

---

DOI: 10.15838/ptd.2025.5.139.7

УДК 332.87:69.05(470)"1917/2023" | ББК 65.042.12(2Рос) я431

© Пилясов А.Н., Котов А.В.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ГОРОДОВ РОССИИ В СТОЛЕТНЕЙ РЕТРОСПЕКТИВЕ



### АЛЕКСАНДР НИКОЛАЕВИЧ ПИЛЯСОВ

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Высшая школа экономики

Институт регионального консалтинга

Москва, Российская Федерация

Северный Арктический федеральный университет

Архангельск, Российская Федерация

e-mail: pelyasov@mail.ru

ORCID: **0000-0003-2249-9351**; ResearcherID: **J-9120-2013**



### АЛЕКСАНДР ВЛАДИМИРОВИЧ КОТОВ

Институт Европы РАН

Высшая школа экономики

Москва, Российская Федерация

e-mail: alexandr-kotov@yandex.ru

ORCID: **0000-0003-2990-3097**; ResearcherID: **O-1938-2018**

Статья посвящена анализу технологической эволюции многоквартирного домостроения в 18 российских городах в период с 1917 по 2023 год. Авторы предлагают оригинальный метод исследования технологических укладов (К3, К4, К5) на основе крупнейшей в России базы данных «Реестр домов», содержащей сведения о десятках тысяч зданий. Методологическая рамка основана на сочетании теории длинных волн Кондратьева, эволюционной экономической географии и укладного анализа городской недвижимости. Выявлены три волны технологического развития: деревянно-кирпичный уклад (К3), массовое панельное домостроение (К4) и монолитное строительство (К5). Представлена типология городов по характеру перехода между укладами: от лидеров технологических изменений до аутсайдеров, застрявших в предыдущем цикле. Особое внимание уделяется феномену кирпичного домостроения как межукладного связующего элемента и вариативности перехода к монолитному строительству, включая смену фундаментных

---

**Для цитирования:** Пилясов А.Н., Котов А.В. (2025). Технологическое развитие городов России в столетней ретроспективе // Проблемы развития территории. Т. 29. № 5. С. 102–141. DOI: 10.15838/ptd.2025.5.139.7

**For citation:** Pilyasov A.N., Kotov A.V. (2025). Technological development of the Russian cities in a hundred-year retrospective. *Problems of Territory's Development*, 29(5), 102–141. DOI: 10.15838/ptd.2025.5.139.7

конструкций. Проведен детализированный анализ динамики по годам, позволяющий выявить характерные фазы технологических циклов: внедрение, агрессия, зрелость и затухание. В статье предложены критерии для диагностики ренессанса старых технологий (например, повторный рост панельного домостроения в 2000-х годах) и различия инерции от настоящих технологических сдвигов. Результаты исследования имеют прикладную ценность для градостроительной политики, особенно в условиях необходимости перехода к энергоэффективным и гибким формам городской застройки. Работа вносит значимый вклад в становление подходов к ретроспективному анализу технологических траекторий развития городов.

*Технологический уклад, многоквартирное домостроение, длинные волны Кондратьева, панельное строительство, монолитное домостроение, кирпичная застройка, эволюционная урбанистика, городская технологическая динамика.*

### Введение

Актуальность предпринятого исследования продиктована несколькими обстоятельствами. Во-первых, оно обеспечивает одновременное видение долгосрочной ретроспективы технологического развития не одного, а почти двух десятков крупнейших городов России, расположенных в различных географических зонах и федеральных округах. Как правило, деятельность в этом направлении по одному городу осуществлялась командами историков, которые в течение длительного времени работали в государственных и ведомственных архивах для получения многодесятилетних рядов показателей из годовых отчетов структурообразующих предприятий. Эти данные становились основой их работ по экономической истории города.

Чтобы идти данным путем даже для двух десятков городов, потребовались бы годы работы и целые команды специалистов. Мы выбрали более экономный путь, сконцентрировав внимание только на технологическом развитии, а в нем – только на технологиях строительства многоквартирных домов города. Это сузило исследовательский ракурс, но зато обеспечило беспрецедентную для долговременного ретроспективного анализа широту выборки – одновременно было охвачено исследованием почти два десятка городов России.

Во-вторых, исследование концентрирует внимание на факторах, способствующих

или препятствующих долгосрочной технологической эволюции на примере не отдельного промышленного предприятия или промышленного района, где они более очевидны и прозрачны, а на крупных и средних по размеру городах как комплексном социальном феномене, в которых технологическая эволюция сложно переплетается с природными условиями и социальной средой. Этот новый феномен техносоциальной эволюции города только получает стартовое развитие, но уже очевидно, что у него будущих исследователей и разработчиков открываются захватывающие перспективы.

В-третьих, наше исследование обеспечивает новое знание для лиц, принимающих управленческие решения в изучаемых городах с точки зрения понимания текущего момента инновационного развития города в контексте долгосрочной технологической динамики, определенной в данной работе.

Предмет исследования – долгосрочное технологическое развитие городов России на примере (технологий) жилищного строительства. Объект исследования – выборка из 18 крупнейших, крупных и средних городов России. Нижним порогом для включения в выборку было решено взять численность населения города 250 тысяч человек, потому что данная категория специально выделена в принятой в декабре 2024 года Стратегии пространственного развития России как «ядро городской агломерации»<sup>1</sup>. Москву и Санкт-Петербург, как города-субъекты

<sup>1</sup> Города с населением 250 тысяч человек получили статус агломераций. URL: <https://tass.ru/ekonomika/15091945>

Российской Федерации и потому статусно отличные от всех других российских городов, было решено в исследование не включать (они требуют особого подхода и отдельного изучения).

Цель исследования – выявить закономерности и особенности технологической динамики 18 российских городов в столетней ретроспективе – определила решение трех задач: 1) охарактеризовать сущностные черты и особенности технологического развития российских городов в период 1920–1950 годов (К3 – третий Кондратьев<sup>2</sup>); 1960–2000-х годов (К4); 2010+ годов (К5); 2) провести классификацию российских городов по типу динамики их перехода от К4 к К5; 3) осуществить сравнения городов-аналогов для выявления факторов, влияющих на скорость технологической эволюции.

Новизна исследования определяется обращением к городам в тематике долговременной технологической динамики. Несмотря на то, что в последние годы авторами был выполнен цикл из шести работ, объединенных общим замыслом исследовать столетнюю технологическую динамику на уровне отдельного региона (Магаданская область), Арктической зоны, Северного морского пути, отдельного предприятия (Архангельский водорослевый комбинат) (Пилясов, Цукерман, 2022а; Пилясов, Цукерман, 2022b; Пилясов, 2023; Пилясов, Котов, 2024; Пилясов, 2024; Пилясов и др., 2025), долгое время было неясно, на какой фактологической основе можно исследовать технологическую эволюцию городов. По каким критериям определять, в какой конкретно фазе четвертого или пятого

Кондратьева находится конкретный город? Потребовалось сформировать специальную исследовательскую методологию, «заточенную» на анализ долговременной технологической динамики городов.

### **Методология и методы, информационная база исследования**

Традиционный подход к анализу технологического развития городов разрабатывается сегодня в мире в русле трех основных направлений. Во-первых, это концепция «умного города», который обретает новую экономическую специализацию на цифровых технологиях искусственного интеллекта, творческом потенциале местных талантов, новой организации городского пространства и системы городского жизнеобеспечения. На эту тему в мире и России опубликованы десятки монографий и сотни статей (Ahad et al., 2020; Albino et al., 2015; Caragliu et al., 2011; Hassankhani et al., 2021; Mora et al., 2021; Nikki, Kim, 2021; Srivastava, Sharifi, 2022; Балахонова, 2023; Афанасьева, Попова, 2022 и т. д.).

Во-вторых, это очень популярные в мире и России рейтинги инновационного развития городов, которые, несмотря на свой явно прикладной характер, стали уже предметом научного исследования как в плане аналитического конструирования, так и с целью сравнения городов-аналогов (например, глобальных, столичных, городов-миллионников и др.) между собой. Например, в России существует рейтинг Высшей школы экономики<sup>3</sup> и ежегодный рейтинг цифровой трансформации городов (индекс IQ городов) Минстроя России<sup>4</sup>.

<sup>2</sup> Третий Кондратьев (К3) понимается в данной статье как период массового строительства на раннеиндустриальных технологиях деревянных и кирпичных многоквартирных домов (МКД), развертывающийся в городах России с начала века (когда возник сам феномен МКД) до конца 1950-х годов. Однако ввиду неточности дореволюционных данных о погодовом вводе МКД реально мы можем его рассматривать лишь с 1920-х годов. Четвертый Кондратьев (К4) понимается нами как эра панельного домостроения, то есть период массового строительства панельного жилья с использованием технологий железобетонных перекрытий и панелей, который развертывался в городах России с 1960-х годов по начало / первые два десятилетия XXI века. Пятый Кондратьев (К5) понимается нами как эра монолитного домостроения, которая опирается на новые технологии заливки бетонной смеси в опалубку непосредственно на строительной площадке и массово развертывается в городах России со второго десятилетия XXI века.

<sup>3</sup> Рейтинг инновационной привлекательности мировых городов (2024) / редакторы: Л.М. Гохберг, Е.С. Куценко; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М.: ИСИЭЗ ВШЭ. 442 с.

<sup>4</sup> Этот индекс на основании 47 показателей оценивает уровень внедрения интеллектуальных систем и цифровых технологий в различных сферах городского управления.

В-третьих, это немногочисленные работы, посвященные возникновению нового технологического уклада в городах и его влиянию на эволюцию градостроительного пространства, городской среды, управленческих практик и приоритетов экономического развития<sup>5</sup> (Гавайлер, 2018; Мазаев, 2018).

Ни одно из этих направлений не давало нам возможности сформировать методологическую платформу для задуманного исследования. Поэтому решено было создать собственную теоретическую рамку, специально под данное исследование, из трех компонентов. Первый элемент включает плодотворно развиваемую для уровня стран концепцию длинных волн Кондратьева – Переса – Глазьева (Кондратьев, 1993; Глазьев, 1993; Perez, 2002; Perez, 2010; Lema, Perez, 2024), которую мы в предыдущих работах уже «приземляли» на уровень отдельных предприятий, регионов и Арктической зоны РФ. И, конечно, для уровня городов она может быть конструктивно использована с точки зрения понимания логики долговременной («укладной») технологической эволюции.

Второй блок включает работы экономистов, историков, экономико-географов в духе эволюционной парадигмы: эволюционная экономика, эволюционная экономическая география, социальная эволюция (Nelson, Winter, 1982; Шумпетер, 1982; Коротаев и др., 2009; Boschma, Martin, 2010).

Эти работы, при всем их сюжетном разнообразии, помогают увидеть в столетней ретроспективе не просто городскую историю или развитие, но отражение в нем базовых закономерностей эволюции, как они известны и изучены специалистами по эволюционной биологии и социальной эволюции.

Третий компонент, с точки зрения практической реализации исследования, был самым важным и полностью авторским. Нужно было увидеть жилищное строительство не как традиционно понимаемый социальный феномен удовлетворения базовых потребностей человека, но как технологический феномен, связанный с определенными, присущими каждой исторической эпохе материалами, средствами производства и строительными технологиями. Облик города формируется недвижимостью, важнейшая среди них и общая для всех городов – жилая недвижимость (составляет в большинстве рассматриваемых городов от 50 до 70% и более общих активов городской недвижимости), которая поэтому может служить базой для сравнения очень разных по экономическому профилю городов. Таким образом, важнейшим допущением нашего исследования стало положение о том, что по смене технологии массового строительства многоквартирных домов в городе мы можем судить о его общем технологическом развитии. При всей уязвимости данного положения – недоучет свойственных каждой технологической эпохе специфических для данного города инноваций, например, в цифровизации и цифровом управлении, в конвейерной промышленности и т. д. – это был единственный способ увидеть технологическое развитие города в долговременной столетней ретроспективе.

Основным источником информации по жилой недвижимости городов стала база данных «Реестр домов», которую поддерживает Фонд развития территорий. Это наиболее детализованная и глубокая по времени<sup>6</sup> база данных о многоквартирных домах на территории Российской Федерации, которая содержит несколько десятков показателей. Среди них для нашего анализа были отобраны десять (табл. 1).

<sup>5</sup> Технологии для умных городов (2017): доклад / руководитель М.С. Липецкая. Санкт-Петербург: ЦСЗ – Северо-Запад. 113 с.; Гавайлер А.В. (2018). Разработка стратегии развития города в условиях смены технологических укладов: автореф. дис. ... канд. экон. наук. М: МГУ. 24 с.

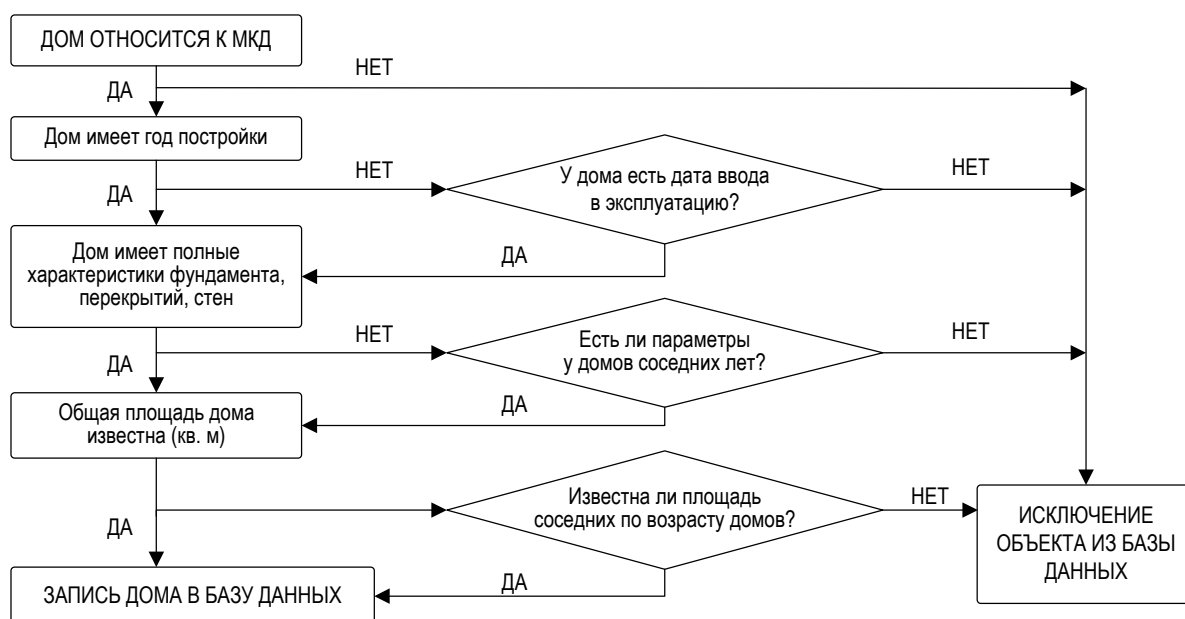
<sup>6</sup> Именно по причинам краткосрочного характера имеющихся данных (не более десяти – пятнадцати лет) и их агрегированного характера было невозможно использовать другие базы: Росстата – форма федерального статистического наблюдения Росстата № 1 – жилфонд «Сведения о жилищном фонде»; Минстроя РФ – ЕМИСС (Общая площадь жилых помещений в многоквартирных домах), индикатор 57479; ГИС ЖКХ (Дом. РФ).

**Таблица 1. Структура использованного набора базы данных «Реестр домов» информационной системы «Реформа ЖКХ»**

| Англоязычное название поля в базе данных                                                                                                                      | Описание поля                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>id</i>                                                                                                                                                     | ID дома на Портале                                                                                       |
| <i>region_id</i>                                                                                                                                              | Субъект РФ (код ФИАС – федеральной информационной адресной системы)                                      |
| <i>city_id</i>                                                                                                                                                | Населенный пункт (код ФИАС)                                                                              |
| <i>built_year</i>                                                                                                                                             | Год постройки                                                                                            |
| <i>exploitation_start_year</i>                                                                                                                                | Год ввода в эксплуатацию                                                                                 |
| <i>house_type</i>                                                                                                                                             | Тип дома (МКД/спец. фонд и др.)                                                                          |
| <i>area_total</i>                                                                                                                                             | Общая площадь дома, всего, кв. м                                                                         |
| <i>foundation_type</i>                                                                                                                                        | Тип фундамента (ленточный, свайный, сплошной, комбинированный, сборный, столбчатый)                      |
| <i>floor_type</i>                                                                                                                                             | Тип перекрытий (деревянный, железобетонный)                                                              |
| <i>wall_material</i>                                                                                                                                          | Материал несущих стен (кирпичный, деревянный, панельный, монолитный, блочный, железобетонный, смешанный) |
| Составлено по: <a href="https://xn--80adsazqn.xn--p1aee.xn--p1ai/opendata">https://xn--80adsazqn.xn--p1aee.xn--p1ai/opendata</a> (дата обращения 05.02.2025). |                                                                                                          |

Ключевые показатели – год постройки (*built\_year*) и год ввода в эксплуатацию (*exploitation\_start\_year*). С ними сопоставляются примененные строительные технологии и материалы. Таким образом, в результате погодного анализа выявляются технологические волны («панельная», «кирпичная», «монолитная») и периоды смены технологических укладов в строительстве городского жилья (рис. 1).

Несмотря на то, что по многим городам база данных ежегодного строительства многоквартирных домов начинается еще с XIX века, в итоге решено было ограничиться послереволюционным периодом ввиду явного пропуска данных, перегруженностью 1917 года, к которому часто относили сотни построенных явно раньше домов. В базу не были включены специализированный жилищный фонд и дома блокированной застройки.



**Рис. 1. Алгоритм формирования базы данных многоквартирных домов**

Источник: составлено авторами.

В случае наличия всех необходимых параметров, таких как год постройки, полные характеристики материалов стен, перекрытий и фундаментов, а также площадь дома, запись о здании включалась в базу данных напрямую. При неполном соответствии применялись экспертные методы досчета.

В тех случаях, когда отсутствовали данные о дате постройки, использовалась дата ввода здания в эксплуатацию, что в абсолютном большинстве случаев совпадало с указанным годом постройки. Это способствовало вовлечению в анализ дополнительно 3–5% домов.

Для многоквартирных домов, где не указывались строительные материалы, для ликвидации пробелов применялись характеристики аналогичных зданий-соседей/аналогов. Некорректно указанные площади домов, такие как нулевые или незапол-

ненные значения, корректировались также с использованием сравнительного анализа. Таким образом, была обеспечена репрезентативность выборки (табл. 2), которая в среднем достигла не менее 75% от общего числа многоквартирных домов, расположенных в выбранных городах.

