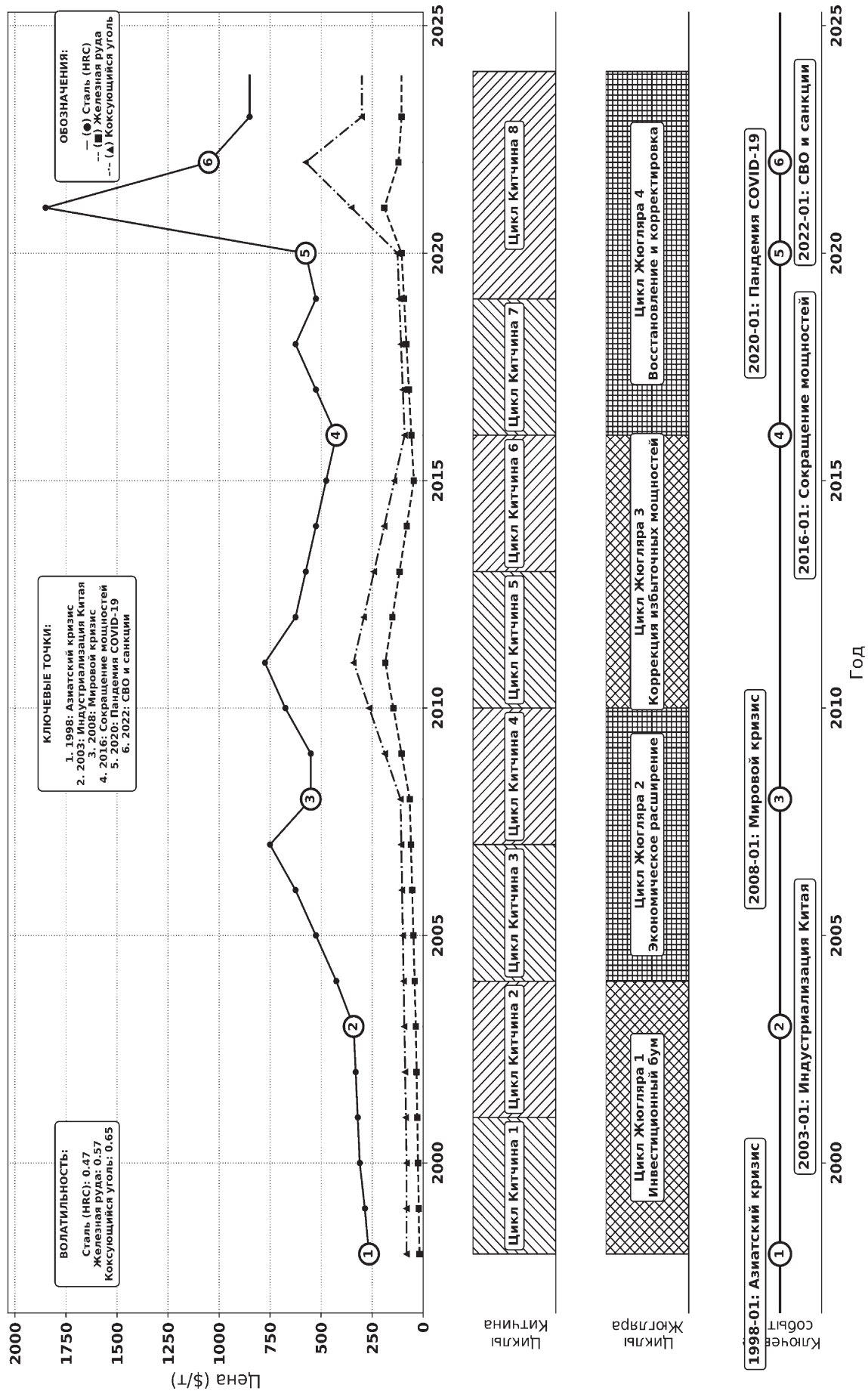


Рис. 1. Динамика цен на сталь и сырьевые ресурсы (1998–2023 гг.)

Источник. Авторская разработка на основе данных исторических отчетов (World Bank, S&P Global и Trading Economics).

кий скачок цен до 1850 долл. США за тонну, обусловленный дефицитом сырья и логистическими проблемами, после чего наблюдалось снижение в последующие годы. Эта фаза отражает адаптацию рынка к новым условиям и характерна для фазы восстановления<sup>1</sup>.

**Инвентарные циклы (циклы Китчина)** характеризуются быстрыми колебаниями, отражающими оперативное перераспределение запасов и спроса. Эти краткосрочные циклы позволяют выявить локальные максимумы и минимумы внутри более широких инвестиционных фаз (Kitchin, 1923).

На графике (см. рис. 1) отмечены 6 ключевых событий, каждое из которых сопровождается резким изменением динамики и увеличением волатильности.

<sup>1</sup> Несмотря на то что классическая длительность циклов Жюгляра несколько больше, выбранная модель периодизации (условная и адаптированная под особенности рынка стали) адекватно отражает смену фаз: от инвестиционного бума через экспансию и кризис до восстановления и корректировки. Важно, что ключевые поворотные точки (2004, 2008, 2016, 2021 гг.) соответствуют значительным изменениям в динамике цен.

#### Ключевые точки:

1998 г. Азиатский кризис: резкое падение спроса и снижение цен.

2003 г. Индустриализация Китая: переход к фазе роста с устойчивым повышением цен.

2008 г. Мировой кризис: глобальное потрясение, приведшее к обвалу цен и усилению волатильности.

2016 г. Сокращение производственных мощностей: фаза корректировки с реструктуризацией производства.

2020 г. Пандемия COVID-19: кратковременное снижение спроса с быстрым восстановлением.

2022 г. СВО и санкции: геополитический шок, сопровождающийся резкими скачками цен.

Обобщенная в соответствии с теорией отраслевых циклов интерпретация графика представлена в табл. 1.

Следует отметить, что долгосрочные инвестиционные циклы Жюгляра дают ясное представление о фундаментальных сдвигах: от периодов роста инвестиций и индустриализации до фаз корректировки,

Таблица 1

#### Интерпретация графика волатильности согласно теории отраслевых циклов

| Ключевое событие                      | Год  | Интерпретация по инвестиционному циклу (Жюгляра)                      | Интерпретация по инвентарному циклу (Китчина)                                      | Влияние на цены и волатильность                                         |
|---------------------------------------|------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Азиатский кризис                      | 1998 | Низкий уровень инвестиций и спроса – начало негативного цикла         | Резкие краткосрочные колебания, связанные с неопределенностью на финансовых рынках | Резкое падение цен; высокая волатильность                               |
| Индустриализация Китая                | 2003 | Начало устойчивого роста инвестиций и расширения отрасли              | Формирование локального максимума; краткосрочный рост                              | Устойчивый рост цен с умеренной волатильностью                          |
| Мировой кризис                        | 2008 | Переход к фазе корректировки; снижение притока инвестиций             | Резкое краткосрочное падение с быстрым восстановлением                             | Обвал цен; резкое увеличение волатильности                              |
| Сокращение производственных мощностей | 2016 | Фаза реструктуризации; снижение избыточного производства              | Постепенная стабилизация краткосрочного спроса                                     | Снижение предложения, стабилизация цен; уменьшение волатильности        |
| Пандемия COVID-19                     | 2020 | Временный шок с быстрым восстановлением; адаптация отрасли            | Краткосрочные скачки за счет оперативного перераспределения запасов                | Резкое снижение цен с динамичным восстановлением; высокая волатильность |
| СВО и санкции                         | 2022 | Фаза реструктуризации, наступившая под влиянием геополитических шоков | Частые краткосрочные колебания, вызванные перебоями в поставках                    | Резкие скачки цен; значительное увеличение волатильности                |

Источник. Авторская разработка



вызванных глобальными кризисами и геополитическими шоками. Краткосрочные же инвентарные циклы Китчина, в свою очередь, отражают оперативные реакции рынка, проявляющиеся через быструю корректировку запасов и изменение спроса.

### ***Циклы Кузнеця: инвестиционное развитие***

Циклы Кузнеця (Kuznets cycles) (Kuznets, 1930), также известные как инфраструктурные циклы, представляют собой долгосрочные экономические колебания продолжительностью 15–25 лет. Они были впервые описаны американским экономистом Саймоном Кузнецом в 1930-х гг. в рамках исследований национального дохода и экономического роста. С. Кузнец обнаружил эти циклы, анализируя данные о строительстве, миграции населения и инвестициях в США и других странах за период с конца XIX до середины XX в.

Производство стали – стратегического сырья для строительства, машиностроения и других отраслей промышленности – выступает одним из наиболее показательных индикаторов влияния циклов Кузнеця на экономическую динамику. Динамика производства стали и уровень инвестиций в металлургическую промышленность позволяют выявлять закономерности, характерные для каждого этапа цикла.