Основной упор в самом трудоемком предварительном анализе был сделан на визуализацию данных в виде построения графиков по динамике ввода общей площади деревянных, кирпичных, панельных, блочных, монолитных многоквартирных домов и их доле в общем вводе жилья; динамике среднего размера вводимых деревянных, кирпичных, панельных, блочных, монолитных многоквартирных домов; динамике удельного веса вводимых многоквартирных домов с железобетонными перекрытиями, в % от общей площади вводимых домов;

Таблица 2. Выборка городов, включенных в исследование

| Город                                                 | Численность населения на 01.01.2024, чел. | Годы анализа | Количество ячеек (домов) с полным описанием: год постройки, общая площадь, тип стен, тип фундамента, тип перекрытий |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Более 1 млн чел.                                      |                                           |              |                                                                                                                     |
| Новосибирск                                           | 1633851                                   | 1917–2021    | 7135                                                                                                                |
| Екатеринбург                                          | 1536183                                   | 1917–2022    | 7435                                                                                                                |
| Красноярск                                            | 1205473                                   | 1917–2020    | 5201                                                                                                                |
| Нижний Новгород                                       | 1204985                                   | 1918–2021    | 6310                                                                                                                |
| Челябинск                                             | 1177058                                   | 1928–2023    | 5522                                                                                                                |
| Самара                                                | 1158952                                   | 1918–2018    | 6807                                                                                                                |
| Ростов-на-Дону                                        | 1140487                                   | 1918–2023    | 4828                                                                                                                |
| Краснодар                                             | 1138654                                   | 1917–2019    | 2045                                                                                                                |
| Омск                                                  | 1104485                                   | 1924–2022    | 6439                                                                                                                |
| Воронеж                                               | 1046425                                   | 1928–2022    | 4594                                                                                                                |
| Пермь                                                 | 1026908                                   | 1918–2019    | 4779                                                                                                                |
| Волгоград                                             | 1018898                                   | 1929–2021    | 4830                                                                                                                |
| Выборка 12 из 16 городов России данного размера – 75% |                                           |              |                                                                                                                     |
| 500 тыс. – 1 млн чел.                                 |                                           |              |                                                                                                                     |
| Тюмень                                                | 861098                                    | 1917–2021    | 3370                                                                                                                |
| Хабаровск                                             | 615570                                    | 1925–2021    | 3376                                                                                                                |
| Иркутск                                               | 606369                                    | 1918–2021    | 3779                                                                                                                |
| Владивосток                                           | 591628                                    | 1919–2019    | 3151                                                                                                                |
| Выборка 4 из 20 городов России данного размера – 20%  |                                           |              |                                                                                                                     |
| 250–500 тыс. чел.                                     |                                           |              |                                                                                                                     |
| Архангельск                                           | 296665                                    | 1918–2021    | 3703                                                                                                                |
| Мурманск                                              | 266681                                    | 1929–2016    | 2014                                                                                                                |
| Выборка 2 из 42 городов России данного размера – 4,8% |                                           |              |                                                                                                                     |
| Составлено по: база данных «Реестр домов».            |                                           |              |                                                                                                                     |

динамике структуры ввода общей площади многоквартирных домов по типу стен в абсолютном выражении; динамике структуры ввода общей площади многоквартирных домов по типу стен, в %; динамике структуры ввода общей площади многоквартирных домов по типу фундамента в абсолютном выражении; динамике структуры ввода общей площади многоквартирных домов по типу фундамента, в %. Всего построено  $15 \times 18 = 270$  графиков динамики.

### Основные результаты

Анализ эволюции технологических укладов в жилищном строительстве российских городов позволяет выделить три волны: третий Кондратьев, основанный на технологиях деревянного и кирпичного строительства многоквартирных домов, который развертывался в 1920–1950-е годы; четвертый Кондратьев, который основан на технологиях массового панельного домостроения, развертывался в 1960–2000-е годы; пятый Кондратьев, который основан на технологиях монолитного строительства многоквартирных домов (и беспрецедентном против прошлых эпох значении малоэтажного, индивидуального жилья, то есть уменьшении значения самого строительства многоквартирных домов), начавшийся в 2010-е+ годы в городах России. Максимальную отчетливость по внутренней фазовой структуре демонстрирует четвертый Кондратьев.

### *Краткая характеристика черт КЗ цикла (1920–1950-е годы) в развитии российских городов*

Говорить о полноценном раскрытии всех фаз третьего Кондратьева в городском жилищном домостроении, деревянном и кирпичном, невозможно, в силу того что сам феномен многоквартирного домостроения, с опорой на индустриальные массовые, а не индивидуальные, кустарные технологии, возник в российских городах только в предреволюционное время. До этого использовались доиндустриальные методы строительства небольших домов из камня, дерева, кирпича, на ленточных и каменных фундаментах, с деревянными перекрытиями.

Вплоть до конца 1950-х годов абсолютные объемы строительства деревянных многоквартирных домов в городах с сильными традициями деревянного домостроения (например, в Архангельске) возрастали, хотя доля деревянного домостроения в общем вводе общей площади многоквартирных домов снижалась и здесь уже с середины 1950-х годов за счет массового ввода кирпичных и блочных жилых домов. Весь период третьего Кондратьева (и раньше, весь XIX век) в городах наблюдалась конкуренция деревянного и кирпичного домостроения. Она проявилась в первые десятилетия XX века и в строительстве многоквартирных жилых домов.

Однако между этими стеновыми материалами есть принципиальное различие. Если кирпич пережил и третий, и четвертый (панельный) и вошел в пятый (монолитный) Кондратьев, то дерево как строительный материал повсеместно стало выклиниваться в жилищном домостроении с приходом четвертого Кондратьева в 1960-е годы. Поэтому именно дерево как строительный материал, абсолютно отзывчивый к смене технологической эпохи, а не «межукладный» кирпич, следует считать маркером этого периода (далее, на рубеже смены веков, дерево снова появится, но уже в индивидуальном, а не многоквартирном жилом строительстве).

Абсолютно в духе постулатов эволюционной биологии, уже после тотального исчезновения дерева как массового материала для строительства многоквартирных домов, в некоторых городах, имевших давние традиции деревянного домостроения, наблюдались его временные возвращения в 1960-е и даже в 1970-е годы – как стенового материала и/или материала межэтажных перекрытий многоквартирных жилых домов.

Города-лидеры – хранители традиций деревянного домостроения – определяются по максимальной в выборке доле общей площади деревянных многоквартирных домов, построенных за период наблюдений в XX веке, в общей площади всех построенных многоквартирных домов. Это Архангельск (доля площади деревянных многоквартирных домов составляет 20%), Иркутск

(3%), Хабаровск (1,5%), Нижний Новгород и Самара (около 1%). В остальных городах нашей выборки доля деревянных многоквартирных домов существенно меньше.

#### Эра панельного домостроения (К4, 1960–2000+)

Приход панельного домостроения, с которым ассоциируется четвертый кондратьевский цикл, на большинстве графиков динамики (рис. 2а, б) диагностируется практически вертикальной линией – выход от нулевых до максимальных значений за

весь полувековой период был осуществлен в считанные годы практически во всех рассматриваемых городах, хотя и наблюдались существенные различия в деталях протекания этого цикла в российских городах. Основой массового дешевого жилого строительства многоквартирных домов становятся железобетонные панели, которые быстро вытесняют другие строительные материалы и на несколько десятилетий во многих рассматриваемых городах становятся основным способом строительства жилья.

Динамика ввода панельных многоквартирных домов в Омске (1924–2022)

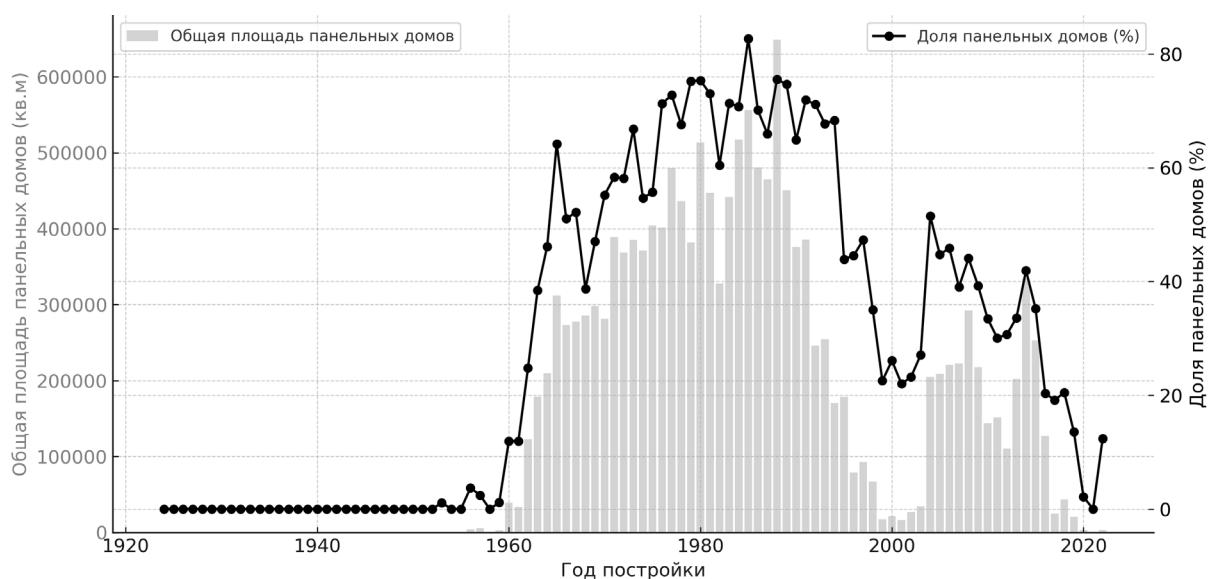


Рис. 2а. Острове́ршинный тип динамики панельного цикла К4

Динамика ввода панельных многоквартирных домов в Иркутске (с 1950-х годов)

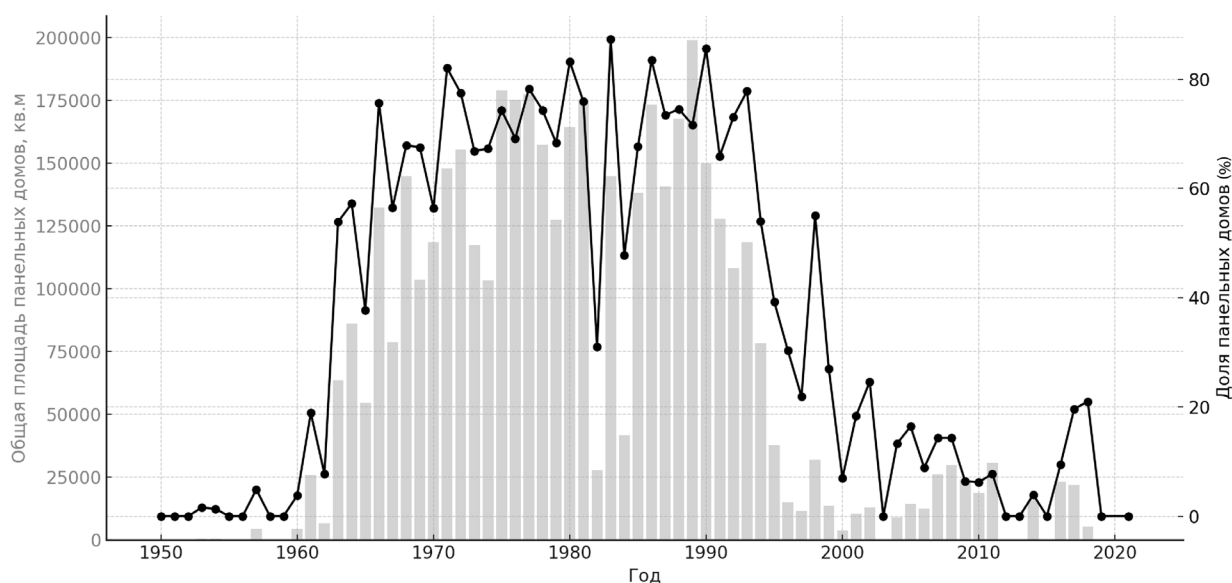


Рис. 2б. Многове́ршинный тип динамики панельного цикла К4

Источник: составлено авторами.

С точки зрения кондратьевского цикла панельный можно назвать «каноническим»: во многих городах длится около полувека, после чего явно идет на спад, четко обособляется на четыре фазы – формирование (первые 8–10 лет), закрепление (последующие 10–12 лет), золотой век (около 15 лет) и кризис (с возможным ренессансом) – около 15 лет, которые пришлись на конец 1990-х – начало нулевых годов.

Полувековой цикл панельного домостроения представлен двумя основными типами динамики: с одним максимальным пиком (см. рис. 2а) или с несколькими сопоставимыми (или равнозначными) пиками советского и российского времени (см. рис. 2б).

Несмотря на «дружное» массовое начало панельного цикла практически в одно время во всех городах нашей выборки, между ними имелись существенные различия в протекании К4, которые можно свести к нескольким моментам. Во-первых, значительно различался момент появления первого панельного дома, как правило, значительно опережавший сам период запуска панельного цикла: более чем на 30 лет в Ростове-на-Дону, где провозвестник будущей массовой панельной застройки появился еще в 1928 году, в Иркутске – в 1931 году; в большинстве городов опережал массовый «выпуск» панельного жилья на 10–12 лет; в Архангельске и Тюмени практически совпадал с началом К4 (табл. 3).

Таблица 3. Различия в разворачивании панельного цикла между городами

| Город                                                                                                                                                                            | Доля панельных МКД общей площади в целом МКД % | Тип динамики по количеству пиков | Появление первого панельного дома, год | Ввод панельных домов 25% общей площади от всех вводимых домов, год | Ввод панельных домов 50% общей площади от всех вводимых домов, год | Средняя доля вводимых панельных домов по площади в общем вводе МКД в последние пять лет, % | Тип динамики |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Первая группа                                                                                                                                                                    |                                                |                                  |                                        |                                                                    |                                                                    |                                                                                            |              |
| Мурманск                                                                                                                                                                         | 69                                             | О                                | 1952                                   | 1963                                                               | 1965                                                               | более 75                                                                                   | -            |
| Челябинск                                                                                                                                                                        | 62                                             | М                                | 1936                                   | 1962                                                               | 1964                                                               | 100                                                                                        | ++           |
| Красноярск                                                                                                                                                                       | 57                                             | М                                | 1948                                   | 1948                                                               | 1963                                                               | 19                                                                                         | ++           |
| Омск                                                                                                                                                                             | 54                                             | О                                | 1953                                   | 1963                                                               | 1965                                                               | 10                                                                                         | +            |
| Владивосток                                                                                                                                                                      | 52                                             | О                                | 1937                                   | 1962                                                               | 1967                                                               | менее 1                                                                                    | +            |
| Вторая группа                                                                                                                                                                    |                                                |                                  |                                        |                                                                    |                                                                    |                                                                                            |              |
| Архангельск                                                                                                                                                                      | 45                                             | М                                | 1961                                   | 1967                                                               | 1970                                                               | 19                                                                                         | -            |
| Новосибирск                                                                                                                                                                      | 45                                             | М                                | 1954                                   | 1962                                                               | 1964                                                               | 16                                                                                         | ++           |
| Пермь                                                                                                                                                                            | 42                                             | М                                | 1950                                   | 1964                                                               | 1971                                                               | 22                                                                                         | +            |
| Хабаровск                                                                                                                                                                        | 41                                             | М                                | 1949                                   | 1963                                                               | 1973                                                               | 3                                                                                          | +            |
| Иркутск                                                                                                                                                                          | 41                                             | М                                | 1931                                   | 1931                                                               | 1963                                                               | 17                                                                                         | -            |
| Нижний Новгород                                                                                                                                                                  | 40                                             | М                                | 1950                                   | 1965                                                               | 1969                                                               | 22                                                                                         | -            |
| Третья группа                                                                                                                                                                    |                                                |                                  |                                        |                                                                    |                                                                    |                                                                                            |              |
| Ростов на Дону                                                                                                                                                                   | 38                                             | О                                | 1928                                   | 1947                                                               | 1947                                                               | 30                                                                                         | -            |
| Самара                                                                                                                                                                           | 36                                             | О                                | 1942                                   | 1961                                                               | 1962                                                               | 2                                                                                          | -            |
| Тюмень                                                                                                                                                                           | 35                                             | М                                | 1961                                   | 1967                                                               | 1976                                                               | 60                                                                                         | +            |
| Воронеж                                                                                                                                                                          | 34                                             | М                                | 1950                                   | 1972                                                               | 1982                                                               | 22                                                                                         | ++           |
| Екатеринбург                                                                                                                                                                     | 34                                             | М                                | 1944                                   | 1961                                                               | 1967                                                               | 36                                                                                         | -            |
| Волгоград                                                                                                                                                                        | 31                                             | М                                | 1958                                   | 1962                                                               | 1977                                                               | менее 3                                                                                    | +            |
| Краснодар                                                                                                                                                                        | 19                                             | М                                | 1950                                   | 1962                                                               | 1978                                                               | 1                                                                                          | -            |
| Примечание: О – один пик, М – многопиковая структура; + возвращение внутри монолитного строительства; ++ затягивание панельного цикла; - нет ренессанса панельного домостроения. |                                                |                                  |                                        |                                                                    |                                                                    |                                                                                            |              |
| Источник: составлено авторами.                                                                                                                                                   |                                                |                                  |                                        |                                                                    |                                                                    |                                                                                            |              |

Во-вторых, значительно различаются по городам годы «насыщения», когда доля панельных домов стала составлять половину в общей площади всех вводимых многоквартирных домов: в половине случаев она была достигнута уже в первое десятилетие начала цикла, но в Воронеже только в 1982 году, в Краснодаре – в 1978 году, в Волгограде – в 1977 году (традиционно ориентированные на кирпичное домостроение города российского Черноземья и юга отставали во внедрении панельной «инновации»).

В-третьих, как уже было отмечено, различался сам тип многодесятилетней динамики панельного цикла: от классического одного пика, после которого наблюдался затяжной спад, до наличия нескольких (двух и более) равноценных пиков советского и российского времени. В-четвертых, в некоторых городах наблюдались яркие случаи ренессанса панельного домостроения – как правило, уже внутри нового «монолитного» цикла – как своеобразные ретрогрессии<sup>7</sup> (подобно тому, как дерево возвращалось в многоквартирное домостроение внутри панельного цикла в 1960–1970-е годы).

Наконец, в-пятых, существенно различается «след» панельного цикла в общей вековой ретроспективе строительства многоквартирных домов. Доля домов панельного цикла составляет более половины всего жилфонда города в Мурманске, Челябинске, Красноярске, Омске, Владивостоке. Но она существенно скромнее (20–35%) и часто меньше доли кирпичных многоквартирных домов в городах юга России: Краснодаре, Волгограде, Воронеже, Тюмени, Самаре, Ростове-на-Дону.

Панельный железобетон по-разному побеждал дерево и в межэтажных перекрытиях. Обобщая, можно констатировать наличие здесь двух основных типов динамики: 1) стремительное вытеснение деревянных перекрытий в многоквартирных домах с приходом эры панельного домостроения – в первые же годы (рис. 3а); 2) затянутый на десятилетия, вплоть до нулевых годов, период абсолютного утверждения железобетонных перекрытий в многоквартирных домах (как правило, в городах с давними традициями деревянного домостроения; рис. 3б).



Рис. 3а. Стремительное вытеснение деревянных перекрытий железобетонными в начале К4

Источник: составлено авторами.

<sup>7</sup> Ретрогрессия (от лат. *retrogressio* – движение назад) – это движение, развитие или изменение в обратном направлении, т. е. возврат к более раннему, менее развитому или примитивному состоянию.



**Рис. 36. Затянутое замещение деревянных перекрытий железобетонными в конце К4**

Источник: составлено авторами.

Города различались временной дистанцией между появлением первого дома с железобетонными перекрытиями и годом, когда все вводимые дома их имели. Однако здесь нужно сделать уточнение, что в случае малого ввода новых многоквартирных домов эти сто процентов могли в последующие годы более значительных объемов ввода многоквартирных домов снова снизиться до 60–75%. В таком случае достижение «потолка» не было устойчивым. Поэтому к годам достижения стопроцентного уровня ранее 1960 года следует относиться как к «лукавым», то есть не свидетельствующим о состоявшемся подлинном переходе от деревянных к железобетонным перекрытиям.

Минимальный разрыв между первым появлением строительной инновации и ее тотальным распространением внутри панельного цикла составляет 25–30 лет, но основная масса городов выборки имеет разрыв в 40–45 лет (табл. 4). Первое появление инновации, характеризующей следующий технологический цикл в многоквартирном домостроении, возникает еще в середине предыдущего цикла и у двух третей городов выборки отстоит от периода ее массового внедрения почти на полвека (а это протяженность самой длинной волны).

Ввиду одновременного массового перехода всех городов выборки к циклу панельного домостроения может возникнуть иллюзия, что и дальнейшее развитие индустриального К4 проходило абсолютно идентично по всем городам разного размера и местоположения. Однако детальное знакомство с ходом этого процесса показывает, что имели место существенные различия между городами по типу динамики (один пик или много, советский пик против российского пика и т. д.) и по роли панельного цикла в целом в вековой ретроспективе многоквартирного домостроения (например, южные города явно отдавали приоритет кирпичному домостроению, которое и доминировало в общей площади всех введенных домов), и по скорости тотального утверждения «панельной» инновации, самой протяженности панельного цикла (50 лет или более, с затягиванием на «лишние» десятилетия). Переход на самый низовой пространственный уровень (от страны и региона к городу) прикладного использования технологической парадигмы полувековых циклов Кондратьева неизбежно обнаруживает большую вариативность, чем при ее использовании на традиционном страновом уровне.

**Таблица 4. Различия между городами по разрыву между первой инновацией и ее массовым укоренением внутри панельного цикла, лет**

| Город                                                                                               | Год появления первого дома с железобетонными перекрытиями | Год, когда доля площади домов с железобетонными перекрытиями составила 25% всех введенных домов | Год, когда 100% вводимых многоквартирных домов были с железобетонными перекрытиями |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Краснодар                                                                                           | 1918                                                      | 1918                                                                                            | 1929?                                                                              |
| Ростов                                                                                              | 1925                                                      | 1928                                                                                            | 1942?                                                                              |
| Тюмень                                                                                              | 1918                                                      | 1918                                                                                            | 1947?                                                                              |
| 25–30 лет разницы между 100% вводом домов с железобетонными перекрытиями и годом ввода первого дома |                                                           |                                                                                                 |                                                                                    |
| Мурманск                                                                                            | 1937                                                      | 1938                                                                                            | 1962                                                                               |
| Челябинск                                                                                           | 1928                                                      | 1930                                                                                            | 1963                                                                               |
| Волгоград                                                                                           | 1932                                                      | 1946                                                                                            | 1965                                                                               |
| 40–45+ лет разницы                                                                                  |                                                           |                                                                                                 |                                                                                    |
| Владивосток                                                                                         | 1919                                                      | 1919                                                                                            | 1960?                                                                              |
| Иркутск                                                                                             | 1919                                                      | 1919                                                                                            | 1966?                                                                              |
| Воронеж                                                                                             | 1929                                                      | 1929                                                                                            | 1970                                                                               |
| Новосибирск                                                                                         | 1929                                                      | 1929                                                                                            | 1970                                                                               |
| Омск                                                                                                | 1928                                                      | 1928                                                                                            | 1971                                                                               |
| Хабаровск                                                                                           | 1927                                                      | 1927                                                                                            | 1975                                                                               |
| Пермь                                                                                               | 1928                                                      | 1928                                                                                            | 1975                                                                               |
| Нижний Новгород                                                                                     | 1927                                                      | 1930                                                                                            | 1975                                                                               |
| Екатеринбург                                                                                        | 1935                                                      | 1952                                                                                            | 1978                                                                               |
| 60+ лет разницы                                                                                     |                                                           |                                                                                                 |                                                                                    |
| Красноярск                                                                                          | 1917                                                      | 1917                                                                                            | 1989                                                                               |
| Самара                                                                                              | 1878                                                      | 1909                                                                                            | 1992                                                                               |
| Архангельск                                                                                         | 1940                                                      | 1961                                                                                            | 1999                                                                               |
| Источник: составлено авторами.                                                                      |                                                           |                                                                                                 |                                                                                    |

**Феномен межукладного (К3, К4, К5) обволакивающего кирпичного домостроения в технологической эволюции многоквартирного домостроения последнего столетия**

Кирпичное домостроение можно назвать «вещью в себе» в том смысле, что оно не ассоциируется полностью ни с одним из рассмотренных нами циклов (К3, К4, К5), но протягивается между ними всеми – присутствует и в деревянном, и в панельном, и в монолитном цикле. В этом смысле кирпич можно уподобить трилобиту<sup>8</sup> – долгоживущей фауне палеозоя, которая пережила многие другие виды. Кирпичное домостро-

ение проходит через все рассмотренные уклады и выполняет важную связующую роль. Но при этом оно само тоже подчиняется полувекковой цикличности: при всем многообразии ситуаций в городах периоды максимальной активности кирпичного домостроения, которые выражаются в пиках его объемов, отстоят друг от друга на расстояние полувека.

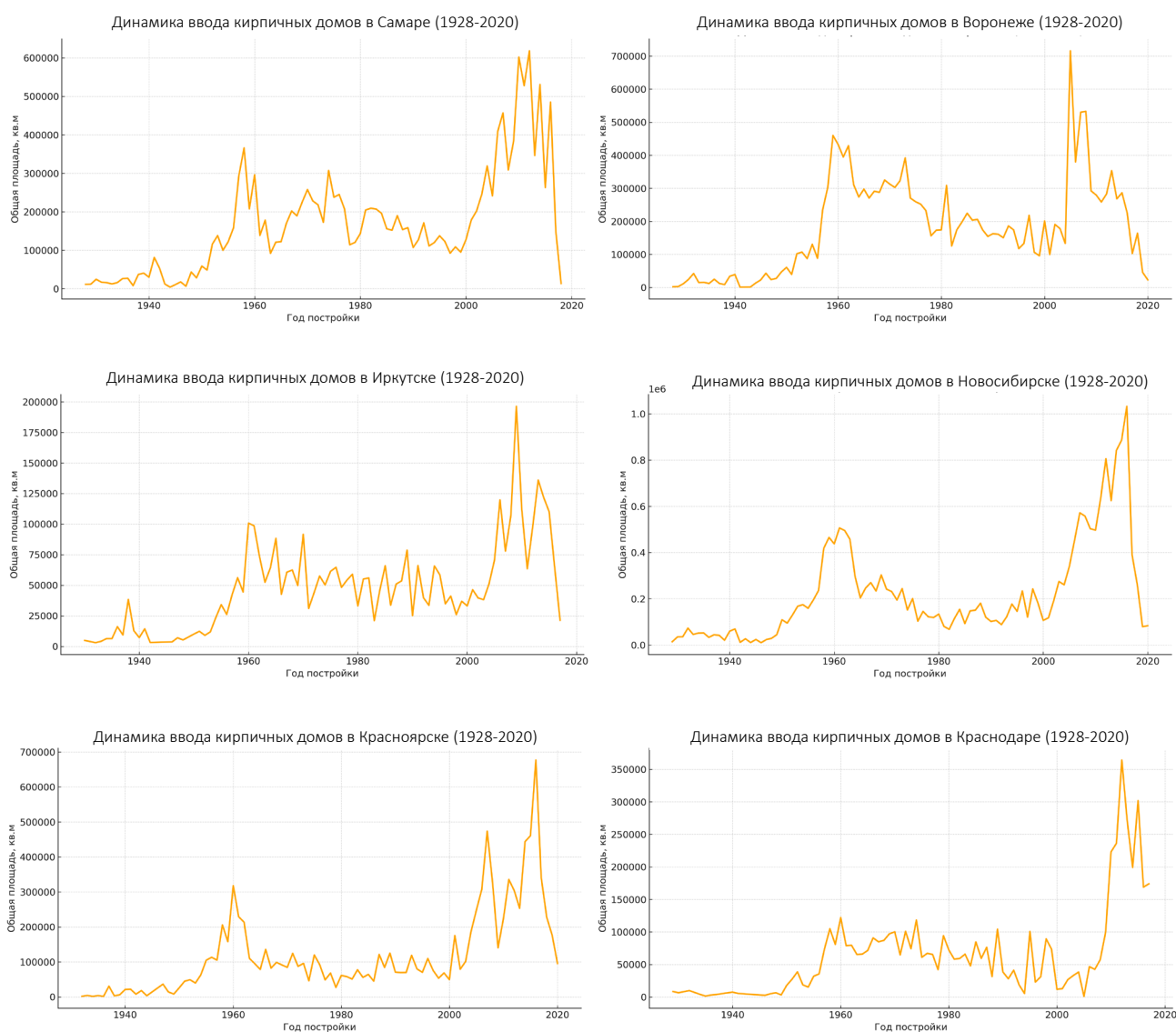
Кирпичное домостроение играет замещающую роль в переходный период перед массовым приходом новой, более дешевой, технологии и материалов, связанной с новым технологическим укладом. И как только эта новая технология проявляет себя в

<sup>8</sup> Трилобиты просуществовали около 270 млн лет, с кембрия и до перми, что значительно дольше, чем, например, динозавры. За это время трилобиты пережили несколько массовых вымираний, адаптировались к различным условиям и эволюционировали в огромное количество видов.

полную силу, кирпичное домостроение тотчас же скукоживается до скромных объемов, чтобы снова прийти на помощь городскому домостроению в период нового кризиса при исчерпании потенциала старого уклада. Кирпичное домостроение как кризисный спасатель *заполняет собой межукладную паузу*, выходя в этот период на пиковые темпы роста и объемы производства. Поэтому пиковые объемы кирпичного домостроения с последующим быстрым спадом являются

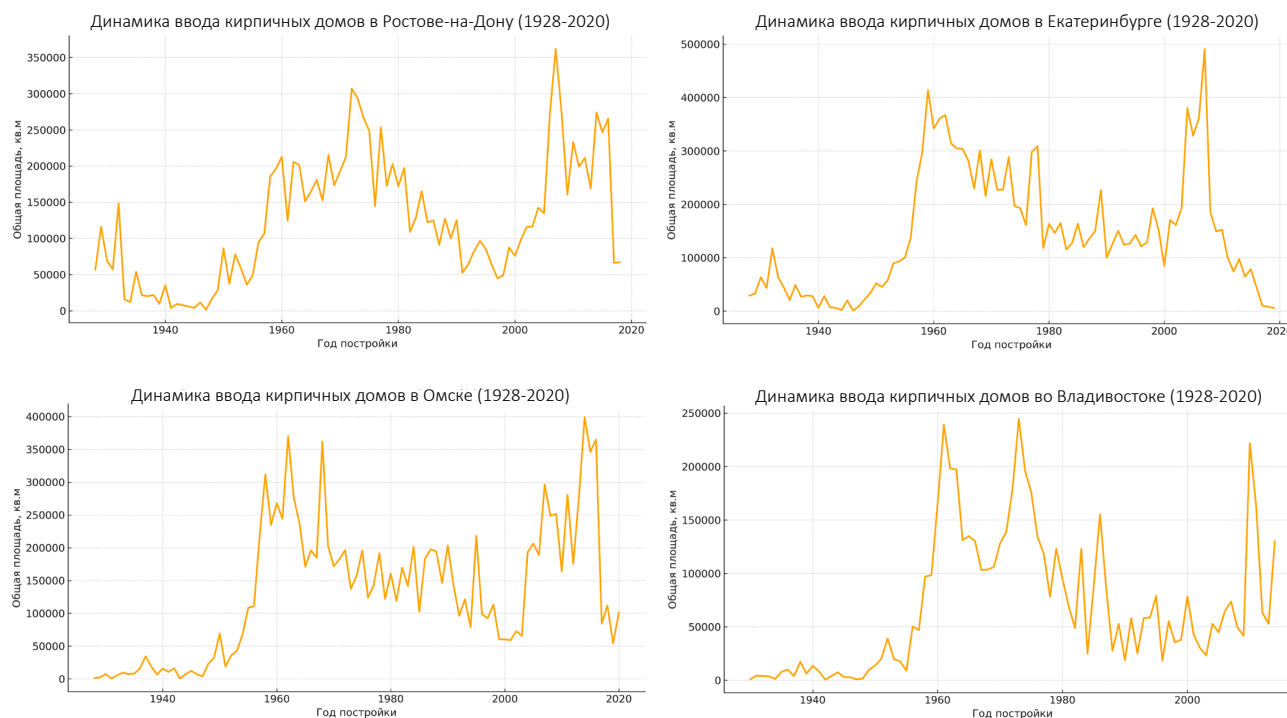
верным индикатором того, что налицо приход нового цикла городского жилищного домостроения.

Столетняя ретроспектива кирпичного межукладного домостроения по всей выборке городов позволяет выделить пять типов динамики при доминировании двух пиков, разнесенных на полвека в большинстве типов. Первый тип характеризуется превышением второго российского пика над первым советским (*рис. 4а*).



**Рис. 4а. Российский пик кирпичного домостроения превосходит советский пик**

Источник: составлено авторами.



**Рис. 46. Российский и советский пики кирпичного домостроения сопоставимы**

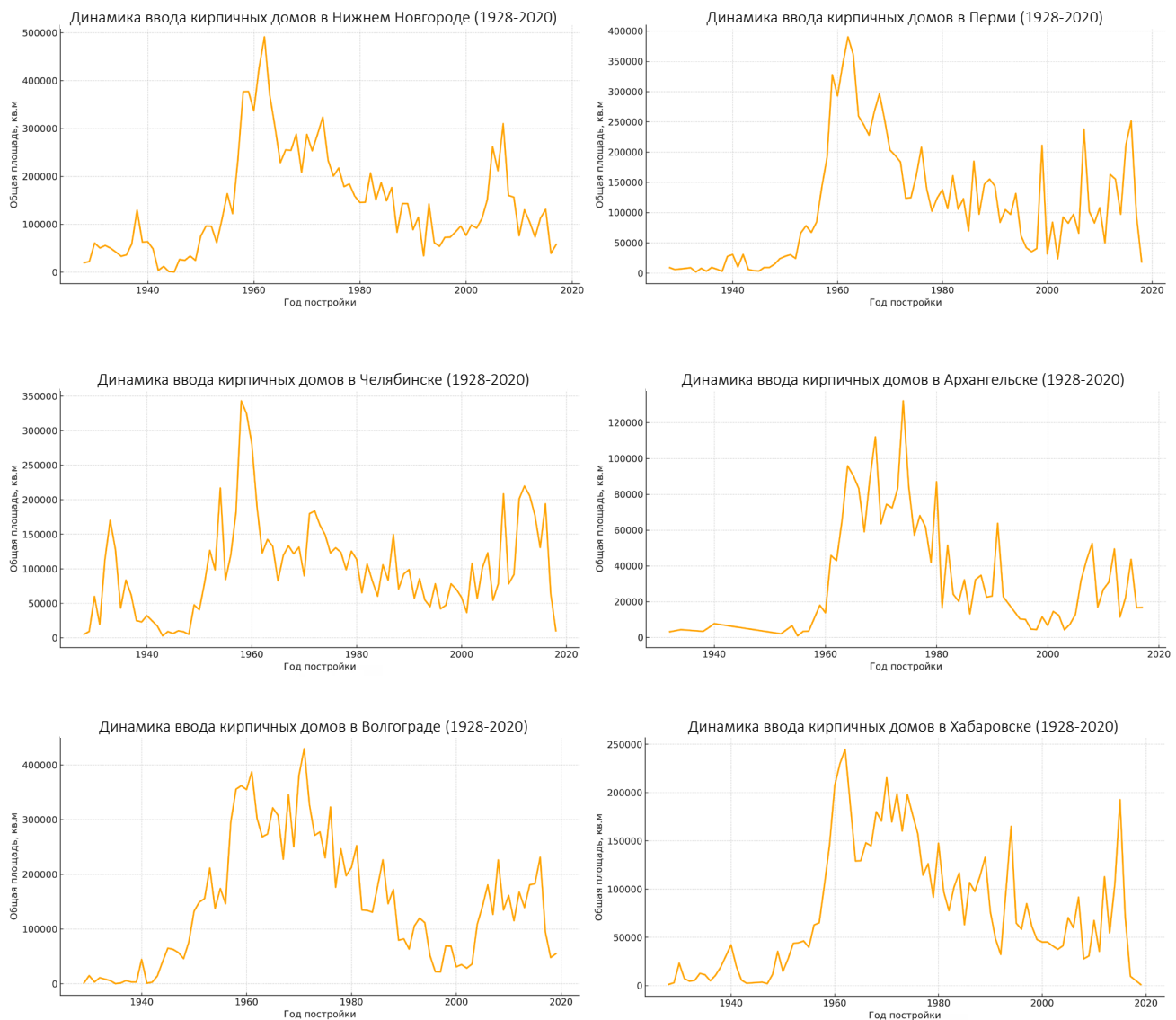
Источник: составлено авторами.