На рис. 2 представлен график экономических циклов Кузнеця, связанных с металлургической промышленностью, построенный на основе данных о производстве стали и объемах инвестиций в трех странах – Китае, США и России – за период с 1950 по 2025 г.

**Китай: ускоренная индустриализация и инвестиционный импульс.** Развитие Китая наиболее полно отражает классическую модель циклов Кузнеця (Там же). В период индустриализации (1950–1970 гг.) страна демонстрирует рост производства стали с менее чем 1 млн тонн до почти 20 млн тонн при умеренном уровне инвестиций. С началом экономических реформ (с 1978 г.) начинается вторая фаза, сопровождаемая ростом инвестиционной активности и постепенным увеличением производственных мощностей (Naughton, 2018).

Третья фаза – экспортно ориентированный рост – приходится на 1990–2010 гг. Вступление в ВТО (2001 г.) и активные государственные инвестиции в инфраструктуру способствуют взрывному росту: производство стали увеличивается почти в 10 раз, инвестиции достигают пика (до 43% от общего объема промышленных инвестиций). В последние годы начинается фаза технологической перестройки, при которой темпы инвестиций снижаются, но производство остается на высоком уровне. Это свидетельствует о переходе к менее металлозависимой и более технологичной модели экономики (Там же).

**США: постиндустриальная трансформация.** США демонстрируют обратную траекторию. В период послевоенного бума (1945–1965 гг.) страна достигает пика производства стали (инвестиции в металлургию составляют 23% от общего объема промышленных инвестиций). Однако уже в 1970-х гг. начинается фаза стагнации: несмотря на стабильный уровень инвестиций, производство стали сокращается. Это связано с деиндустриализацией, глобализацией и выносом производств за рубеж.

В период глобализации (1985–2005 гг.) производство стабилизируется на уровне около 80–90 млн тонн, а инвестиции снижаются. Попытки реиндустриализации после 2005 г. приводят к частичному восстановлению инвестиций, но металлургия уже перестала быть драйвером экономического роста. Данная тенденция отражает переход США к постиндустриальному типу экономики, где основную роль играют высокие технологии и сектор услуг.

**Россия: прерывистое развитие и институциональные сбои.** Развитие России (а ранее – СССР) также можно описать через призму циклов Кузнеця (Kuznets, 1930), но повторяющихся по более хаотичной траектории. В 1950–1970 гг. наблюдается классическая фаза индустриализации, которая характеризуется ростом производства стали и высоким уровнем инвестиций: вложения в металлургию достигли пика, составив около 30% всех промышленных инвестиций. Период «застоя» (1970–1990 гг.) отличается снижением эффективности инвестиций и стагнацией производства.

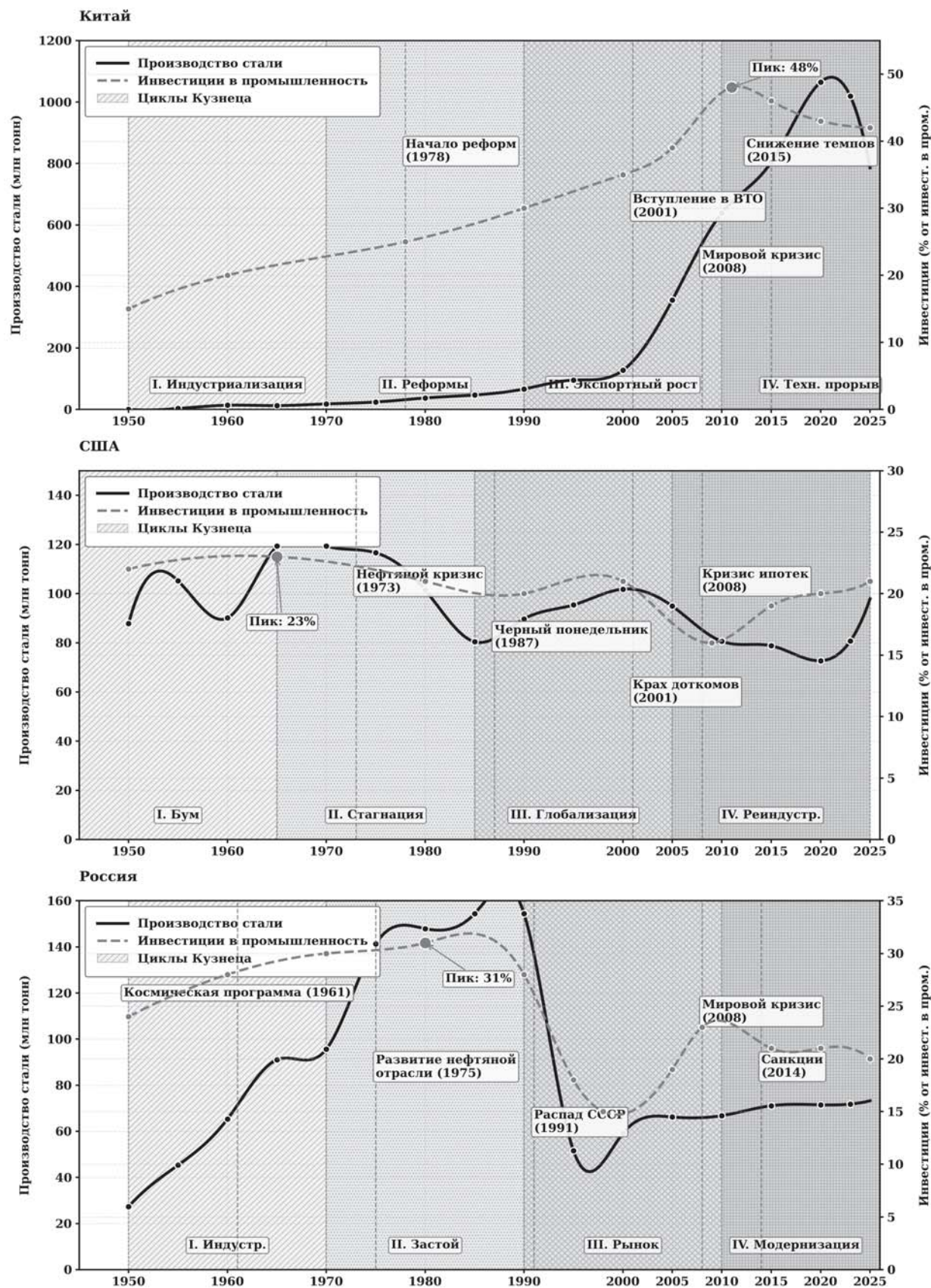


Рис. 2. Экономические циклы Кузнеца: производство стали и инвестиции (1950–2025 гг.)

Источник. Авторская разработка на основе данных исторических отчетов (World Steel Association, Росстат, World Bank, S&P Global Platt, China Iron and Steel Association, American Iron and Steel Institute).

С переходом к рыночной экономике в 1990-х гг. начинается фаза системного кризиса: резкое падение инвестиций (до 15% от общего объема промышленных инвестиций) и сокращение производства стали почти в три раза (Gaddy, Ickes, 2002). Только после 2000 г. начинается фазовое восстановление. В текущий период (2010–2025 гг.) Россия находится в фазе модернизации – с умеренным уровнем инвестиций и стабилизацией металлургического производства (около 70 млн тонн в год). Однако влияние внешнеэкономических ограничений и институциональная нестабильность ограничивают потенциал устойчивого роста<sup>2</sup>.

Сопоставление данных трех стран показывает, как различные модели экономического развития отражаются в динамике металлургической промышленности:

- Китай реализовал наиболее полный и последовательный цикл индустриального роста в соответствии с циклами Кузнецца – с выраженным инвестиционным импульсом и модернизацией;
- США завершили индустриальный цикл к середине XX в. и перешли к постиндустриальной модели, в которой металлургия утратила системообразующую роль;
- Россия прошла через институциональные разрывы, сопровождаемые резкими спадами и восстановлением, что делает ее траекторию менее устойчивой и предсказуемой.

График наглядно демонстрирует, что производство стали и уровень инвестиций тесно связаны с фазами экономических циклов Кузнецца. В периоды активного роста (например, индустриализация, реформы, глобализация) наблюдается значительное увеличение объемов производства и инвестиций. Однако при переходе к постиндустриальной модели экономики (например, технологический прорыв в Китае (Naughton, 2018) или реиндустриализация в США) роль традиционных отраслей, к которым относится и металлургия, начинает снижаться.