При этом обязательно нужно помнить, что сам характер кирпичного домостроения в 1960-е и 2000-е годы значительно изменился, что отчетливо отражает изменение среднего размера кирпичного дома в этот период от сотен до тысяч квадратных метров<sup>9</sup>, как следствие увеличения этажности (в 1950–1960-е годы стали массово строить пяти-девятиэтажные дома, ранее двух-трехэтажные, в 1990–2000-е годы – 10-12-этажные кирпичные дома) и новых технологий производства кирпича (вместо прежних тяжелых кирпичей применение пустотелых и силикатных кирпичей для строительства легких прочных стен).

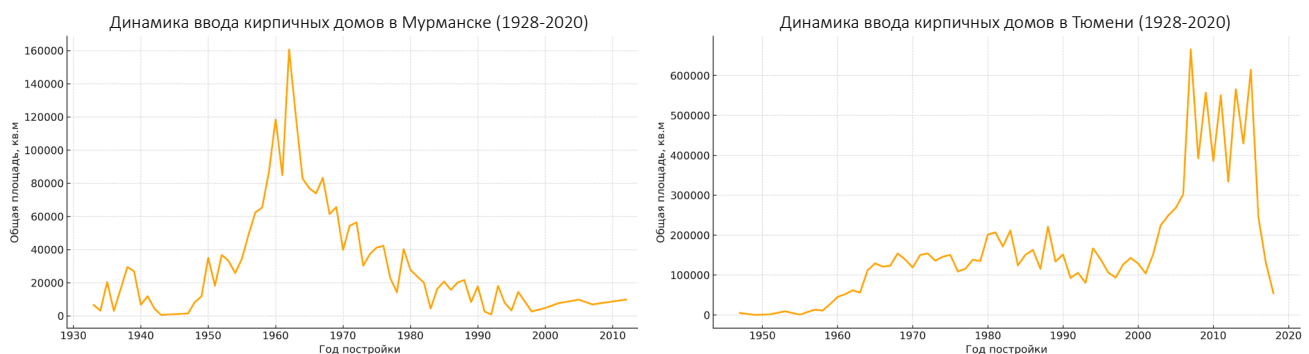
Для второго типа характерна сопоставимость величин первого советского пика и второго российского (рис. 46), для третьего превышение советского пика над российским (рис. 4в), для четвертого наличие одного советского или российского пика (рис. 4г).

Удивительная пластичность межкладного кирпичного домостроения, обусловленная способностью самого кирпича как строительного материала с тысячелетней историей гибко трансформироваться под требования конкретной хозяйственной эпохи, приводит к парадоксальному результату при сравнении агрегатных показателей ежегодного ввода многоквартирных домов. В десяти городах, а это больше половины городов выборки, доля кирпичного домостроения по совокупной общей площади введенных за весь период анализа многоквартирных домов в общей площади всех вводимых многоквартирных домов оказалась выше доли панельных домов (то есть кирпичных домов реально совокупно вводилось больше по общей площади, чем панельных, несмотря на суперактивный цикл панельного домостроения; это можно объяснить только тем, что кирпичные дома вводились

<sup>9</sup> Для корректности следует сказать, что с нулевых годов рост среднего размера кирпичных домов прекратился или замедлился, потому что массовое жилье стало монолитным или панельным, а кирпич стал использоваться в малоэтажном строительстве, в зданиях меньших размеров.



**Рис. 4в. Советский пик кирпичного домостроения выше российского**  
 Источник: составлено авторами.



**Рис. 4г. Есть только один советский или российский пик кирпичного домостроения**  
 Источник: составлено авторами.

**Таблица 5. Удельный вес кирпичных многоквартирных домов по общей площади в общем вводе всех многоквартирных домов, %**

| Город           | Доля кирпичного домостроения в общей площади МКД за период наблюдений (см. табл. 2) |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Волгоград       | 63,4 (панельные 31,4*)                                                              |
| Воронеж         | 52,4 (панельные 33,8)                                                               |
| Самара          | 51,0 (панельные 37,3)                                                               |
| Тюмень          | 50,5 (панельные 35)                                                                 |
| Хабаровск       | 48,9 (панельные 40,7)                                                               |
| Ростов-на-Дону  | 48,0 (панельные 38,2)                                                               |
| Пермь           | 47,4 (панельные 42,4)                                                               |
| Новосибирск     | 47,2 (панельные 45,5)                                                               |
| Нижний Новгород | 46,2 (панельные 39,7)                                                               |
| Краснодар       | 42,6 (панельные 19,3)                                                               |
| Омск            | 40,5                                                                                |
| Иркутск         | 37,5                                                                                |
| Владивосток     | 36,5                                                                                |
| Красноярск      | 34,9                                                                                |
| Архангельск     | 33,7                                                                                |
| Екатеринбург    | 33,6 (панельные 33,8)                                                               |
| Мурманск        | 30,0                                                                                |
| Челябинск       | 26,1                                                                                |

\*В скобках справочно приводится доля панельных домов, в тех случаях, когда доля кирпичных ее превосходит.  
Источник: составлено авторами.

практически весь период, то есть около ста лет, а панельные – в основном на полувековом интервале 1960–2000 годов; табл. 5).

Различия между лидером и замыкающим городом составляют почти два с половиной раза: от абсолютного доминирования кирпичного домостроения в Волгограде, где оно приближается к двум третям общего, до незначительной доли в четверть в оплоте панельного домостроения Челябинска. Это свидетельствует, что наряду с городами, в которых панельный цикл получил доминирующее даже в масштабе целого века значение, существовало еще большее количество городов в выборке, где он был полувековым «эпизодом», который – если рассматривать весь столетний период – не отменил доминанту кирпичного домостроения, массово существовавшего еще в третьем Кондратьеве.

Если межукладное кирпичное домостроение можно назвать «обволакивающим» ввиду его присутствия во всех рассмотренных укладах, во все хозяйственные эпохи, то

межукладное блочное домостроение имеет «вкрапливающий» характер в том смысле, что оно возникает в период необходимости быстро удовлетворить потребность в массовом дешевом жилье (кирпичное – маркер прихода нового уклада, блочное – маркер форс-мажорной гигантской, внезапно возникшей потребности в жилье, например после войны). В пятерке городов с самой высокой долей блочного жилья в общем вводе многоквартирных домов за период анализа – крупные административные и хозяйственные центры: Краснодар (10,2%), Нижний Новгород (10,0), Челябинск (9,5), Екатеринбург (8,3), Самара (4,9).

#### **Начало эры монолитного домостроения (К5, 2010-е+)**

Пятый технологический уклад в жилищном строительстве обычно связывают с энергоэффективными технологиями, цифровыми методами проектирования, использованием новых утеплителей, применением смешанных конструкций, беспрецедентным развитием малоэтажного,

коттеджного и индивидуального строительства, проектированием «умных домов» и т. д. Но для нашей задачи проследить вековую технологическую эволюцию строительства многоквартирных домов принципиально увидеть в нем процесс перехода от прежнего панельного домостроения.

Как свидетельствуют графики годового ввода многоквартирных домов в нашей выборке городов России, с 2000-х годов начался массовый переход к строительству монолитных домов, в которых несущие стены заменили железобетонные колонны и ригели. В таких зданиях нагрузка передается точечно на опоры, а не равномерно по всей площади. Поэтому в отличие от прежнего перехода от деревянного цикла к панельному (К3 к К4) переход от панельного к монолитному циклу (К4 к К5) сопровождался радикальным изменением фундаментов многоквартирных домов.

Ленточный фундамент оказался неэффективным, поскольку он рассчитан на распределенную нагрузку, а не на точечные опорные элементы. Строители стали применять технологии свайных фундаментов (особенно для сложных грунтов и многоэтажных домов) и плитных фундаментов (сплошная железобетонная плита).

В течение десятилетий ленточный фундамент<sup>10</sup> эффективно использовался в массовом строительстве пяти-девятиэтажных кирпичных и панельных домов с относительно равномерным распределением нагрузки. Он идеально подходил для устойчивых грунтов, был прост и экономичен в строительстве и обеспечил успешное развертывание панельного цикла в городах с «нормальными» грунтами.

Однако в городах с неустойчивыми, слабыми, водонасыщенными грунтами (глинистыми, торфяными, песчаными) свайный фундамент стал необходимостью уже с 1970-х годов и ранее. В местах с плотными, скальными или суглинистыми грунтами ленточные фундаменты оставались актуальными дольше, вплоть до 2000-х годов, когда мас-

совое развертывание высотного монолитного домостроения вызвало необходимость перехода от ленточных к свайным фундаментам, которые стали сравнительно более доступными за счет появления более дешевых и быстрых методов устройства свай (что способствовало их распространению в городах, где ранее использовались ленточные основания).

В городах с плотной застройкой и ограниченными площадями свайные фундаменты начали применять раньше, поскольку они позволяют строить на менее пригодных / слабых грунтах (глина, плывуны и др.). При освоении городских сейсмически и геотехнически уязвимых участков территорий стали использовать столбчатые фундаменты (бетонные столбы).

Те города, которые раньше были вынуждены в силу природных и экономических условий использовать свайные, столбчатые и плитные фундаменты, при переходе к циклу монолитного домостроения неожиданно обрели преимущество в массовом (многоквартирном) домостроении перед теми городами, которые десятилетиями «деревянного» и панельного цикла использовали более дешевые ленточные фундаменты.

В полном соответствии с теорией эволюции первые монолитные многоквартирные жилые дома появились в российских городах еще в 1930-е годы (табл. 6, рис. 5), однако массовым явлением в городском жилищном строительстве они стали только в нулевые и десятые годы XXI века: то, что было в 1930–1950-е годы экспериментом, стало в начале XXI века стандартом строительства многоквартирных домов.

В городах с сильными «панельными» традициями и местным строительным лобби панельного домостроения переход к монолитному циклу сопровождался многочисленными барьерами, так называемыми когнитивными, политическими и функциональными блокировками (Замятина, Пилясов, 2015). Неудивительно, что они, как свидетельствуют данные табл. 6, еще не достигли

<sup>10</sup> Ленточный фундамент – это железобетонная полоса, заглубленная в грунт и проходящая под всеми несущими стенами здания.

25 и 50-процентной доли монолитных домов в общем вводе многоквартирных домов. При прочих равных условиях переход к монолитному циклу проще осуществлялся в городах

с сильными прежними традициями кирпичного домостроения, где не было «панельного» лобби, которое не оказывало сильного тормозящего воздействия на этот процесс.

Таблица 6. Характеристика начала цикла монолитного домостроения в городах

| Город           | Появление первого монолитного дома, год | Ввод монолитных домов составляет 25% общего ввода МКД, год | Ввод монолитных домов составляет 50% общего ввода МКД, год | Доля общей площади монолитных домов в общей площади введенных многоквартирных домов за период наблюдения, % |
|-----------------|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Иркутск         | 1935                                    | 2000                                                       | 2010                                                       | 16,8                                                                                                        |
| Владивосток     | 1936                                    | 2009                                                       | 2012                                                       | 7,0                                                                                                         |
| Самара          | 1949                                    | 1999                                                       | 2015                                                       | 6,2                                                                                                         |
| Ростов на Дону  | 1950                                    | 1995                                                       | Не достигнуто                                              | 8,8                                                                                                         |
| Мурманск        | 1959                                    | Не достигнуто                                              | Не достигнуто                                              | 0                                                                                                           |
| Архангельск     | 1959                                    | 2014                                                       | Не достигнуто                                              | 1,2                                                                                                         |
| Нижний Новгород | 1959                                    | 2009                                                       | 2018                                                       | 3,0                                                                                                         |
| Красноярск      | 1959                                    | 2017                                                       | Не достигнуто                                              | 6,2                                                                                                         |
| Тюмень          | 1960                                    | 2011                                                       | 2014                                                       | 12,2                                                                                                        |
| Пермь           | 1964                                    | 2009                                                       | 2011                                                       | 6,4                                                                                                         |
| Новосибирск     | 1971                                    | 2009                                                       | Не достигнуто                                              | 5,8                                                                                                         |
| Волгоград       | 1980                                    | 2011                                                       | Не достигнуто                                              | 2,6                                                                                                         |
| Омск            | 1991                                    | 2019                                                       | 2019                                                       | 1,8                                                                                                         |
| Воронеж         | 1994                                    | 2015                                                       | Не достигнуто                                              | 6,0                                                                                                         |
| Челябинск       | 1994                                    | Не достигнуто                                              | Не достигнуто                                              | 1,3                                                                                                         |
| Екатеринбург    | 1998                                    | 2006                                                       | 2012                                                       | 23,9                                                                                                        |
| Краснодар       | 2001                                    | 2008                                                       | 2008                                                       | 28,0                                                                                                        |
| Хабаровск       | 2002                                    | 2007                                                       | 2008                                                       | 7,3                                                                                                         |

Источник: составлено авторами.

Динамика ввода монолитных многоквартирных домов во Владивостоке (1919-2019)

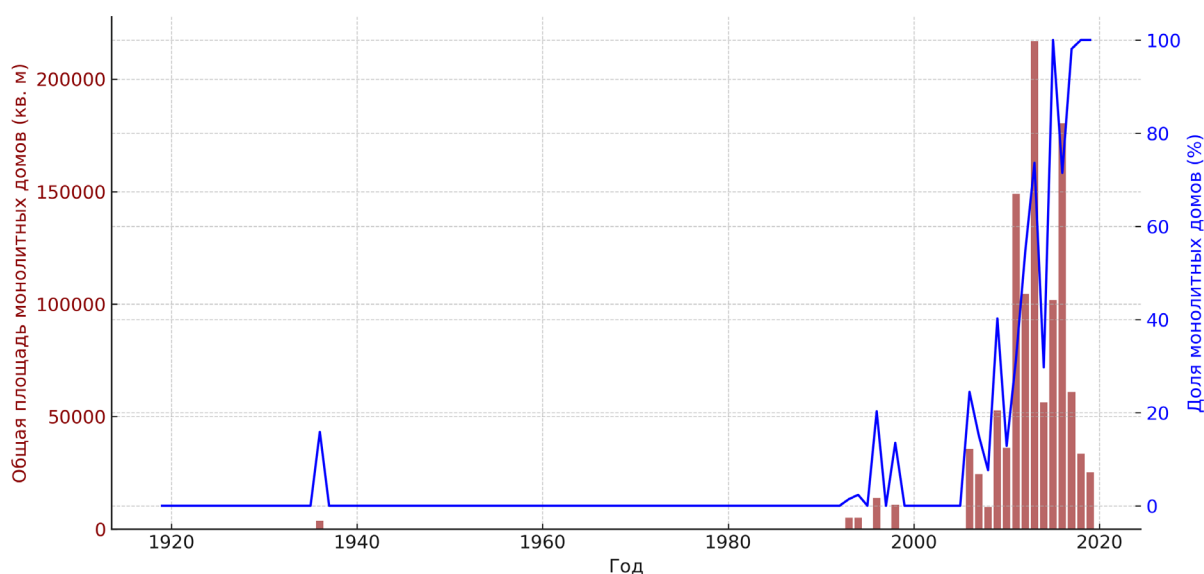


Рис. 5. «Намеки» эволюции в виде первых жилых монолитных домов в 1930-е годы

Источник: составлено авторами.

Стартовые позиции городов в первых фазах монолитного цикла резко неравномерны. Есть явные лидеры – Краснодар (рис. 6) и Екатеринбург, в которых доля общей площади монолитных домов превосходит четверть всей общей площади таких зданий; но есть и явные аутсайдеры технологической гонки в жилищном домостроении, например Мурманск, Челябинск и Омск, которые можно рассматривать в качестве оплота прежнего панельного домостроения, а современная доля монолитных домов в них не превосходит 2%.

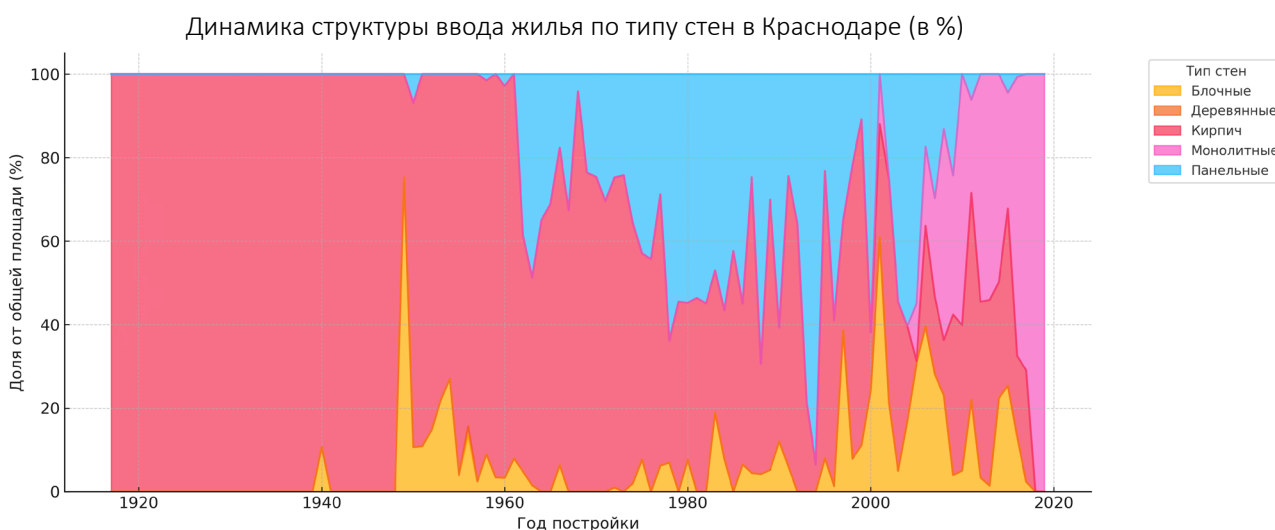
Анализ развертывания нового цикла монолитного домостроения на фоне продолжающегося строительства панельного и кирпичного жилья обнаруживает новую методологическую проблему: как расценить «ренессанс» панельного домостроения в первой четверти XXI века во многих российских городах, относящийся к прежнему четвертому циклу, – как инерционное затягивание перехода к циклу монолитного домостроения или как возвращение панельного домостроения внутри уже наступившего монолитного цикла?

Этой проблемы не было в третьем Кондратьеве, который опирался преимущественно на деревянное и кирпичное многоквартирное домостроение одновременно (оба эти стеновых материала в начале XX

века стали ключевыми для строительства многоквартирных жилых домов). Она не существовала и в четвертом Кондратьеве, когда развертывание панельного цикла резко обрушило деревянное домостроение и его «ренессанс» в последующие два десятилетия в стеновых материалах и материалах межэтажных перекрытий был очень скромным по объемам вводимой общей площади и по доле в общем вводе многоквартирных домов. Кирпичное многоквартирное домостроение также резко пошло на спад с внедрением панельного жилья. Кроме того, как мы обнаружили, оно имело межукладный характер, протягиваясь собственным полувековым циклом через циклы деревянного, панельного и монолитного домостроения (см. рис. 4).

Но с приходом монолитного цикла панельное домостроение во многих городах после короткого кризиса начала нулевых годов резко пошло вверх и по объемам и по доле в общем вводе площади многоквартирных домов. Как расценить этот неожиданный феномен?

Для диагностирования ситуации предлагаем использовать одновременно три критерия: 1) объемы ввода общей площади панельного жилья в сравнении с каноническим периодом полного развертывания панельного цикла 1960–2000-х годов: если



**Рис. 6. Краснодар как лидер первых фаз цикла монолитного домостроения (прежнее доминирование кирпичного домостроения этому способствует)**

Источник: составлено авторами.

они повторяют или превосходят абсолютные объемы советского времени, то это может быть необходимым (но недостаточным) условием, чтобы отнести новый рост производства панельного жилья начала XXI века к «затягиванию» панельного цикла; 2) динамика доли панельного жилья во вводе общей площади всех многоквартирных домов: если эти объемы за период десятых годов, после «официального» завершения панельного цикла, несколько раз были равны или превышали 50%, то речь идет о явном затягивании панельного цикла; 3) доля монолитного жилья – если она никогда в десятые годы не достигала 50% (см. табл. 6), то речь должна идти о затягивании панельного цикла, а не о наступлении нового монолитного.

После использования всех трех критериев у нас появляется инструмент разграничения эффектов затягивания панельного цикла и эффектов возвращения (ренессанса) панельного домостроения внутри первой фазы монолитного цикла (K5.1): Челябинск, Красноярск, Новосибирск, Воронеж – эффекты затягивания панельного цикла в первую четверть XXI века; Омск и Тюмень – ренессанс панельного домостроения внутри уже наступившего монолитного цикла. На рис. 7 отчетливо видно различие профилей

панельного домостроения в XXI веке городов с эффектом затягивания и эффектом возвращения – Красноярск и Тюмени.

Еще более трудно решаемая методологическая проблема возникает при оценке природы блочного домостроения в первой четверти XXI века. Современные блочные дома могут рассматриваться как развитие линии панельного домостроения при сохранении базовых черт четвертого технологического уклада в многоквартирном домостроении (заводское изготовление элементов и их сборка на месте). Если же новые блочные технологии сопровождаются улучшением качества сборки, более сложными архитектурными решениями и повышенной энергоэффективностью, их можно рассматривать как переходную версию к новому монолитному этапу.

К сожалению, показатели нашей базы данных (см. табл. 1, рис. 1) не предоставляют возможности четко разграничить природу нового блочного домостроения XXI века на первый и второй тип. Такие же проблемы возникают с железобетонными стенами: если они сделаны из сборных панелей, то относятся к K4, если они монолитные, то к K5. Здесь также возможности базы данных не позволяют диагностировать конкретный тип ситуации.



а) Проявление эффекта затягивания цикла панельного домостроения



**б) Проявление эффекта возвращения панельного домостроения внутри первой фазы монолитного цикла**

**Рис. 7. Различия профилей динамики панельного домостроения в городах с эффектом а) затягивания (Красноярск) и б) возвращения (Тюмень)**

Источник: составлено авторами.

Можно сделать вывод, что переход к монолитному циклу в многоквартирном домостроении поднимает новые важные методологические проблемы, связанные с нарастанием разнообразия «стеновых» модификаций многоквартирных домов, в том числе гибридных по применяемым материалам (например, каркасно-монолитные), которые традиционная классификация (деревянные, кирпичные, блочные, панельные, монолитные) просто не ухватывает. Кроме того, нарастает доля не многоквартирных, а коттеджных, малоэтажных, индивидуальных жилых домов, то есть снижаются сама доля и значение (в некоторых городах очень значительно) многоквартирного домостроения.

**Три типа городов с точки зрения перехода к К5**

Имеющиеся у нас данные по выборке из 18 городов позволяют в духе концепции длинных волн Кондратьева – Перес – Глазьева диагностировать конкретную фазу (К5.1 внедрение, К5.2 «агрессия», К4.3 синергия, К4.4 зрелость) четвертого панельного или пятого монолитного цикла, в ко-

торой находится сейчас каждый город. Для типологии городов мы использовали пять показателей, полученных на основании визуального и количественного анализа индикаторов погодовой динамики ввода общей площади многоквартирных домов по типам стен, фундаментов в столетней ретроспективе.

1. Объемы монолитного домостроения и средняя их доля в последние 30 лет в общем за весь период наблюдения вводе общей площади многоквартирных домов. Переход к монолитному домостроению свидетельствует о качественном технологическом сдвиге. Монолитные конструкции обладают большей гибкостью в проектировании, лучшей теплоизоляцией, энергоэффективностью, а также возможностью увеличения этажности. Это совпадает с общими трендами пятого технологического уклада, который базируется на новых строительных материалах, автоматизированных технологиях и цифровом проектировании.

2. Наблюдались ли радикальные подвижки в структуре фундаментов в нулевые годы? Города-лидеры нового технологического уклада в жилищном домостроении от-

личает быстрое выклинивание ленточных и наращивание свайных, сплошных фундаментов, бетонных столбов в последние два-три десятилетия в связи с переходом к монолитному домостроению и новым технологиям многоэтажного строительства (выше традиционных девяти этажей). У городов с более инерционным развитием отмечается сохранение доминирования ленточных при постепенном добавлении доли свайных, сплошных фундаментов и бетонных столбов. Для некоторых городов характерно вынужденное неустойчивыми грунтами выклинивание ленточных фундаментов и их замещение свайными еще в советское время.

3. Сопоставление объемов первого советского и второго российского пика общего ввода общей площади. Соотношение первого и второго пика обозначает, когда именно «выстрелила» технология домостроения на подлинную массовость в городе – в К4 или в К5. Если второй российский пик выше и если источником этого пика является уже не панельное, а монолитное и кирпичное домостроение (что сопровождается изменением видов фундаментов), тогда речь идет о радикальном технологическом сдвиге, а не инерционной модернизации.

4. Сопоставление первого и второго пика кирпичного домостроения. У городов – лидеров технологического перехода ожидаемо российский пик значительно выше советского. У середнячков советский пик выше или сопоставим с российским. А у аутсайдеров технологической гонки советский пик значительно выше российского.

5. Был ли ренессанс панельного домостроения в нулевые годы XXI века? Ренессанс панельного домостроения с разграничением эффектов затягивания и эффектов возвращения позволяет определить лидеров перехода к новому укладу (в них наблюдается возвращение панелек внутри монолитного цикла) и города-аутсайдеры (у них доминирует эффект затягивания). Для более отчетливого понимания конкретной фазы К4 и К5 города требуется привлечение дополнительных сведений об основных застройщиках, их организационной форме и структуре собственности, информации об экономических и организационных факторах, влияющих на скорость технологической эволюции в городском домостроении. Поэтому наша типология (табл. 7) носит общий, предварительный характер по состоянию на начало 2020-х годов, по которому имелись последние данные.

**Таблица 7. Типология городов с точки зрения активности перехода к новому технологическому укладу в многоквартирном домостроении**

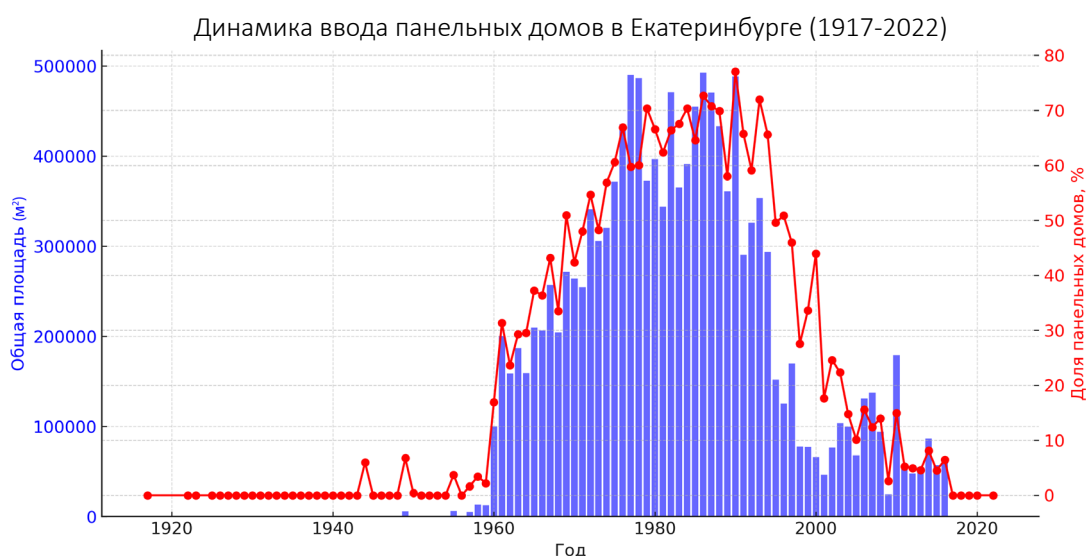
| Тип                                                   | Список городов                                                               | Фаза                                                                        | Описание                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Первая группа                                         | Краснодар<br>Екатеринбург<br>Иркутск<br>Тюмень                               | К 5.1.–5.2. Внедрение и агрессия монолитного домостроения                   | Лидеры технологического развития, российский пик ежегодного ввода многоквартирных домов значительно выше советского за счет монолитного и кирпичного домостроения                                           |
| Поляризованная картина, переходная от типа 1 к типу 2 | Ростов-на-Дону<br>Хабаровск<br>Владивосток                                   | К 5.1. Внедрение монолитного домостроения                                   | Активное внедрение монолитного, кирпичного домостроения                                                                                                                                                     |
| Вторая группа                                         | Пермь<br>Красноярск<br>Самара<br>Воронеж<br>Новосибирск                      | К 4.4–5.1. Насыщение панельного и начало внедрения монолитного домостроения | Российский пик сопоставим с советским. Возвращение существенных объемов панельного домостроения (сильные традиции индустриального домостроения) внутри начинающего разворачиваться монолитного домостроения |
| Третья группа                                         | Нижний Новгород<br>Волгоград<br>Омск<br>Челябинск<br>Архангельск<br>Мурманск | К 4.4. Насыщение панельного домостроения                                    | Советский пик выше российского. Затягивание панельного домостроения в XXI веке при полном отсутствии или мизерной доле (менее 3%) монолитного домостроения                                                  |

Источник: составлено авторами.

Рассмотрим более детально пример уральских городов Екатеринбурга, Перми и Челябинска, интересный тем, что каждый из них попадает в свой характерный тип нашей классификации – первый, второй и третий. Екатеринбург отчетливо обозначает временные границы прошлого цикла панельного домостроения – с 1958 по 2015 год, то есть около 65 лет, с полным выклиниванием в конце (рис. 8). На примере графика динамики среднего размера панельного дома видны четыре фазы К4 панельной волны: К4.1 – внедрение (1958–1965); К4.2 – агрессия (1966–1979); переходный период

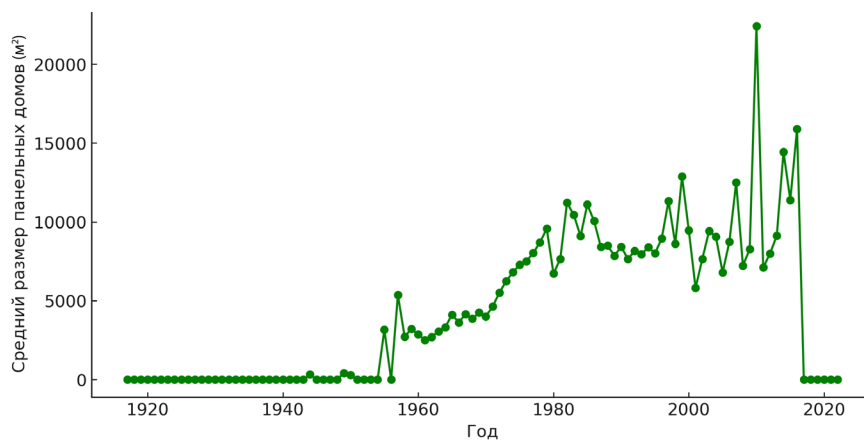
(1980–1987); К4.3 – золотой век (1987–2000); К4.4 – истощение (2000–2016), т. е. резкий обрыв по доле и потом в объемах ежегодного ввода многоквартирной панельной общей площади.

Первый монолитный дом в Екатеринбурге был введен еще в 1959 году. В 1980-е годы началось активное экспериментирование с монолитным домостроением, с 2000 по 2018 год – непрерывный ввод с ростом. В отдельные годы монолитные дома составляли до 100% в общем вводе многоквартирных домов. С 2000 по 2018 год рос средний размер монолитного дома, до 25000 м<sup>2</sup>.



а) Динамика ввода панельных домов по общей площади, м<sup>2</sup>

Динамика среднего размера вводимых панельных домов в Екатеринбурге (1917–2022)



б) Динамика среднего размера панельного дома, м<sup>2</sup>

Рис. 8. Цикл панельного домостроения в Екатеринбурге: а) динамика ввода общей площади панельных домов; б) динамика среднего размера панельного дома

Источник: составлено авторами.

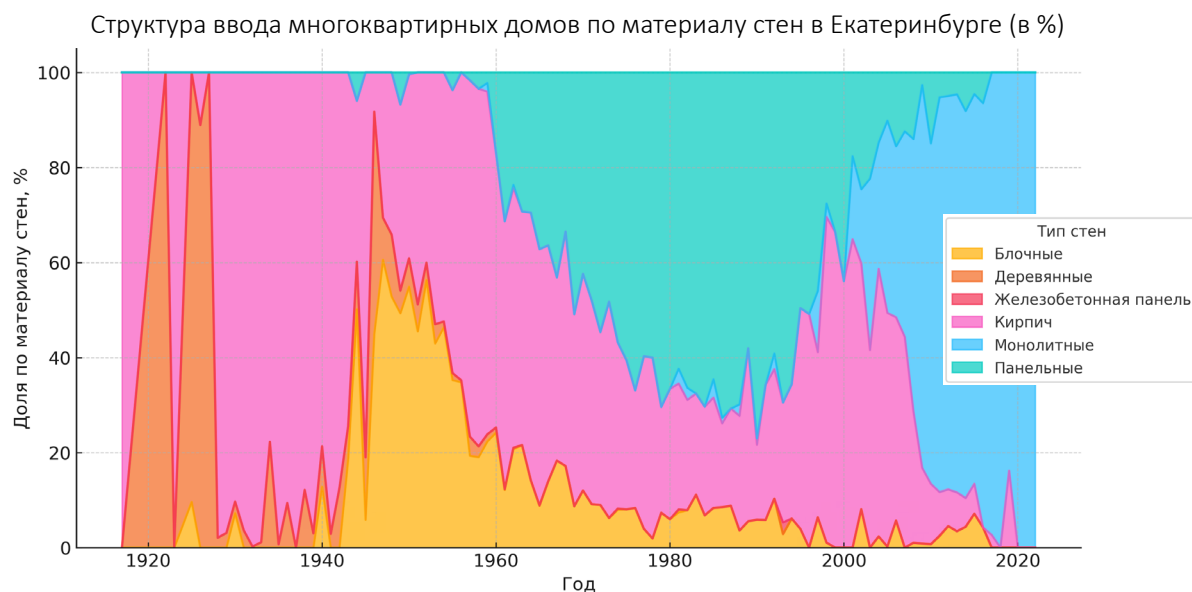


Рис. 9. Цикл монолитного домостроения в Екатеринбурге

Источник: составлено авторами.

Екатеринбург далеко продвинулся в цикле монолитного домостроения (рис. 9). Вероятно, он находится во второй фазе цикла – агрессивное инвестирование, в терминологии К. Перес. Фактор столичности обеспечил городу значительные инвестиционные ресурсы для динамичного перехода от панельного к монолитному циклу.

С 2000 года здесь начинается выклинивание ленточного фундамента в пользу свайного и сплошного. Город перешел на свайные грунты и бетонные столбы от ленточных позже многих других крупных городов, однако за счет масштабных объемов нового строительства в первой четверти XXI века быстро преодолел это отставание.

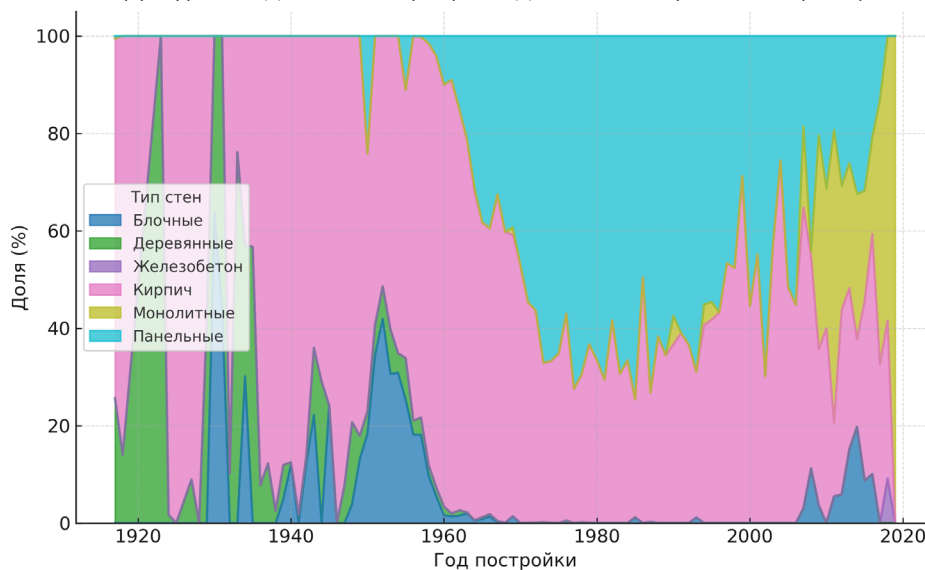
Особенностью Екатеринбурга является исторически значительная (и большая, чем в других уральских городах) роль блочного домостроения, что объясняется следующими причинами: 1) в период индустриального роста необходимость быстрого жилищного обустройства тысяч работников новых заводов и фабрик объясняет обращение к быстрым решениям в жилищном строительстве, что было обеспечено блочным домостроением (в Екатеринбурге работали крупные домостроительные комбинаты,

поставлявшие блоки и панели для массового строительства); 2) Екатеринбург расположен в климатической зоне с продолжительными зимами, и использование блочных конструкций позволило быстро возводить здания, сокращая сроки строительства в холодный период.