Циклы Кузнецца позволяют взглянуть на экономическое развитие не как на линейный

процесс, а как на смену фаз накопления, трансформации и адаптации. Визуализация данных по сталелитейной промышленности Китая, США и России показывает, что индустриальные циклы зависят не только от уровня инвестиций, но и от институциональной устойчивости, технологического прогресса и глобальной экономической среды. Таким образом, металлургия не просто представляет собой отрасль промышленности, а выступает зеркалом исторических изменений в структуре экономики.

### ***Длинные волны (циклы Кондратьева): технологические революции и структурные трансформации***

Циклы Кондратьева (Kondratiev cycles) (Кондратьев, 2002), или длинные волны Кондратьева, — это долгосрочные экономические циклы продолжительностью 40–60 лет, связанные с радикальными технологическими изменениями и структурными сдвигами в мировой экономике. Они были впервые описаны советским экономистом Николаем Кондратьевым в 1920-х гг. в работе «Большие циклы конъюнктуры». Кондратьев проанализировал динамику цен, процентных ставок, заработной платы и производства в странах Запада с конца XVIII в. и выделил три полных и начало четвертого цикла.

Существенный вклад в развитие и модернизацию теории длинных волн в 90-х гг. XX в. внес академик РАН С.Ю. Глазьев. В своих фундаментальных исследованиях он разработал концепцию технологических укладов (Глазьев, 2018), которая органично дополняет и развивает идеи Кондратьева. По Глазьеву, каждая длинная волна соответствует определенному технологическому укладу — комплексу сопряженных производств и технологий, определяющих уровень экономического развития. Глазьев не только теоретически обосновал механизмы смены технологических укладов, но и предложил конкретные рекомендации по государственной политике опережающего развития, ориентированной на своевременное освоение перспективных технологий нового уклада. Эти идеи имеют принципиальное значение для понимания эволюции черной металлургии как базовой отрасли промышленности.

<sup>2</sup> URL: <https://tass.ru/ekonomika/18821101>



Черная металлургия традиционно является фундаментальной отраслью промышленности и чутко реагирует на крупные структурные изменения в экономике. Производство железа и стали напрямую влияет на машиностроение, транспорт, инфраструктурные проекты и оборонный сектор.

Каждое глобальное технологическое преобразование, будь то появление паровой машины, электрификация или цифровизация, сказывалось на металлургическом комплексе, выводя его на новый уровень производительности и стимулируя спрос на металлические изделия.

Согласно теории длинных волн (волн Кондратьева) (Кондратьев, 2002) каждая волна проходит стадию зарождения базисных инноваций, за которой следует их широкая диффузия (Schumpeter, 1923). Эти инновации изменяют технологические уклады и формируют общую экономическую конъюнктуру на десятилетия вперед. Для черной металлургии подобные инновационные скачки (всплески в технологиях выплавки и переработки стали) обычно совпадали с более широкими экономическими подъемами (рис. 3).

При более детальном изучении сталеплавильных процессов выявляется четкий

ряд «революционных» методов (например, бессемеровский, кислородно-конвертерный технологические процессы производства), совпадающих с периодами, которые в исследовательской литературе соотносят с началом или расцветом определенной К-волны (Кондратьев, 2002; Глазьев, 2018):

- 2-я волна (середина XIX в.) – эпоха паровых машин, железных дорог: металлургия «поднимается» на «рельсовом буме», который требует массивных поставок рельсов и чугуна (Landes, 2003).

- 3-я волна (конец XIX – начало XX в.) – электрификация, широкое применение химических процессов: появляются новые электропечи, совершенствуются мартеновские технологии (Hogan, 1982).

- 4-я волна (середина XX в.) – автомобильный и нефтехимический бум: резко возрастает спрос на высококачественную сталь для автомобильной промышленности, возникают новые методы непрерывной разливки, кислородно-конвертерные печи (Там же).

- 5-я волна (конец XX в.) – цифровая (ИТ) революция, автоматизация: на металлургических комбинатах внедряются комплексные системы управления, роботы, компьютерные симуляторы, автоматизированные конвейеры (Schwab, 2016).

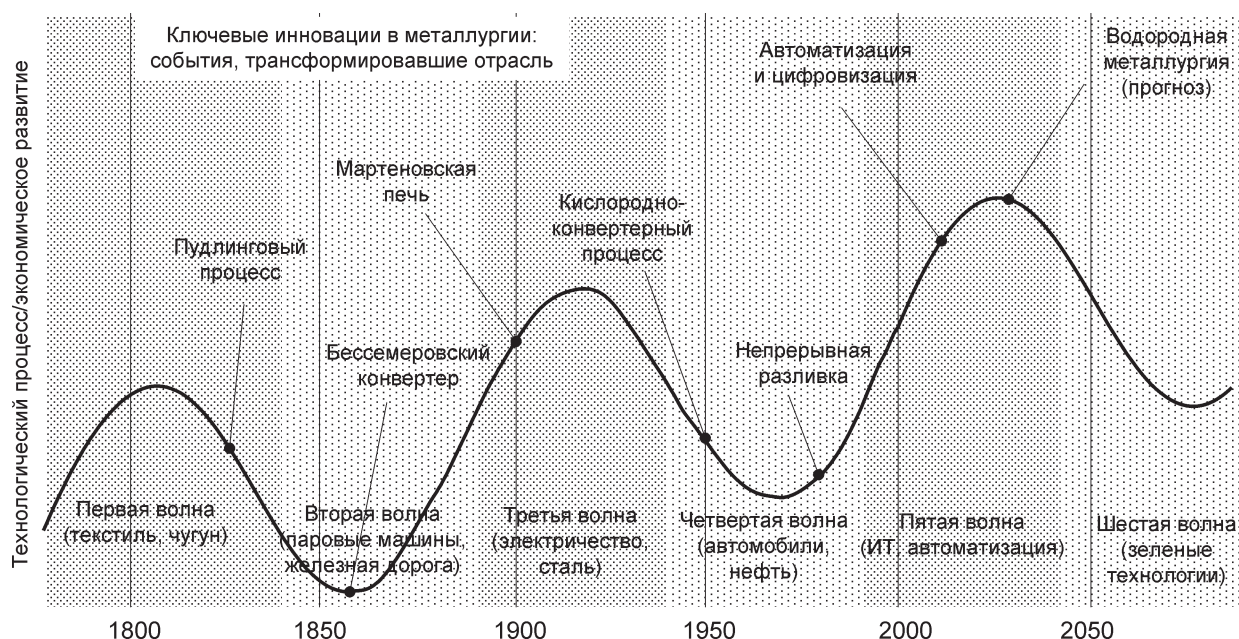


Рис. 3. Длинные волны Кондратьева в черной металлургии

Источник. Авторская разработка на основе данных исторических отчетов (World Steel Association, Росстат, World Bank, S&P Global Platt, China Iron and Steel Association, American Iron and Steel Institute).

• 6-я волна (2020–2050 гг.) – зеленые технологии, водородные решения, ESG (Porter, Kramer, 2011): отрасль переходит к низкоуглеродному производству стали (Fischedick, Holtz, Fink, Amroune, Wehinger, 2020), осваивает водородную металлургию (Vogl, Ahman, Nilsson, 2018) и внедряет системы улавливания и хранения углекислого газа.

Особенно важны разработки С.Ю. Глазьева для понимания современных трансформаций в металлургии. Развивая теорию технологических укладов, он показал, что переход к шестому технологическому укладу требует не просто внедрения отдельных инноваций, а системной перестройки производства на принципах устойчивого развития и цифровизации (Глазьев, 2018). Согласно Глазьеву, стратегическое государственное управление должно включать в себя поддержку научных разработок и создание благоприятных институциональных условий для стимулирования технологического прорыва в базовых отраслях, включая черную металлургию. Это особенно актуально в условиях глобальных вызовов декарбонизации и цифровой трансформации металлургической промышленности.

График, построенный на основе теории длинных волн Кондратьева (см. рис. 3), наглядно демонстрирует, что каждая волна экономического развития сопровождалась внедрением базисных технологических инноваций, которые трансформировали черную металлургию. От пудлингового процесса в первой волне до водородной технологии в шестой металлургия является не только индикатором технологического прогресса, но и активным «участником» экономических изменений (Vogl, Ahman, Nilsson, 2018). В дальнейшем отрасль будет развиваться в направлении устойчивости, экологичности и цифровизации, что соответствует прогнозам шестой волны Кондратьева и концепции нового технологического уклада, разработанной С.Ю. Глазьевым (Глазьев, 2010; 2018). Таким образом, интегрированная теория длинных волн и технологических укладов остается актуальным инструментом для анализа и прогнозирования развития черной металлургии в контексте глобальных

экономических и технологических изменений.