Пермь очевидно отстает от Екатеринбурга в движении по монолитному циклу не только по объемам ввода (она и меньше), но и по структуре – в Екатеринбурге больше доля ввода монолитных домов, быстрее избавляются от панельного домостроения. Но Пермь и в деревянном и кирпичном цикле повторяла Екатеринбург с небольшой задержкой.

Видимо, ее фаза К5.1 – внедренческая. Доля монолитного жилья во вводе общей площади многоквартирных домов в последние два десятилетия колебалась от 20 до 80 в отдельные годы. После экспериментов с монолитами в 1960–1990-е годы с 2008 по 2018 год развернулось активное строительство монолитного жилья. Здесь градостроительная политика не была столь определена, как в Екатеринбурге, ориентирована на массовую застройку блочными домами (рис. 10).

Динамика структуры ввода многоквартирных домов по типу стен в Перми (1917-2022)



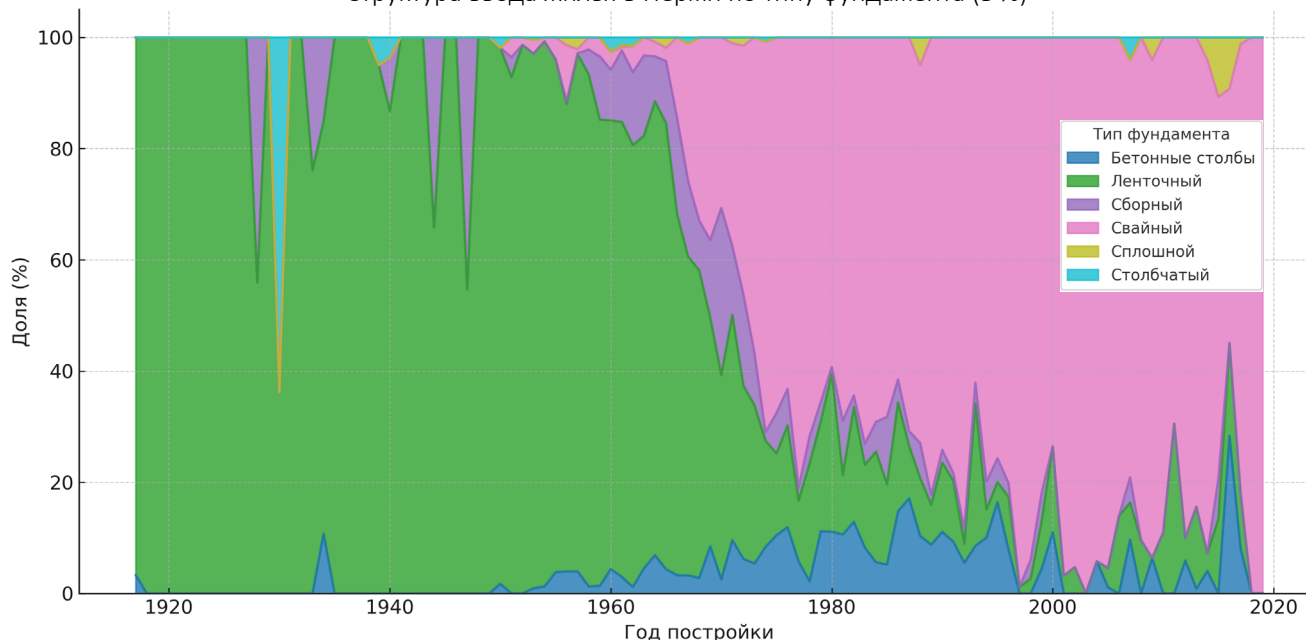
**Рис. 10. Специфика Перми: скромные объемы ввода монолитного жилья, традиции кирпичного домостроения, выклинивание панельного жилья во вводе общей площади в последние годы, скромная доля строительства блочного жилья**

Источник: составлено авторами.

Пермь расположена в более влажном климате, с более сложными грунтовыми условиями, чем Екатеринбург, поэтому она

раньше, еще в 1970-е годы, отказалась от ленточных фундаментов и перешла на свайные (рис. 11).

Структура ввода жилья в Перми по типу фундамента (в %)



**Рис. 11. Раннее выклинивание ленточных фундаментов в Перми – результат сложных грунтовых условий для многоэтажного жилого строительства**

Источник: составлено авторами.

Челябинск – российский оплот панельного домостроения – до сих пор находится в последней фазе четвертого цикла, с явными эффектами его затягивания (рис. 12). Весь период 1960–2020 годов характеризуется безусловным доминированием панельного домостроения и по объемам ввода и по

его доле в общем вводе многоквартирных домов в городе. Доля монолитного домостроения составляет менее 10% в последние годы. С большим опозданием против других городов лишь с нулевых годов здесь начался переход от ленточных к свайным фундаментам (рис. 13).

Динамика доли ввода панельных домов в Челябинске (1957–2023)

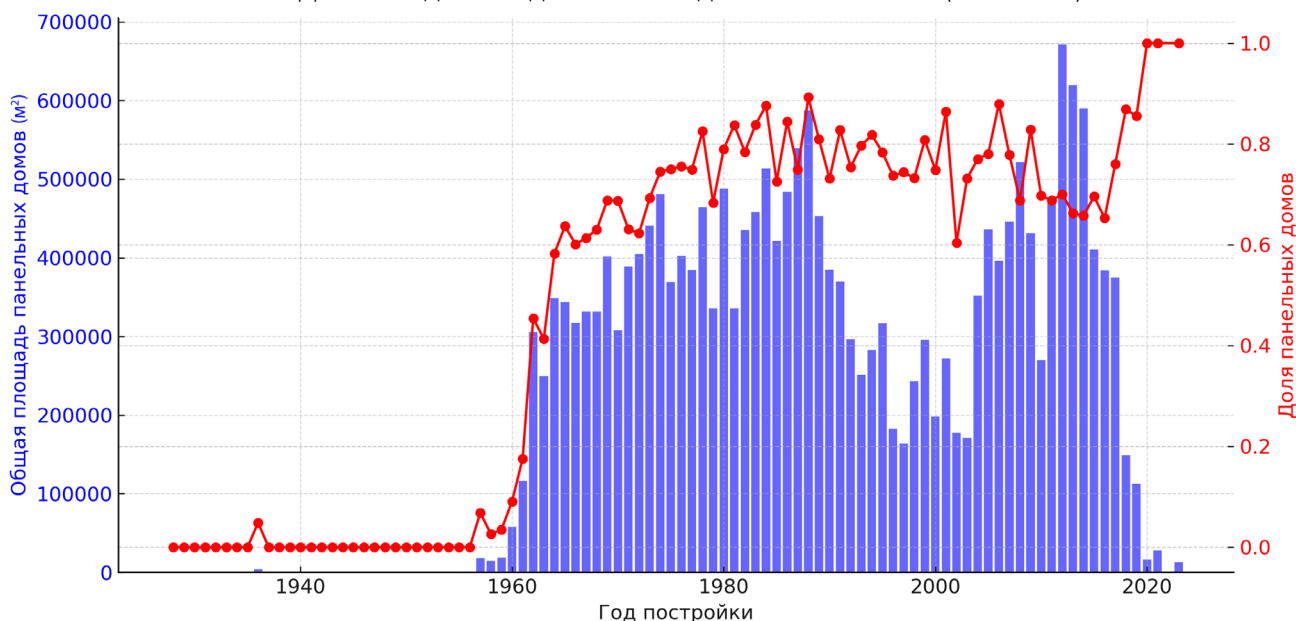


Рис. 12. Затягивание панельного цикла в Челябинске

Источник: составлено авторами.

Структура ввода жилья по типу фундамента в Челябинске (в %)

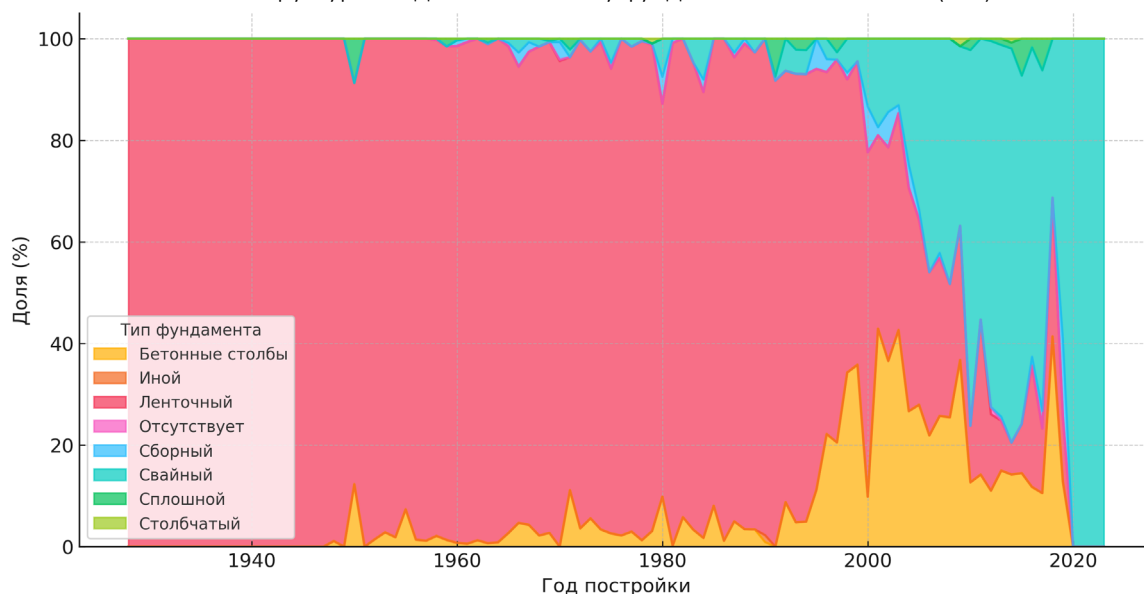


Рис. 13. Поздний, задержанный переход жилищного домостроения Челябинска от ленточных к свайным фундаментам

Источник: составлено авторами.

Гипериндустриальность Челябинска по сравнению с административным центром Екатеринбург и более разнообразной по структуре экономики Пермью определила «пересиживание» города на панельном цикле. При этом средний размер панельного дома снижается с 1990-х годов за счет перехода к строительству новых, более комфортных и энергоэффективных, массовых серий. По сравнению с двумя другими уральскими городами Челябинск имеет наиболее компактные панельные дома. Аналогичные тенденции можно обнаружить и в кирпичном домостроении: самые крупные кирпичные дома характерны для Екатеринбурга, наименьшие среди трех уральских городов для Челябинска.

Административный статус и инвестиционные возможности уральской столицы определили форвардные позиции Екатеринбурга в технологической эволюции. Экономическое разнообразие и богатые доиндустриальные (культурные и другие) традиции Перми позволили городу сравнительно быстро преодолеть доминирование индустриального панельного домостроения и выйти в первую фазу монолитного цикла. С другой стороны, существенная индустриальная «монопрофильность» Челябинска определила его длительное «пересиживание» на завершающей фазе цикла панельного домостроения.

#### **Факторы технологической динамики: сравнение городов-аналогов**

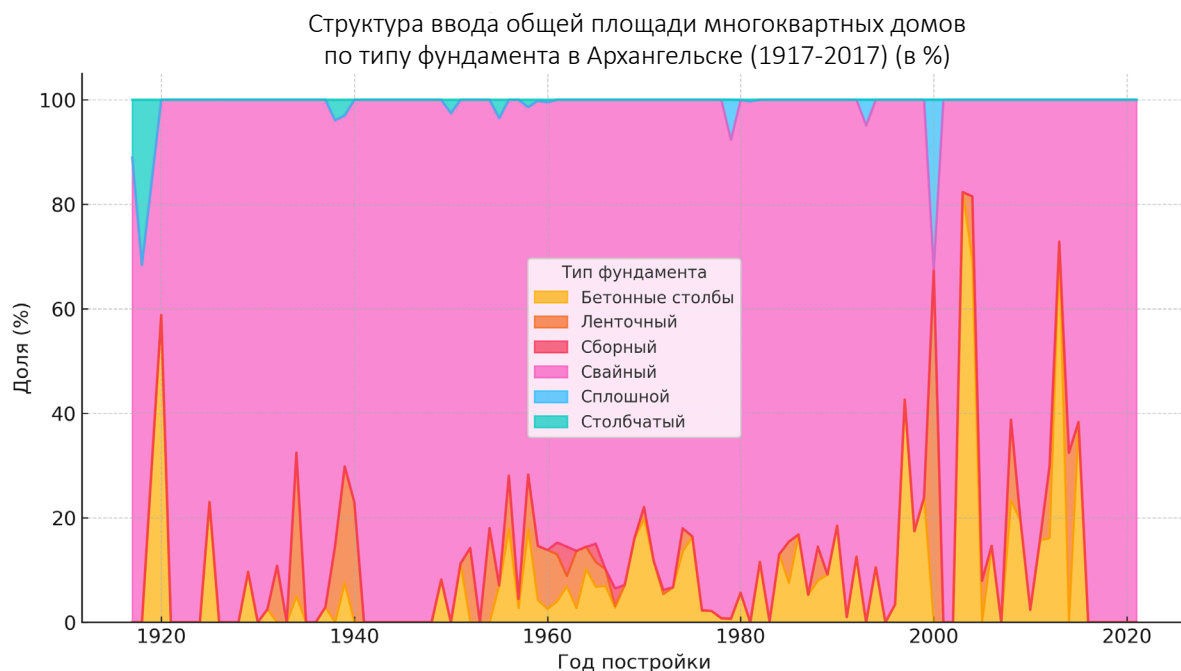
Для выявления различных факторов (природных, исторических, экономических и институциональных/организационных), влияющих на скорость технологической эволюции изучаемых городов, использовался метод сравнительного анализа городов-аналогов. Что удалось обнаружить?

Исторически сложившиеся и естественно обусловленные обстоятельства развития

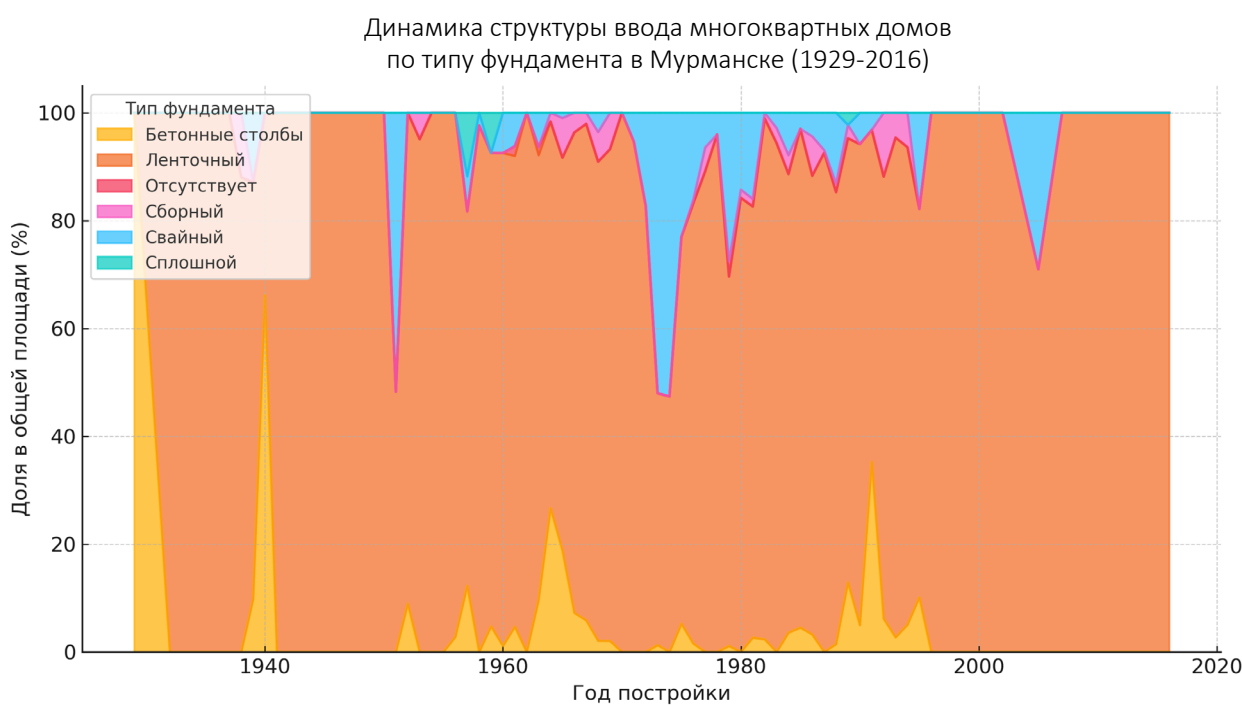
многоквартирного домостроения способны в одном случае работать на ускорение его технологической трансформации, а в другом – на торможение. В технологической динамике они играют двойственную роль, что подтверждает сравнение двух арктических городов сопоставимого размера – Архангельска и Мурманска.

Историческое, еще со времен деревянного домостроения, доминирование свайных, а не ленточных, как в Мурманске, фундаментов, которые органичны для монолитного домостроения, стало фактором раннего перехода к высотному многоквартирному строительству. В Архангельске распространены «слабые» (болотистые, торфяные и водонасыщенные) почвы, что делает свайный фундамент более надежным и более экономически выгодным решением. Поэтому для быстрого перехода к первой фазе монолитного цикла у Архангельска были преимущества давно сформированной «исторической колеи», рожденные из недостатков и естественных ограничений местных грунтов.

С другой стороны, унаследованная монополия ленточных фундаментов на «сильных» грунтах в Мурманске оказалась тормозом перехода к многоквартирному строительству на новых технологиях (рис. 14). В Мурманске преобладают скальные и каменистые грунты, которые обладают высокой несущей способностью, поэтому ленточные фундаменты здесь были более практичными и экономичными. Устройство же свайного фундамента в скальных грунтах требует значительных затрат, так как сваи приходится забивать или бурить в твердую породу. Неудивительно, что на всем протяжении панельного цикла средний размер панельного (как и кирпичного) дома в Мурманске был меньше, чем в Архангельске, в силу невозможности строить многоэтажные дома на доминирующих здесь ленточных фундаментах.



а) Архангельск – доминирование свайных фундаментов



б) Мурманск – доминирование ленточных фундаментов

Рис. 14. Различия «зависимости от пути»

Примечание: в случае Архангельска историческое доминирование свайных фундаментов помогает перейти к многоэтажному монолитному домостроению (рис. 14а), в случае Мурманска историческое доминирование ленточных фундаментов затягивает панельный цикл среднеэтажного (пять-девять этажей) домостроения (рис. 14б).

Источник: составлено авторами.

Неверно считать, что лидеры прежней технологической эпохи автоматически получают «козыри» при переходе на новый технологический уклад. Наоборот, отставшие при смене укладов, не имея груза прежней зависимости, получают шанс вырваться вперед – но только при мощном инвестиционном обеспечении. Сопоставление технологической динамики в многоквартирном домостроении Краснодара и Ростова-на-Дону отчетливо демонстрирует, что города, отставшие в панельном цикле К4, могут и часто становятся лидерами в монолитном цикле К5.

В Краснодаре исторически не было абсолютной монополии панельного домостроения – доля кирпичного в общем вводе общей площади многоквартирных жилых домов часто составляла 50+% (кирпич, как и индивидуальное жилое строительство, здесь эффективно конкурировал с панельным домостроением). Это неудивительно, так как Краснодар долгое время развивался как аграрный и рекреационный город с малоэтажной застройкой, в то время как Ростов-на-Дону был крупным промышленным и транспортным центром. В городе активно развивались машиностроение, металлургия и строительная индустрия, что позволяло использовать самые передовые методы панельного строительства.

Но то, что было преимуществом в «панельную» эру, стало недостатком в эру монолитного многоквартирного домостроения, и наоборот, более низкая планка развития панельного домостроения в Краснодаре, чем в Ростове, неожиданно «сыграла в плюс» для быстрого перехода к новому монолитному циклу. С нулевых годов в Краснодаре начался активный (практически пятикратный за короткий период) рост строительства многоэтажных жилых комплексов, прежде всего монолитных, но также кирпичных и блочных. С другой стороны, в Ростове-на-Дону, несмотря на более ранний старт строительства первых монолитных домов, до сих пор сохраняются значительные объемы панельного домостроения.

Необходимо разграничивать «ближние» (25–50 лет) и «дальние» (50–75 лет) во времени традиции, которые имеют для успеха технологической модернизации разное значение. Ближние традиции – это фактор инерционной консервации прежнего уклада и тормоз технологической модернизации; с другой стороны, дальние традиции – это источник современного новаторства, фактор уменьшения влияния предшествующего уклада и его блокировок в виде, например, «панельного» местного строительного лобби на современное технологическое развитие. Например, традиции деревянного домостроения, обусловленные естественными условиями в виде типа грунтов, климата, наличия древесных ресурсов, часто определяли относительно более слабое по сравнению с другими городами, где таких традиций не было, развитие следующего панельного цикла, что, в свою очередь, сказывалось на более быстром переходе к циклу монолитного домостроения. Грубо говоря, есть «хорошие» традиции, которые помогают технологической модернизации домостроения, и есть «плохие» традиции, которые ее тормозят.

Сравним развитие многоквартирного домостроения в трех поволжских городах – Самаре, Нижнем Новгороде и Волгограде. В Самаре эра деревянного домостроения активно проявлялась в строительстве многоквартирных домов вплоть до начала 1950-х годов (составляла до 80% общей площади вводимых многоквартирных домов на фоне общих незначительных объемов ввода). Город сохранил доминирование ленточных фундаментов из-за сочетания геологических, экономических и технологических факторов. Здесь существовали исторически сильные традиции малоэтажного индивидуального жилья, а панельный цикл был сравнительно короче и слабее выражен, чем в Нижнем Новгороде, – опорным стал цикл кирпичного домостроения.

Понятно, что новое легче приживается, когда нет сильных традиций недавнего прошлого технологического цикла. Но на самом деле реальная ситуация сложнее. В Самаре до сих пор незначительная доля монолит-

ного домостроения, абсолютно доминирует ввод кирпичных многоквартирных домов местными строительными фирмами, на традиционных ленточных фундаментах, который и обеспечил лидерство города над двумя другими волжскими городами в первые два десятилетия XXI века (рис. 15).

На большинстве отрезков происходило чередование лидеров Самары и Нижнего Новгорода, Волгоград после лидерства в течение первых десятилетий традиционно отставал. В Волгограде доля индивидуального жилого строительства в последние годы составляет до 35% в общем вводе жилья в последние годы (данные Института экономики города), что определяет замыкающие позиции города по вводу общей площади многоквартирного жилья.

В Самаре преобладают благоприятные для ленточных фундаментов грунты: песчаные, суглинистые, характерно наличие устойчивых грунтовых слоев на относительно небольших глубинах. Это позволяет использовать ленточные фундаменты без значительных рисков осадки или деформации.

В Нижнем Новгороде и Волгограде ситуация другая. В Нижнем Новгороде грунты более водонасыщенные, в Волгограде присутствуют просадочные лёссовые грунты, требующие свайных или плитных фундаментов. Поэтому здесь с начала нулевых годов произошел уход от доминирования ленточных фундаментов при строительстве многоквартирных жилых домов (чего не произошло в Самаре).

В Самаре значительная часть застройки ведется местными компаниями, которые предпочитают использовать ранее освоенные и привычные технологии кирпичного домостроения, не требующие дополнительных затрат на переобучение рабочих и переоборудование предприятий. С другой стороны, в Нижнем Новгороде и Волгограде в 1990-е и в первых десятилетиях XXI века широко привлекались для строительства крупные застройщики, которые инвестировали в более технологически продвинутые методы строительства. Это привело к отказу от ленточных фундаментов в пользу свайных и плитных.

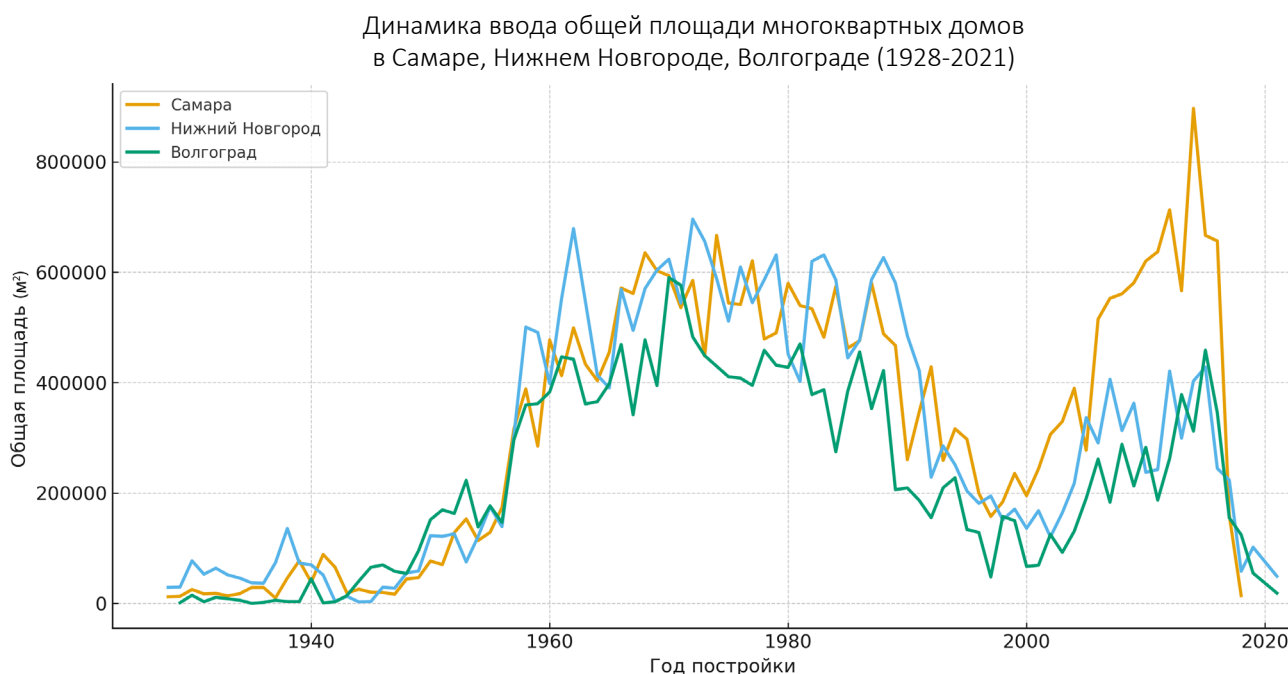


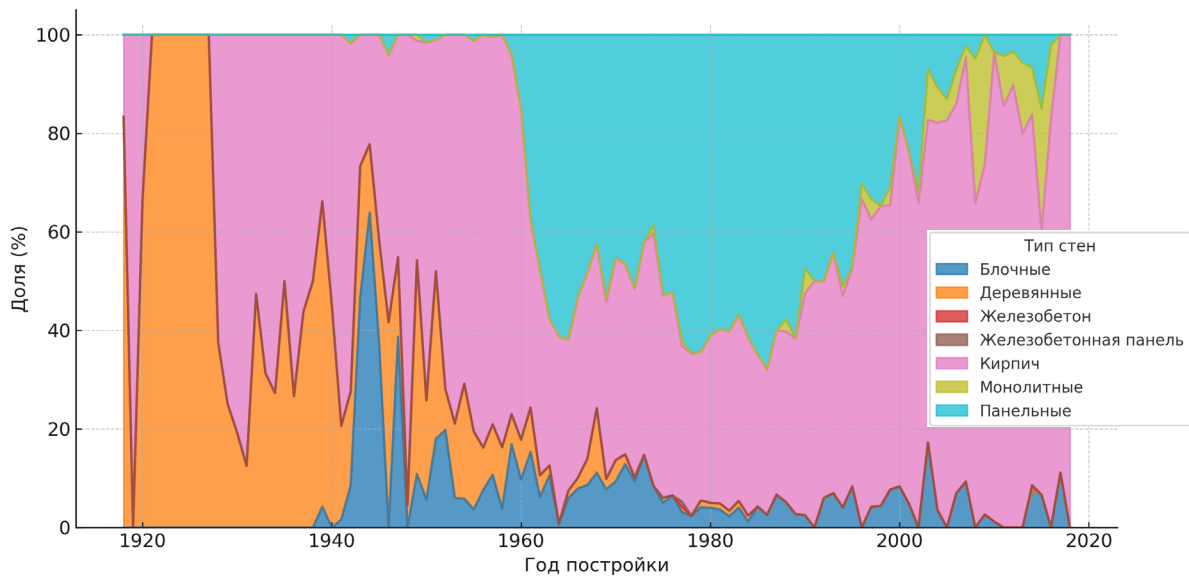
Рис. 15. Ввод общей площади многоквартирных домов в Самаре, Нижнем Новгороде, Волгограде в столетней ретроспективе

Источник: составлено авторами.

Поэтому лидерство Самары в объемах общего ввода многоквартирного жилья на самом деле, как вскрывает структурный анализ, обеспечивается не новыми методами строительства эры монолитного цикла, а прежними технологиями и материалами

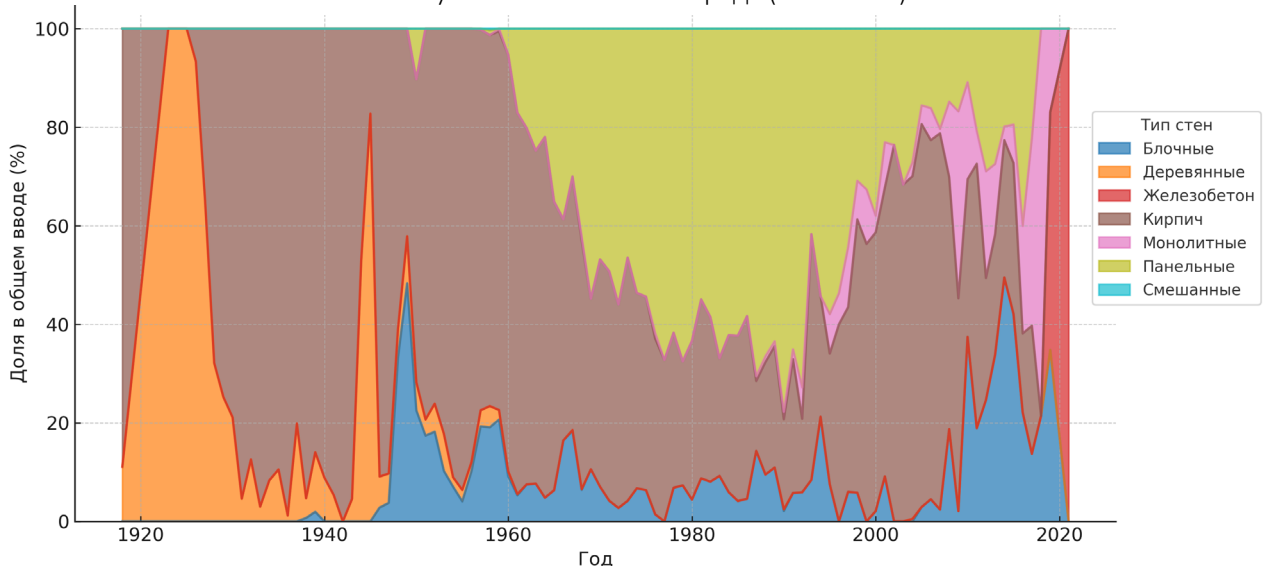
кирпичного домостроения и ленточных фундаментов, по сравнению с меньшими объемами ввода многоквартирных домов, например, в Нижнем Новгороде, но при более разнообразной и современной стеновой структуре и структуре фундаментов (рис. 16).

Динамика структуры ввода жилья по типу стен в Самаре (1918-2018)



а) Самара

Динамика структуры ввода многоквартирных домов по типу стен в Нижнем Новгороде (1918-2021)



б) Нижний Новгород

Рис. 16. Сравнение динамики структуры ввода многоквартирных домов по типу стен

Источник: составлено авторами.

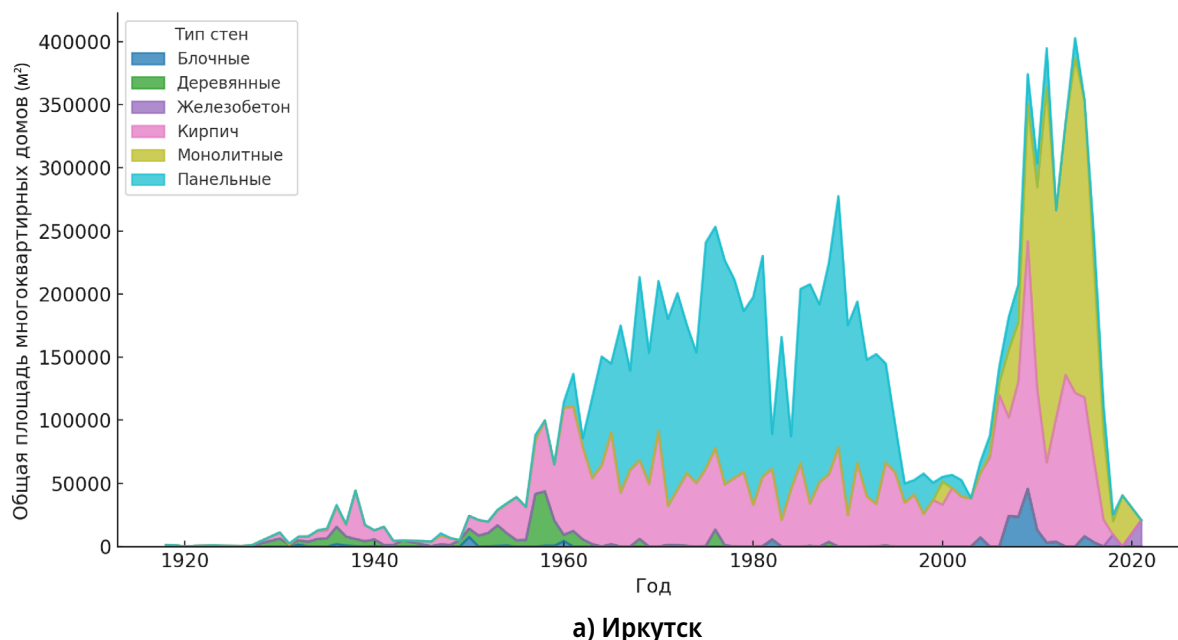
Лидерство города в современных общих объемах ввода многоквартирного жилья не всегда означает его технологическую продвинутость по фазам цикла монолитного домостроения. Самара, будучи лидером по объемам ввода жилья, обеспечивает его за счет традиционного кирпичного домостроения, опирающегося на традиционные ленточные фундаменты; с другой стороны, Нижний Новгород, отставая по общим объемам от Самары (советский пик здесь существенно выше российского), обеспечивает их существенно более современной стеновой структурой и типами фундаментов.

Сравнение скорости технологической динамики многоквартирного домостроения в трех поволжских городах выявляет значительную роль крупных внешних застройщиков в привнесении передовых практик монолитного домостроения и связанном с этим быстрым переходе на свайный, сплошной и другие новые виды фундаментов (вместо традиционного для многих горо-

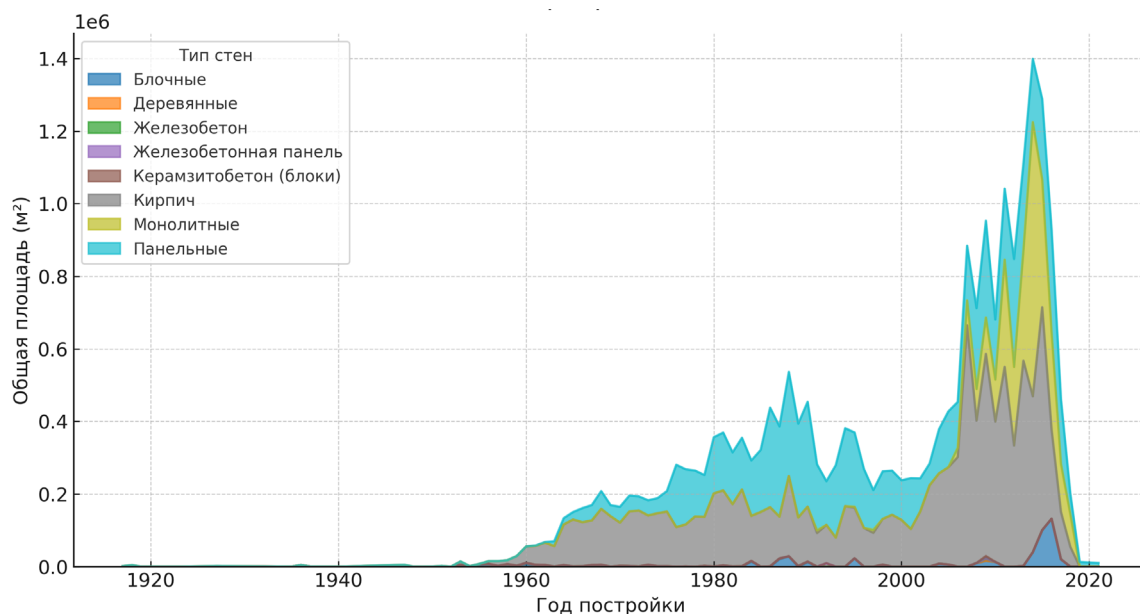
дов ленточного). С другой стороны, в тех городах, в которых выстроены барьеры к их приходу и сохраняется монополия небольших местных застройщиков, формируются условия для консервации и длительного инерционного воспроизводства недавних традиций панельного домостроения.