### ***Эволюция цепочек стоимости в черной металлургии: от локальных к глокальным системам***

Концепция ЦСС М. Портера (Porter, 1985) анализирует последовательность видов деятельности, создающих ценность продукта. Эволюция ЦСС в черной металлургии отражает технологический прогресс и изменения в организации и координации этих видов деятельности, что связано с экономическими циклами и трансформацией институтов (Williamson, 1985).

Теория трансакционных издержек (Coase, 1937; Williamson, 1985) объясняет, почему фирмам приходится осуществлять выбор между рыночной координацией и внутренним управлением. Высокие трансакционные издержки, специфичность активов и неопределенность часто приводят к вертикальной интеграции, особенно в металлургии (Williamson, 1985; Hogan, 1982).

Теория глобальных ЦСС (Gereffi, 1994; Gereffi, Humphrey, Sturgeon, 2005) исследует процессы географической фрагментации производства и механизмы управления в глобальных производственных сетях. Согласно этой теории, выбор между различными типами управления — от рыночного до иерархического — определяется сложностью транзакций и возможностями участников цепочки.

Кластерный подход Портера (Porter, 1990) подчеркивает роль географической концентрации взаимосвязанных фирм и институтов для внедрения инноваций и повышения производительности труда.

Интеграция этих подходов позволяет проследить поэтапную эволюцию ЦСС в черной металлургии (рис. 4).

### ***Локальные ЦСС (доиндустриальный период – середина XIX в.)***

**Характеристики.** Мелкомасштабное децентрализованное производство, которое использует местные ресурсы (древесный уголь, легкодоступная руда, вода) (Landes, 2003). Короткие фрагментированные ЦСС, часто в рам-

## Внешняя среда: Экономические циклы

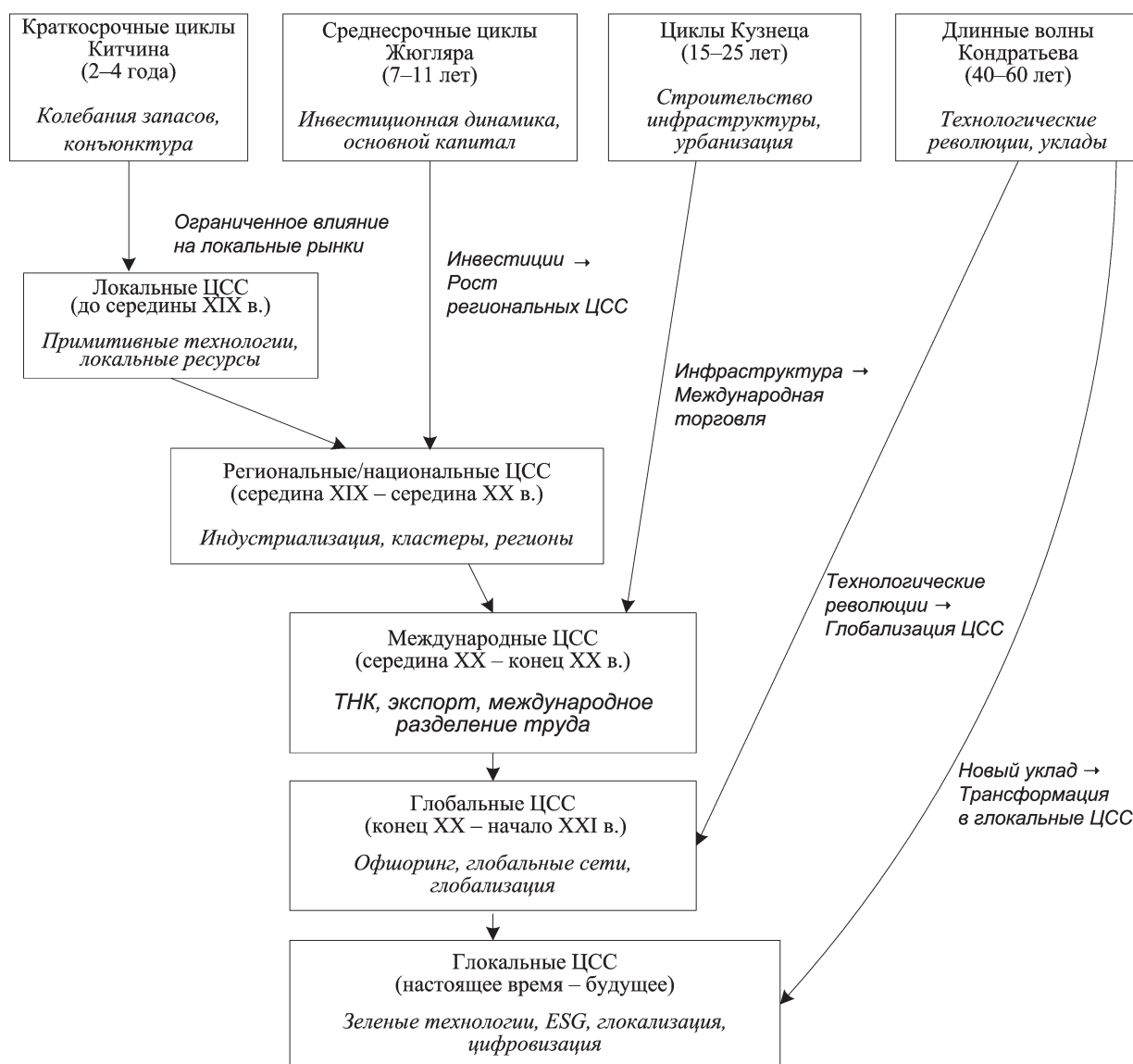


Рис. 4. Эволюция цепочек стоимости в черной металлургии

Источник. Авторская разработка.

ках одной мастерской или региона. Ориентация на локальный спрос (инструменты, оружие, бытовые предметы). Примитивные технологии (сыродутный горн, кричное производство). Преимущественно рыночная (простой обмен) или внутрисемейная/общинная координация. Низкая степень вертикальной интеграции. Высокие транзакционные издержки из-за неразвитости рынков и инфраструктуры (Coase, 1937), ограничивавшие географический охват ЦСС.

**Связь с циклами.** Доминирование аграрных циклов и вековых трендов. Косвенное влияние первой волны Кондратьева (Кон-

дратьев, 2002). Локальные колебания спроса и предложения ресурсов определяли краткосрочную динамику. Отсутствие развитых кластеров (Porter, 1990) и глобальных сетей (Gereffi, 1994).

**Примеры:**

- Промышленные районы Англии (Шеффилд, Бирмингем) с плотной интеграцией угольных шахт, рудников и металлургических заводов, ориентированных на потребности машиностроения и строительства (Landes, 2003).

- Демидовские горнозаводские хозяйства на Урале, представлявшие собой зам-

кнутые производственные комплексы, основанные на крепостном труде и использовании локальных ресурсов (Gaddy, Ickes, 2002).

- Развитие металлургии в Пенсильвании (США) вокруг месторождений угля и железной руды (Hogan, 1982).

***Региональные (национальные) интегрированные ЦСС (середина XIX – середина XX в.)***

**Характеристики.** Этап совпадает со второй и третьей волнами Кондратьева (Кондратьев, 2002) (эпоха пара, железных дорог, электричества и стали) и характеризуется формированием крупных национальных рынков и массовым промышленным производством (Landes, 2003). В черной металлургии доминируют большие интегрированные заводы, объединяющие все или большинство стадий производства – от подготовки сырья и выплавки чугуна до производства готового проката. Вертикальная интеграция становится нормой (Williamson, 1985), часто включая владение рудниками и угольными шахтами. ЦСС удлиняются, но остаются преимущественно замкнутыми в национальных границах. Ориентация смещается на удовлетворение растущего внутреннего спроса в таких сферах, как железнодорожное строительство, машиностроение, судостроение, военная промышленность. Ключевые технологии – бессемеровский, затем мартеновский и электросталеплавиный процессы – обеспечивают резкий рост объемов и качества стали.

**Связь с теориями и циклами.** Высокая специфичность активов (уникальное оборудование, привязка к месторождениям) и экономия от масштаба создают мощные стимулы для иерархической координации внутри крупных фирм (Там же), минимизируя трансакционные издержки по сравнению с рыночными альтернативами. Формируются национальные промышленные чемпионы. Возникают крупные промышленные кластеры (Рур в Германии, Питтсбург в США, Урал и Донбасс в Российской Империи/СССР), в которых географическая концентрация способствует обмену знаниями и развитию инфраструктуры, создает условия для

подготовки квалифицированных кадров. Динамика отрасли тесно связана с циклами Кузнеца (Kuznets, 1930) (строительство национальной инфраструктуры) и циклами Жюгляра (Juglar, 1889) (инвестиционные бумы и кризисы в основном капитал). Вертикальная интеграция могла сглаживать влияние краткосрочных циклов Китчина (Kitchin, 1923) внутри фирмы, но усиливала чувствительность к долгосрочным инвестиционным циклам.

**Драйверы перехода.** Постепенное насыщение национальных рынков, необходимость обеспечения доступа к более дешевым или качественным сырьевым ресурсам за рубежом, а также послевоенное (после Второй мировой войны) стремление к либерализации торговли и международному экономическому сотрудничеству создали предпосылки для выхода ЦСС за национальные рамки.

***Примеры:***

- Мощный металлургический комплекс СССР, включавший Новолипецкий, Магнитогорский, Новокузнецкий, Череповецкий комбинаты, удовлетворявшие потребности народного хозяйства всей страны и частично экспортировавшие продукцию (Gaddy, Ickes, 2002).

- Создание Европейского объединения угля и стали (ЕОУС) в 1951 г., заложившее основы формирования общего рынка угля и стали и координации развития металлургии в Западной Европе (Рурский бассейн, Лотарингия) – пример региональной интеграции для обеспечения конкурентных преимуществ по Портеру (Porter, 1990).

- Бурный рост японской металлургии после Второй мировой войны, ориентированной на импорт сырья и экспорт высококачественной стали (компании Nippon Steel, Kawasaki Steel) – пример успешной национальной стратегии в рамках региональной стадии (Hogan, 1982).

***Международные ЦСС (середина XX – конец XX в.)***

**Характеристики.** Четвертая волна Кондратьева (Кондратьев, 2002) (автомобилестроение, нефтехимия) и послевоенное восстановление стимулируют дальнейший рост



спроса на сталь. ЦСС начинают преодолевать национальные границы. Крупные металлургические компании развитых стран осуществляют прямые иностранные инвестиции для доступа к рынкам или ресурсам. Формируются транснациональные корпорации (ТНК). Производство ориентируется в большей степени на экспорт, хотя структура ЦСС все еще остается преимущественно интегрированной внутри ТНК (Williamson, 1985). Управление осуществляется материнскими компаниями. Ключевые технологии – повсеместное внедрение кислородно-конвертерного процесса и непрерывной разливки стали – повышают эффективность и снижают издержки (Hogan, 1982).

*Связь с теориями и циклами.* ТНК оптимизируют операции в международном масштабе, используя сравнительные преимущества стран. Снижение транспортных издержек и развитие международной связи уменьшают трансакционные издержки трансграничных операций. Формируются глобальные ЦСС (Gereffi, 1994), но на этом этапе они чаще всего имеют иерархическую структуру управления (Gereffi, Humphrey, Sturgeon, 2005), при которой головная компания ТНК контролирует работу зарубежных филиалов. Промышленные кластеры продолжают играть важную роль, но начинают испытывать конкуренцию со стороны зарубежных производителей. Отрасль становится более чувствительной к глобальным циклам Жюгляра (Juglar, 1889) (например, нефтяные шоки 1970-х гг.) и международным экономическим спадам. Влияние национальных циклов сохраняется, но усиливаются международные эффекты распространения.

*Драйверы перехода.* Ускорение процессов глобализации, политика снижения торговых барьеров, развитие информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), позволяющее координировать сложные и географически распределенные операции, а также постоянный поиск путей снижения издержек (в особенности трудовых) стимулировали дальнейшую фрагментацию ЦСС (Gereffi, Humphrey, Sturgeon, 2005).

*Примеры:*

- Стремительный рост Baowu Steel Group, China Minmetals Corporation и других китайских компаний, контролирующих значительную часть мировой добычи железной руды и производства стали (Naughton, 2018).

- Стратегии компаний ArcelorMittal, ThyssenKrupp, Rio Tinto и BHP Group, нацеленные на формирование глобальной сети активов, включающей добычу сырья, производственные мощности по переработке металлов и распределительные сети по всему миру<sup>3</sup>.

### **Глобальные ЦСС (конец XX – начало XXI в.)**

*Характеристики.* Этот этап, совпадающий с пятой волной Кондратьева (Кондратьев, 2002; Глазьев, 2018) (ИКТ, биотехнологии), характеризуется масштабной фрагментацией производства и формированием сложных глобальных сетей (Gereffi, 1994; Gereffi, Humphrey, Sturgeon, 2005). Производственные операции (особенно менее технологичные или трудоемкие) активно переносятся (офшоринг) в страны с низкими издержками. Появляются специализированные поставщики по всему миру. ЦСС становятся длинными, сложными и географически распределенными. Основной фокус – на оптимизации издержек и повышении эффективности глобальных операций. Внедряются комплексные системы автоматизации, ERP-системы (Enterprise Resource Planning) для управления предприятиями (Schwab, 2016).

*Связь с теориями и циклами.* Теория глобальных ЦСС (Gereffi, 1994) становится центральной для анализа организации производства и управления в глобальных сетях. Возникает разнообразие моделей управления: от сугубо рыночных отношений до модульных, «отношенческих», зависимых и иерархически интегрированных, в зависимости от сложности транзакций, кодифицируемости информации и возможностей поставщиков (Gereffi, Humphrey, Sturgeon, 2005). Транзакционные издержки управляются через стандартизацию

<sup>3</sup> URL: [https://www.acero.org.ar/wp-content/uploads/2020/02/Position\\_paper\\_climate\\_2020\\_vfinal.pdf](https://www.acero.org.ar/wp-content/uploads/2020/02/Position_paper_climate_2020_vfinal.pdf)

процессов и использование ИТ-платформ. Формируются мощные лидирующие фирмы (часто брендодержатели или владельцы ключевых технологий), координирующие работу глобальных сетей. Глобальные кластеры конкурируют между собой за привлечение инвестиций и заказов. Отрасль демонстрирует высокую чувствительность к глобальным циклам Китчина (Kitchin, 1923) и Жюгляра (Juglar, 1889), что ярко проявилось во время мирового финансового кризиса 2008 г., быстро распространившегося по ГЦС. Циклы Кузнец (Kuznets, 1930) в развивающихся экономиках (прежде всего – Китая с его масштабным инфраструктурным строительством) становятся главным драйвером мирового спроса на сталь (Naughton, 2018).

*Драйверы перехода.* Нарастание рисков в длинных и сложных ГЦС (проблемы качества, сбои в поставках, которые наблюдались во время пандемии COVID-19)<sup>4</sup>, рост геополитической напряженности, повышение издержек (особенно трудовых) в традиционных офшорных зонах, усиление требований к устойчивости (ESG) (Porter, Kramer, 2011) и декарбонизации (Fischedick, Holtz, Fink, Amroune, Wehinger, 2020), а также возможности, открываемые цифровой трансформацией (Industry 4.0) (Schwab, 2016), подталкивают к пересмотру глобальных стратегий и переходу к более гибким и устойчивым моделям.

*Примеры:*

- Рост экспорта слябов и заготовок из России, Бразилии, Украины на прокатные заводы в ЕС, США и странах Азии, иллюстрирующий фрагментацию ЦСС<sup>5</sup>.

- Сокращение интегрированных металлургических мощностей в США и ЕС с одновременной специализацией на производстве высококачественного проката и рост зависимости от импорта стальной продукции (Hogan, 1982).

### **Глокальные ЦСС: гипотеза новой реальности (настоящее время – будущее)**

Понятие «глокальные» (англ. glocal) было введено британским социологом Ро-

ландом Робертсоном и экономистом Эриком Сведбергом. В 1995 г. он опубликовал статью «Glocalization: Time-Space and Homogeneity-Heterogeneity», в которой ввел понятие глокализации (glocalization) для описания процесса, при котором глобальные тенденции и локальные особенности взаимодействуют и влияют друг на друга (Robertson, 1995).

*Характеристики.* Формирующийся этап характеризуется попыткой совместить преимущества глобальной интеграции (эффективность, доступ к ресурсам и рынкам) с локальной адаптацией (гибкость, устойчивость, учет региональных особенностей и требований). Наблюдаются тенденции к регионализации, решорингу (перенос производств ближе к рынкам сбыта или в дружественные страны). ЦСС становятся более короткими, гибкими и устойчивыми к внешним шокам. Ключевую роль играют «умные фабрики» (Industry 4.0) (Schwab, 2016), использующие киберфизические системы промышленного интернета вещей IoT (The Internet of Things), искусственного интеллекта (ИИ) для оптимизации процессов и быстрой переналадки. Особое значение приобретают устойчивое развитие ESG-стандартов (Elkington, 1997; Porter, Kramer, 2011), декарбонизация (переход на водородную металлургию (Vogl, Ahman, Nilsson, 2018), технологии прямого восстановления железа DRI (Direct Reduced Iron) (Кириченко, Алексахин, 2016), технологии улавливания и переработки углерода CCUS (Carbon Capture, Use and Storage), зеленая сталь<sup>6</sup> и принципы возобновляемых ресурсов (переработка лома).

*Связь с теориями и циклами.* Задача балансирования между глобальной эффективностью и локальной отзывчивостью становится центральной. Рост неопределенности и сложности в управлении рисками повышают транзакционные издержки, что может способствовать формированию более тесных «отношенческих» или гибридных форм управления в ЦСС (Gereffi, Humphrey, Sturgeon, 2005), а также региональной реинтеграции. Возрастает роль региональных кластеров как центров инноваций и устойчивого производ-

<sup>4</sup> URL: <https://unctad.org/publication/world-investment-report-2024>

<sup>5</sup> URL: <https://tass.ru/ekonomika/18821101>

<sup>6</sup> URL: <https://www.iea.org/reports/iron-and-steel-technology-roadmap>

ства<sup>7</sup>. Цифровые платформы снижают только транзакционные издержки (поиск партнеров, координация), но могут создавать новые зависимости. Этот этап совпадает с началом шестой волны Кондратьева/шестого технологического уклада (Глазьев, 2018), связанных с зелеными технологиями, искусственным интеллектом (Fischedick, Holtz, Fink, Amroune, Wehinger, 2020). Прогнозируется высокая волатильность, обусловленная геополитическими шоками, климатическими изменениями и технологическими сдвигами. Глобальные структуры призваны повысить адаптивность к этим шокам и циклам. ESG-факторы и углеродное регулирование (например, CBAM в ЕС<sup>8, 9</sup>) становятся мощными структурными драйверами, изменяющими конфигурацию глобальных ЦСС, инвестиционные циклы (Жюгьяра, Кузнеця) и влияющими на конкурентный рынок. Технологии Industry 4.0 (Schwab, 2016) позволяют быстрее реагировать на краткосрочные колебания спроса (циклы Китчина).

**Ключевые драйверы.** Геополитическая фрагментация, ESG и декарбонизация, технологические возможности (Индустрия 4.0), растущий спрос на кастомизацию и устойчивость продукции, необходимость повышения стабильности цепочек поставок.

**Примеры:**

- Строительство мини-заводов, работающих на основе электродуговых печей и использующих местные возобновляемые источники энергии для производства зеленой стали в странах с высокими стандартами экологической безопасности (например, проекты HYBRIT в Швеции) (Vogl, Ahman, Nilsson, 2018)<sup>10</sup>.

- Глобальные ТНК, которые, несмотря на централизацию исследований и разработок, создают локальные заводы и центры логистики в ключевых регионах, обеспечивая устойчивость цепочек поставок и снижая зависимость от нестабильных глобальных поставок (например, локализация

производств автокомпонентов из стали вблизи автосборочных заводов)<sup>11</sup>.

- Инициативы по интеграции цифровых платформ (IIoT) для мониторинга и управления распределенными производственными единицами, позволяющие синхронизировать глобальные инновации с региональными потребностями и оптимизировать логистику в режиме реального времени (Schwab, 2016).

Сопоставление этапов эволюции цепочек стоимости в черной металлургии приведено в табл. 2.

### **Современные тенденции и перспективы: декарбонизация, цифровизация и локализация**

Современный этап развития цепочек стоимости в черной металлургии характеризуется синергетическим действием ряда факторов, формирующих переход к глокализированным моделям (Robertson, 1995).

**Декарбонизация.** Возрастающее давление, направленное на снижение выбросов парниковых газов (Fischedick, Holtz, Fink, Amroune, Wehinger, 2020), стимулирует внедрение технологий прямого восстановления железа (DRI) (Кириченко, Алексахин, 2016) с использованием водорода (Vogl, Ahman, Nilsson, 2018) и применение электродуговых печей, работающих на возобновляемых источниках энергии. Это меняет географию размещения сталеплавильных производственных мощностей, приближая их к источникам зеленой энергии и центрам потребления, и способствует локализации производства<sup>12</sup>. Европейский Союз активно поощряет декарбонизацию металлургической отрасли через создание механизмов углеродного регулирования (CBAM)<sup>13</sup> и организацию финансовой поддержки проектов зеленой стали, создавая для компаний стимулы к переходу на низкоуглеродные технологии и локализацию производства внутри регионов<sup>14</sup>.

<sup>7</sup> URL: <https://www.hybritdevelopment.se/en/fossil-free-steel/>

<sup>8</sup> URL: [https://ercst.org/wp-content/uploads/2021/09/20210929\\_CBAM-II\\_Report-III\\_CBAM-All-Chapters\\_final.pdf](https://ercst.org/wp-content/uploads/2021/09/20210929_CBAM-II_Report-III_CBAM-All-Chapters_final.pdf)

<sup>9</sup> URL: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L\\_.2023.130.01.0052.01.ENG&toc=OJ%3AL%3A2023%3A130%3ATOC](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2023.130.01.0052.01.ENG&toc=OJ%3AL%3A2023%3A130%3ATOC)

<sup>10</sup> URL: <https://www.hybritdevelopment.se/en/fossil-free-steel/>

<sup>11</sup> URL: <https://corporate.arcelormittal.com/media/vrqqvnik/arcelor-mittal-integrated-annual-review-2023.pdf>

<sup>12</sup> URL: <https://www.iea.org/reports/iron-and-steel-technology-roadmap>

<sup>13</sup> URL: [https://ercst.org/wp-content/uploads/2021/09/20210929\\_CBAM-II\\_Report-III\\_CBAM-All-Chapters\\_final.pdf](https://ercst.org/wp-content/uploads/2021/09/20210929_CBAM-II_Report-III_CBAM-All-Chapters_final.pdf)

<sup>14</sup> URL: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L\\_.2023.130.01.0052.01.ENG&toc=OJ%3AL%3A2023%3A130%3ATOC](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2023.130.01.0052.01.ENG&toc=OJ%3AL%3A2023%3A130%3ATOC)

**Сравнительная характеристика этапов эволюции цепочек стоимости (ЦСС)  
в черной металлургии**

| Характеристика                                | Локальные ЦСС                                | Национальные интегрированные ЦСС                     | Международные ЦСС                                             | Глобальные ЦСС                                          | Глокальные ЦСС                                                          |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Приблизительный период                        | До середины XIX в.                           | Середина XIX – середина XX в.                        | Середина XX – конец XX в.                                     | Конец XX – начало XXI в.                                | Настоящее время – будущее                                               |
| Географический охват ЦСС                      | Локальный (община, малый регион)             | Национальный                                         | Международный (ТНК, экспорт)                                  | Глобальный (офшоринг, сети поставщиков)                 | Глобально-локальный (регионализация, рещоринг)                          |
| Структура ЦСС                                 | Короткие, фрагментированные                  | Длинные, вертикально интегрированные                 | Интегрированные внутри ТНК; начало экспорта                   | Длинные, фрагментированные, сетевые                     | Гибкие, устойчивые, короткие, модульные                                 |
| Ключевые технологии этапа                     | Сыродутный горн, кричное производство        | Бессемеровский, мартеновский, электропечной процессы | Кислородно-конвертерный процесс, НЛЗ                          | Автоматизация (АСУТП), ИКТ (ERP)                        | Industry 4.0, ИИ, зеленая сталь (H-DRI, CCUS), переработка отходов      |
| Доминирующая модель управления/координации    | Рыночный обмен, общинная/семейная            | Иерархия (крупные фирмы) (по Уильямсону)             | Иерархия ТНК (контроль головной компании)                     | Разнообразие моделей ГЦС (по Гереффи)                   | Гибридные, сетевые, платформенные, зависимые                            |
| Роль транзакционных издержек                  | Высокие, ограничивают масштаб                | Минимизируются внутрифирменной иерархией             | Управляются в рамках ТНК                                      | Оптимизируются глобально (аутсорсинг, ИТ)               | Управляются с фокусом на риск и устойчивость                            |
| Основные драйверы/Фокус                       | Удовлетворение локального спроса             | Национальная индустриализация, инфраструктура        | Доступ к рынкам и ресурсам, экспорт                           | Снижение издержек, глобальная эффективность             | Устойчивость (ESG), гибкость, риски, адаптация                          |
| Связь с волнами Кондратьева/укладами Глазьева | 1-я волна                                    | 2-я, 3-я волны                                       | 4-я волна                                                     | 5-я волна                                               | Начало 6-й волны (6-го уклада)                                          |
| Доминирующее влияние других циклов            | Аграрные, локальные колебания. Циклы Китчина | Инфраструктурные циклы Кузнецца                      | Инфраструктурные циклы Кузнецца, инвестиционные циклы Жюгляра | Инвестиционные циклы Жюгляра, длинные волны Кондратьева | Высокая волатильность (все циклы), влияние ESG/геополитических факторов |
| Роль кластеров (по Портеру)                   | Отсутствуют / слабые                         | Мощные национальные промышленные                     | Национальные, конкурируют на международном уровне             | Глобально конкурирующие                                 | Региональные инновационные/устойчивые хабы                              |
| Ключевые современные факторы                  | н/п                                          | н/п                                                  | Начало глобализации                                           | Глобализация, ИКТ                                       | ESG, Industry 4.0, геополитика, CBAM                                    |

*Примечание:* н/п – неприменимо.

*Источник.* Авторская разработка.

Снижение углеродного следа в металлургии требует структурных изменений в технологии выплавки стали. На графике (рис. 5) показано, как менялась доля различных методов производства стали, а также представлен прогноз на ближайшие десятилетия: рост электроплавильных печей (EAF) и внедрение водородной металлургии (H<sub>2</sub>-DRI) (Кириченко, Алексахин, 2016).

**Цифровизация.** Внедрение промышленного интернета вещей (IIoT), искусственного интеллекта и технологий больших данных (Big Data) (Schwab, 2016) повышает эффективность, гибкость и прозрачность цепочек поставок. Цифровые двойники производств и логистических сетей позволяют оптимизировать глокализованные системы, координируя работу распределенных активов и адаптируясь к быстро меняющемуся спросу. Разработав и внедрив цифровые платформы для управления производ-

ственными процессами и логистикой, ПАО «Северсталь» повысила эффективность производства, снизила издержки и улучшила качество продукции, таким образом наглядно продемонстрировав потенциал цифровизации в оптимизации цепочки создания стоимости в металлургии<sup>15</sup>.

**Усиление протекционизма и геополитическая нестабильность.** Торговые войны, санкции и стремление к большей экономической независимости стимулируют развитие региональных цепочек поставок и импортозамещение, что является одним из ключевых драйверов глокализации (Robertson, 1995). Компании вынуждены создавать дублирующие мощности в разных регионах для обеспечения устойчивости. Торговые споры между США и Китаем, а также геополитическая напряженность в

<sup>15</sup> URL: <https://it.severstal.com/severstal-digital/>



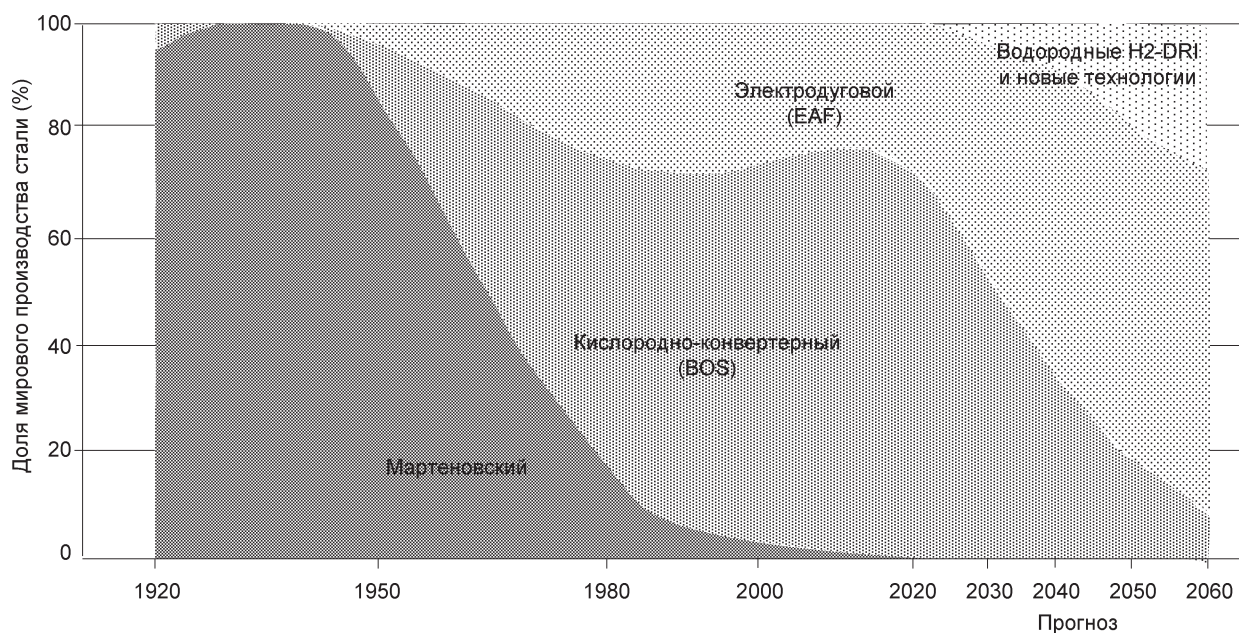


Рис. 5. Динамика мирового производства стали по технологиям выплавки (1920–2060 гг.)

Источник. Авторская разработка на основе данных исторических отчетов World Steel Association.

Восточной Европе и других регионах усилили тенденцию к регионализации экономических связей и импортозамещению, что стимулирует металлургические компании к диверсификации поставок и локализации производства для снижения геополитических рисков<sup>16</sup>. Масштаб внешнего давления беспрецедентен: как отметил Президент Российской Федерации Владимир Путин, выступая на съезде РСПП в марте 2025 г., против российских компаний и физических лиц введено 28 тыс. 595 санкций<sup>17</sup>.

*Повышение требований к устойчивому развитию (ESG).* Усиливается внимание к социальным и экологическим аспектам, что ускоряет перестройку цепочек поставок с учетом принципов циркулярной экономики (увеличение доли использования металлолома, утилизация отходов) и привлечения поставщиков, предложения которых соответствуют ESG-критериям<sup>18</sup>. Это также способствует локализации, поскольку упрощает контроль и снижает транспортный след. Инвесторы и потребители все больше внимания уделяют ESG-факторам, что

заставляет металлургические компании улучшать экологические показатели, повышать социальную ответственность и совершенствовать корпоративное управление. В частности, выстраивание цепочек поставок должно соответствовать принципам устойчивого развития (Elkington, 1997). Увеличение доли использования металлолома в производстве стали, например, является важным элементом циркулярной экономики и способствует снижению углеродного следа отрасли.

В результате взаимодействия этих тенденций формируются глокализованные цепочки стоимости, сочетающие глобальные стратегии НИОКР (научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы) и маркетинга с регионально адаптированными производственными и логистическими сетями.

\* \* \*

Проведенное исследование подтвердило, что развитие черной металлургии тесно связано с многоуровневой системой экономических циклов, которая включает в себя краткосрочные, среднесрочные, долгосрочные и сверхдлинные волны. Их взаимодействие формирует сложную динамику

<sup>16</sup> URL: <https://unctad.org/publication/world-investment-report-2024>

<sup>17</sup> URL: <http://www.special.kremlin.ru/events/president/news/76474>

<sup>18</sup> URL: <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/xx/pdf/2023/08/netzero-readiness-spotlight-cities-v3.pdf>

отрасли, определяя инвестиционную активность, уровень технологических изменений и организационную структуру ЦСС.

Установлено, что эволюция ЦСС в металлургии прошла этапы от локальных и преимущественно вертикально интегрированных структур к глобальным сетям, а в настоящее время активно движется к глобальным моделям, сочетающим глобальную интеграцию с локальной адаптацией. Такой переход обусловлен необходимостью повышения гибкости и устойчивости к внешним шокам — как экономического, так и геополитического характера.

Особую роль в современных структурных сдвигах играют:

- ужесточение экологических стандартов и требований по ESG;
- цифровизация производства и распространение технологий Индустрии 4.0;
- декарбонизация и развитие зеленых технологий, включая водородную металлургию;
- введение механизмов углеродного регулирования;
- нестабильность сырьевых рынков и санкционное давление.

В совокупности эти факторы усиливают давление на традиционные производственные цепочки, стимулируя формирование новых организационных форм — гибких, экологических, технологических.

Показано, что переход к шестому технологическому укладу (по концепции длинных волн Кондратьева и технологических укладов Глазьева) становится ключевым драйвером отраслевой трансформации. Он предполагает глубокую модернизацию металлургического производства на основе низкоуглеродных технологий, цифровых решений и принципов устойчивого развития. Это открывает новые возможности для формирования инновационных кластеров и повышения конкурентоспособности отрасли в глобальном масштабе.

Практическая значимость работы заключается в том, что интеграция теорий экономических циклов и современных концепций цепочек стоимости позволит:

- более точно прогнозировать отраслевые риски и возможности;
- разрабатывать стратегии устойчивого развития металлургических компаний;

- адаптировать инвестиционные планы к новым технологическим и экологическим повесткам;

- минимизировать негативные последствия рыночной и геополитической волатильности.

Результаты исследования создают теоретическую и методологическую основу для дальнейших научных и прикладных работ, направленных на повышение устойчивости и инновационности черной металлургии в условиях ускоряющихся технологических и институциональных изменений.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (REFERENCES)

**Глазьев С.Ю.** 2010. *Стратегия опережающего развития России в условиях глобального кризиса*. Москва: Экономика. 255 с. [Glazyev S.Yu. 2010. *The Strategy of Russia's Advanced Development in the Context of the Global Crisis*. Moscow: Ekonomika. 255 p. (In Russ.)]

**Глазьев С.Ю.** 2018. *Рывок в будущее. Россия в новых технологическом и мирохозяйственном укладах*. Москва: Книжный мир. 765 с. [Glazyev S.Yu. 2018. *Leap into the Future. Russia in New Technological and World Economic Structures*. Moscow: Knizhny Mir. 765 p. (In Russ.)]

**Кириченко И.С., Алексахин А.В.** 2016. Развитие мирового и отечественного производства железа прямого восстановления. *Молодой ученый*. № 2 (106). С. 85–90. [Kirichenko I.S., Aleksakhin A.V. 2016. Development of Global and Domestic Direct Reduced Iron Production. *Molodoy Uchenyy*. No 2 (106). PP. 85–90. (In Russ.)] URL: <https://moluch.ru/archive/106/25375/>

**Кондратьев Н.Д.** 2002. *Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения: избранные труды*. Москва: Экономика. 767 с. [Kondratiev N.D. 2002. *Large Conjunction Cycles and the Theory of Foresight: Selected Works*. Moscow: Ekonomika. 767 с. (In Russ.)]

**Coase R.H.** 1937. The Nature of the Firm. *Economica*. Vol. 4. Iss. 16. PP. 386–405. DOI: 10.1111/J.1468-0335.1937.TB00002.X

**Elkington J.** 1997. *Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business*. Capstone. New Society Publishers. 407 p.

**Fischedick M., Holtz G., Fink T., Amroune S., Wehinger F.** 2020. A Phase Model for the Low-Carbon Transformation of Energy Systems in the MENA Region. *Energy Transitions*. Vol. 4. PP. 127–139. DOI: 10.1007/S41825-020-00027-W

- Gaddy C.G., Ickes B.W.** 2002. *Russia's Virtual Economy*. Washington: Brookings Institution Press. 306 p.
- Gereffi G.** 1994. The Organization of Buyer-Driven Global Commodity Chains: How U.S. Retailers Shape Overseas Production Networks. *Commodity Chains and Global Capitalism*. Westport: Praeger. PP. 95–122. URL: [https://www.researchgate.net/publication/281870191\\_The\\_Organization\\_of\\_Buyer-Driven\\_Global\\_Commodity\\_Chains\\_How\\_US\\_Retailers\\_Shape\\_Overseas\\_Production\\_Networks](https://www.researchgate.net/publication/281870191_The_Organization_of_Buyer-Driven_Global_Commodity_Chains_How_US_Retailers_Shape_Overseas_Production_Networks)
- Gereffi G., Humphrey J., Sturgeon T.** 2005. The Governance of Global Value Chains. *Review of International Political Economy*. Vol. 12. Iss. 1. PP. 78–104. DOI: 10.1080/09692290500049805
- Hogan W.T.** 1982. *World Steel in the 1980's: A Case of Survival*. Lanham: Rowman & Littlefield. 290 p.
- Juglar C.** 1889. *Des Crises Commerciales et de Leur Retour Périodique en France, en Angleterre et aux Etats-Unis* (2nd ed.). Paris: Librairie Guillaumin et Cie. 664 p. URL: [https://archive.org/details/sc\\_0000980533\\_00000000672529/page/n5/mode/2up](https://archive.org/details/sc_0000980533_00000000672529/page/n5/mode/2up)
- Kitchin J.** 1923. Cycles and Trends in Economic Factors. *The Review of Economics and Statistics*. Vol. 5. No 1. PP. 10–16. DOI: 10.2307/1927031
- Kuznets S.** 1930. *Secular Movements in Production and Prices: Their Nature and Their Bearing upon Cyclical Fluctuations*. Boston: Houghton Mifflin Company. 536 p. URL: <https://archive.org/details/secularmovements0000unse/page/n9/mode/2up>
- Landes D.S.** 2003. *The Unbound Prometheus: Technological Change and Industrial Development in Western Europe from 1750 to the Present* (2nd ed.). Cambridge: Cambridge University Press. 566 p. DOI: 10.1017/CBO9780511819957
- Naughton B.** 2018. *The Chinese Economy: Adaptation and Growth* (2nd ed.). Cambridge: The MIT Press. 608 p. URL: <https://mitpress.mit.edu/9780262534796/the-chinese-economy/>
- Porter M.E.** 1985. *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. New York: Free Press. 557 p. URL: <https://archive.org/details/details/competitiveadvanport>
- Porter M.E.** 1990. *The Competitive Advantage of Nations*. New York: Free Press. 928 p. URL: <https://correctphilippines.org/wp-content/uploads/2020/06/Competitive-Advantage-of-Nations.pdf>
- Porter M.E., Kramer M.R.** 2011. Creating Shared Value. *Harvard Business Review*. Vol. 89. Iss. 1–2. PP. 62–77. URL: [https://www.academia.edu/20115622/Kramer\\_and\\_porter\\_2011](https://www.academia.edu/20115622/Kramer_and_porter_2011)
- Robertson R.** 1995. Glocalization: Time-Space and Homogeneity-Heterogeneity. *Global Modernities*. Ch. 2. PP. 25–44. London: Sage Publications. 312 p. URL: <https://sk.sagepub.com/book/edvol/global-modernities/toc>
- Schumpeter J.A.** 1923. *Business Cycles: A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process*. Vol. 1. New York: McGraw-Hill. 448 p. URL: <https://archive.org/details/in.ernet.dli.2015.150123>
- Schwab K.** 2016. *The Fourth Industrial Revolution*. Geneva: World Economic Forum. 172 p. URL: [https://law.unimelb.edu.au/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0005/3385454/Schwab-The\\_Fourth\\_Industrial\\_Revolution\\_Klaus\\_S.pdf](https://law.unimelb.edu.au/__data/assets/pdf_file/0005/3385454/Schwab-The_Fourth_Industrial_Revolution_Klaus_S.pdf)
- Vogl V., Ahman M., Nilsson L.J.** 2018. Assessment of Hydrogen Direct Reduction for Fossil-Free Steelmaking. *Journal of Cleaner Production*. Vol. 203. PP. 736–745. DOI: 10.1016/J.JCLEPRO.2018.08.279
- Williamson O.E.** 1985. *The Economic Institutions of Capitalism: Firms, Markets, Relational Contracting*. New York: Free Press. 450 p.

# THEORY OF INDUSTRY CYCLES AND EVOLUTION OF VALUE CHAINS IN FERROUS METALLURGY: FROM LOCAL TO GLOCAL SYSTEMS

**Oleg Navarro**<sup>1</sup> (<https://orcid.org/0009-0006-8145-1998>)

<sup>1</sup> PK Stalprokat (Moscow, Russia).

*Corresponding author:* Oleg Navarro ([oleg\\_navarro@mail.ru](mailto:oleg_navarro@mail.ru)).

**ABSTRACT.** The article analyses the interrelationship between the economic cycles of varying periodicity and the evolution of value chains (VC) in the ferrous metallurgy industry. The possibility of transitioning from local to glocal systems, combining global integration and local adaptation, is considered. The patterns of influence of ESG standards, digital transformation (Industry 4.0), and geopolitical changes on the formation of new organisational forms in the industry are identified. The possibility of applying the results to develop sustainable development strategies for metallurgical companies, optimise investment decisions, and reduce risks in volatile markets is explored. The prospects for the development of green metallurgy are analysed, including in the field of hydrogen technologies, direct iron reduction methods, and carbon capture.

**KEYWORDS:** ferrous metallurgy, value chain, economic cycles, glocalisation, transaction costs, global value chains.

**JEL-code:** D23, F23, L22, L61.

**DOI:** 10.46782/1818-4510-2025-2-47-66

*Received* 4.04.2025

---

In citation: Navarro O. 2025. Theory of Industry Cycles and Evolution of Value Chains in Ferrous Metallurgy: From Local to Glocal Systems. *Belorusskiy ekonomicheskij zhurnal*. No 2. PP. 47–66. DOI: 10.46782/1818-4510-2025-2-47-66 (In Russ.)

---