Недоразвитие индустриального панельного домостроения и панельного цикла часто сочеталось в городе с гиперразвитием кирпичного домостроения и тогда формировало лучшие условия для быстрого развития монолитного цикла. В этом смысле можно сказать, что Иркутск, Тюмень и Краснодар имеют общие судьбы технологической эволюции: в них не было сильного панельного домостроения, сильного лобби старых домостроительных комбинатов и поэтому монолитный цикл в условиях значительных объемов финансирования (которое, однако, могло пойти и на закрепление прежней панельной эпопеи) продвигался быстрее и легче (рис. 17).

Динамика структуры ввода многоквартирных домов по типу стен в Иркутске (1918–2021)

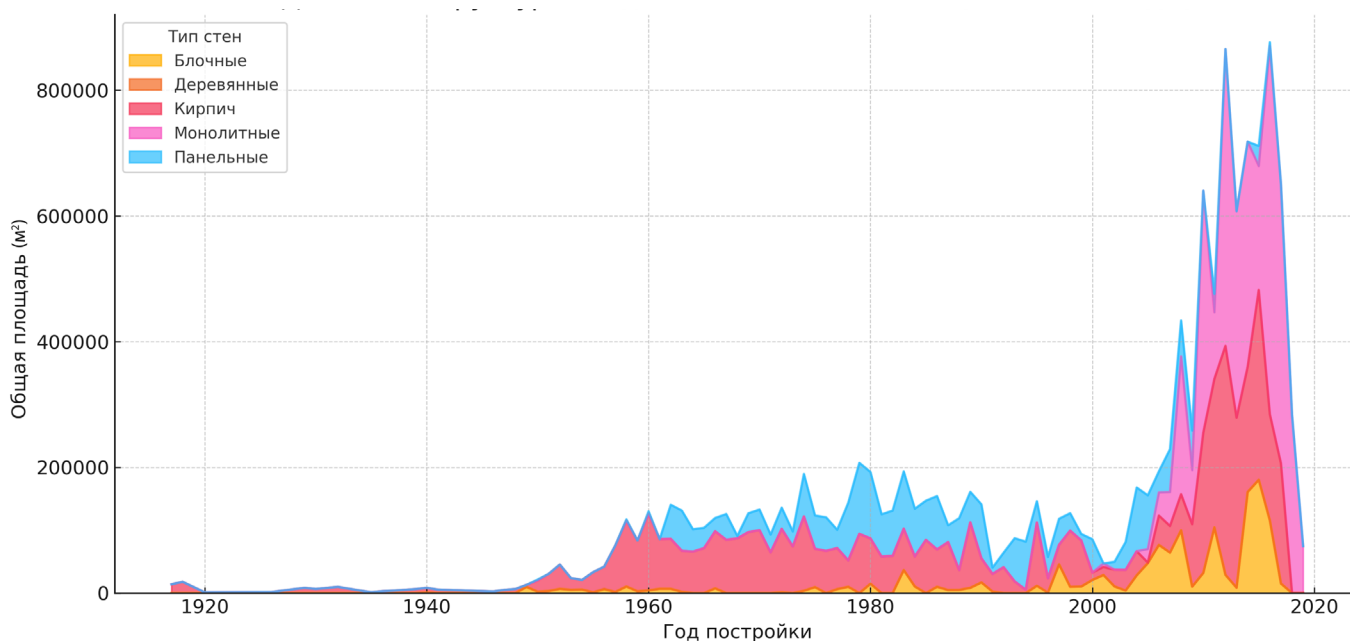


Динамика ввода общей площади многоквартирных домов по типу стен в Тюмени (1917-2021)



б) Тюмень

Динамика структуры ввода жилья по типу стен в Краснодаре (1917-2019)



в) Краснодар

**Рис. 17. Динамика структуры ввода многоквартирного жилья по типам стен**

Примечание: Представлен общий значительный рост на фоне существенной эволюции стеновой структуры:

- а) Иркутск – быстрое выкликивание панельного в начале XXI века и нарастание роли монолитного домостроения;  
 б) Тюмень – сопоставимое развитие монолитного и панельного домостроения в последние десятилетия (по 25–30%) при доминирующей роли кирпичного (около 50%); в) Краснодар – многократный рост в последние полтора десятилетия за счет активного развития монолитного домостроения.

Источник: составлено авторами.

Города, получившие в первые два десятилетия XXI века масштабные инвестиционные ресурсы в многоквартирное домостроение, имели выбор между модернизацией (что автоматически означает затягивание) панельного цикла или переходом к развертыванию первых фаз монолитного цикла. Конкретная избираемая траектория зависела от локального сочетания нескольких условий: силы традиций панельного домостроения, определяемых сохранением старых домостроительных комбинатов, лобби местных застройщиков, общими масштабами и объемами развития панельного цикла в советское время; наличной на момент выбора структурой фундаментов многоквартирных домов (если доминировали ленточные, переход к К5 совершался труднее или откладывался; если доминировали свайные, сплошные и др., возникали благоприятные предпосылки для перехода к К5); исторической развитостью в городе деревянного и кирпичного домостроения, сохраненными традициями индивидуального жилого строительства – при прочих равных условиях это означало «ужимание» панельного цикла и потому косвенно работало на более легкий и быстрый приход монолитного цикла. Иркутск, Тюмень и Краснодар демонстрируют примеры значительной роли этих факторов в приходе монолитного домостроения.

### Обсуждение результатов (дискуссия)

Подход, реализованный в данной работе, естественно, не свободен от недостатков. Первое же обсуждение, проведенное на Леонтьевских чтениях в Леонтьевском центре Санкт-Петербурга, определило три основных линии критики. Первое – на самом деле в столетней ретроспективе наиболее отчетливо обозначается только панельный цикл К4, а деревянный/кирпичный К3 и монолитный К5 только намечены и твердо говорить о полувековых закономерностях «длинных волн» здесь преждевременно. Мы благодарны нашей коллеге канд. геогр. наук

Н.Ю. Замятиной, которая обозначила эту уязвимость работы.

На самом деле по всем городам четко диагностируется панельный цикл, явно привязанный к технологическому укладу К4 и межукладный, но тоже полувековой, кирпичный цикл, который проявляется во всех исследуемых городах, но не имеет четкой технологической привязанности к конкретной хозяйственной эпохе. С одной стороны, ненадежность данных ранее 1917 года не позволяет увидеть развертывание деревянно-кирпичного цикла К3; с другой стороны, ранний К3 не имеет тех черт массовости и новой эффективности, которые в принципе необходимы для развертывания любого кондратьевского технологического цикла (а это означает, что те реалии, которые наблюдаются в погодовой динамике ввода многоквартирных домов в изучаемых городах первых двух десятилетий XX века, нельзя считать еще в полной мере «укладными», скорее, они ремесленные, штучные, индивидуальные, а не масштабные). Кроме того, сам феномен многоквартирного жилья относительно недавний – вряд ли уместно отслеживать его в городах России ранее постреволюционного или в доиндустриальное время. Монолитный цикл невозможно отчетливо увидеть ввиду того, что общий «стаж» его развертывания пока даже в самых продвинутых городах, как, например, Екатеринбург, не превосходит два десятилетия.

Признаем отчетливый характер панельного цикла К4 и более размытый К3 и К5. (Что касается циклов К1 и К2, то повсеместно в мире их изучение проходит на страновом, а не региональном или городском уровне или уровне отдельных предприятий, потому что в XVIII–XIX веках в большинстве индустриализирующихся стран налаженной и сохраненной в архивах статистики по предприятиям и городам еще не существовало – в отличие от агрегации данных на страновом уровне, которая уже велась и доступна для современного исследователя.)

Вторая линия критики состоит в недоучете авторами роли индивидуального жилого строительства в многолетних рядах данных по вводу многоквартирного жилья по российским городам. По данным Института экономики города<sup>11</sup>, можно выделить три категории распространенности индивидуального жилищного строительства (ИЖС) по удельному весу общей площади жилых помещений в индивидуальных жилых домах в общем объеме жилфонда: значительную (25–50%), среднюю (15–20%) и незначительную (<15%).

Большинство городов нашей выборки: Омск, Новосибирск, Нижний Новгород, Челябинск, Хабаровск, Самара, Воронеж, Пермь, Екатеринбург, Владивосток, Иркутск, Красноярск, Архангельск, Мурманск – попадают в последнюю группу: соответственно, от 11% в Омске до 0,3% в Мурманске. При этом, конечно, если речь пойдет о доли ИЖС в последние два десятилетия в этих городах, то она будет выше (в некоторых городах, например, в Тюмени, которая относится ко второй группе, по нашим оценкам, в два раза) за счет активизации ИЖС после 1995 года.

В среднюю группу из нашей выборки попадает одна Тюмень. В ней доля ИЖС во всем фонде составляет 17%, а доля ИЖС в годовом вводе жилья может достигать в отдельные годы до трети общей. Но поскольку эта доля флуктуирует год от года, учесть ее роль и в результате скорректировать наши выводы по Тюмени сложно. Скажем в целом, что нарастающее разнообразие этажности и материалов жилой застройки соответствует духу монолитного цикла и что слово «монолитный» означает лишь его доминирование, но не исключает все другие появляющиеся одновременно с монолитными домами виды жилой застройки.

Доля ИЖС значительная в трех городах нашей выборки: в Волгограде 33%, Краснодаре и Ростове-на-Дону 26% (в общем

жилом фонде города). Вероятно, что в годовой динамике последних лет эта доля выше. Но ввиду того что данных по вводу ИЖС в каждый год XXI века у нас не было, более определенно сказать трудно. Обобщая ситуацию, можно отметить, что три данных города при более детальном рассмотрении должны быть выделены в отдельное «производство» для тщательного анализа реалий и факторов технологической эволюции жилого домостроения в последние два десятилетия, период развертывания монолитного цикла.

Третья линия критики состояла в том, что в нашей выборке недостаточно городов (только два из 42, то есть менее 5%) людностью 250–500 тысяч человек и что целесообразно нарастить их количество и долю в анализе существенно, чтобы иметь возможность сопоставлять полученные результаты по закономерностям долговременной технологической эволюции между тремя группами городов разного размера (нарастить число обследуемых городов с населением 500 тысяч – один миллион человек тоже желательно). Признаем это предложение как задание для будущей работы.

### Выводы

Таким образом, каждый «Кондратьев» (кондратьевский полувековой цикл) создавал свой пик ввода общей площади многоквартирных домов в городе. Этот пик обеспечивался массовым применением новых технологий и материалов строительства и в каноническом случае был выше предшествующего. Эти пики были разнесены друг от друга на расстояние 40–60 лет и диагностируют эффекты радикальной смены технологий.

Переход к новому Кондратьеву в строительстве многоквартирных домов часто сопровождался географическим смещением городов-лидеров технологического уклада: Мурманск – Архангельск, Ростов-на-Дону –

<sup>11</sup> Авторы благодарят коллег из Института экономики города за предоставленные данные по индивидуальному жилищному строительству.

Краснодар, Нижний Новгород – Самара. Эффекты инкрементальных технологических инноваций (модификация материалов, конструкции, методов строительства и др.) нередко (но не всегда, потому что в последние годы эта тенденция затормозилась) сопровождалась ростом среднего размера общей площади многоквартирных домов в кирпичном, панельном, ранее деревянном домостроении.

Эффекты зависимости от пути проявились в длительном инерционном сохранении ленточных фундаментов при строительстве многоквартирных домов в Мурманске, Иркутске, Самаре, что стало тормозом для массового перехода городов к многоэтажной застройке и новым технологиям монолитного домостроения (K5). Сохраненные сильные традиции деревян-

ного домостроения, *ceteris paribus*, наоборот, создавали условия для сокращения следующего панельного цикла (задержку его укоренения) и благоприятные предпосылки для более раннего перехода города на технологии монолитного домостроения (K5).

Исходная гипотеза о том, что технологические инновации в строительство многоквартирных домов сибирских городов «диффундировали» с запада на восток, не подтвердилась при эмпирической проверке (сравнительный анализ городов Омск – Тюмень – Новосибирск – Красноярск – Иркутск). Также не подтвердилась гипотеза об исходном преимуществе Владивостока перед Хабаровском при переходе от K4 к K5, технологическое развитие обоих городов оказалось сходным.

## ЛИТЕРАТУРА

- Афанасьева Ю.С., Попова Н.Е. (2022). «Умные» города России: риски и возможности // Вестник ВГУИТ. Т. 84. № 1. С. 282–287. DOI: 10.20914/2310-1202-2022-1-282-287
- Балахонова Е.В. (2023). Инновационное развитие умных городов как необходимое условие достижения целей устойчивого развития // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. № 1. С. 37–55. DOI: 10.21685/2227-8486-2023-1-2
- Гавайлер А.В. (2018). Основы новой экономической специализации городов России в условиях смены технологических укладов // Региональная экономика: теория и практика. Т. 16. № 3. С. 426–438. DOI: <https://doi.org/10.24891/re.16.3.426>
- Глазьев С. Ю. (1993). Теория долгосрочного технико-экономического развития. М.: Владар. 310 с.
- Замятина Н.Ю., Пиясов А.Н. (2015). Инновационный поиск в монопрофильных городах: блокировки развития, новая промышленная политика и дорожная карта перемен. УРСС М. 216 с.
- Кондратьев Н.Д. (1993). Избранные произведения. М.: Экономика. 543 с.
- Коротаев А.В., Гринин Л.Е. (2009). Социальная макроэволюция. Генезис и трансформации мир-системы. М.: Книжный дом Либроком. 568 с.
- Мазаев Г.В. (2018). Технологический уклад и его влияние на формирование планировочной структуры города // Екатеринбург: сборник научных трудов РААСН. Т. 1. С. 450–456. DOI: 10.22337/9785432302656-450-456
- Пиясов А.Н., Цукерман В.А. (2022a). Становление нового технологического уклада в Арктике в 1990–2021 годы: региональный разрез // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. Т. 15. № 5. С. 126–148. DOI: 10.15838/esc.2022.5.83
- Пиясов А.Н., Цукерман В.А. (2022b). Технологические уклады, инновации и хозяйственное освоение российской Арктики // Север и рынок: формирование экономического порядка. Т. 25. № 4. С. 20–33. DOI: 10.37614/2220-802X.4.2022.78.001

- Пилясов А.Н. (2023). Северный морской путь как опорная инфраструктура нового технологического уклада российской Арктики // Северные морские пути России. М.: Новое литературное обозрение. С. 307–345.
- Пилясов А.Н. (2024). Колымские нагорья, технологические уклады и региональная инновационная система Магаданской области в столетней ретроспективе // Горные регионы России: богатство, разнообразие, перспективы. Вопросы географии. Выпуск 158. Москва. С. 184–233. DOI: 10.24057/probl.geogr.158.6
- Пилясов А.Н., Котов А.В. (2024). Российская Арктика-2035: полимасштабный прогноз // Экономика региона. № 2. С. 369–394. DOI: 10.17059/ekon.reg.2024-2-3
- Пилясов А.Н., Бужинская А.А., Сабуров А.А. (2025). Архангельский водорослевый комбинат: сто лет импортозамещения // Арктика и Север. № 61. DOI: <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2025>
- Шумпетер Й.А. (1982). Теория экономического развития: Исследование прибыли, капитала, кредита, процента и цикла конъюнктуры. М.: Прогресс. 400 с.
- Ahad M.A., Paiva S., Tripathi G., Feroz N. (2020). Enabling technologies and sustainable smart cities. *Sustain Cities Soc*, 61, 102301. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102301>
- Albino V., Berardi U., Dangelico R.M. (2015). Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives. *The Journal of Urban Technology*, 22(1), 3–21. DOI: <https://doi.org/10.1080/10630732.2014.942092>
- Boschma R., Martin R. (2010). *The Handbook of Evolutionary Economic Geography*. Edward Elgar Publishing.
- Cantwell J. (2019). *The Philosophy of Paradigm Change in the History of Social Evolution. Paradigm Shift in Technologies and Innovation Systems*. Springer.
- Caragliu A., Del Bo C., Nijkamp P. (2011). Smart cities in Europe. *J Urban Technol*, 18(2), 65–82. DOI: <https://doi.org/10.1080/10630732.2011.601117>
- Dosi G., Nelson R.R. (2010). Chapter 3 - technical change and industrial dynamics as evolutionary processes. In: Hall B.H., Rosenberg N. (Eds). *Handbook of the Economics of Innovation (vol. 1, pp. 51–127)*. North-Holland. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0169-7218\(10\)01003-8](https://doi.org/10.1016/S0169-7218(10)01003-8)
- Hassankhani M., Alidadi M., Sharifi A., Azhdari A. (2021). Smart city and crisis management: Lessons for the COVID-19 pandemic. *Int. J. Environ Res. Public Health*, 8(15), 7736. Available at: <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/15/7736>
- Lema R., Perez C. (2024) The green transformation as a new direction for techno-economic development. *Maastricht Economic and Social Research Institute on Innovation and Technology (UNU-MERIT), Working Paper Series*, 001. Available at: <https://www.merit.unu.edu/publications/wppdf/2024/wp2024-001.pdf>
- Mora L., Deakin M., Zhang X. et al. (2021). Assembling sustainable smart city transitions: an interdisciplinary theoretical perspective. *Journal of Urban Technology*, 28(1-2), 1–27, DOI: 10.1080/10630732.2020.1834831
- Nelson R.R., Winter S.G. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Harvard University Press.
- Nikki Han M.J., Kim M.J. (2021). A critical review of the smart city in relation to citizen adoption towards sustainable smart living. *Habitat Int*, 108, 102312. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2021.102312>
- Perez C. (2002). *Technological Revolutions and Financial Capital*. Edward Elgar Publishing. DOI: <https://doi.org/10.4337/9781781005323>
- Perez C. (2010). Technological revolutions and techno-economic paradigms. *Cambridge Journal of Economics*, 34(1), 185–202. Available at: <https://doi.org/10.1093/cje/bep051>
- Srivastava R., Sharifi A. (2022). Smart cities: Concepts and underlying principles. In: Sharifi A., Salehi P. (Eds). *Resilient Smart Cities. The Urban Book Series*. Cham: Springer. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-95037-8\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-95037-8_3)

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Александр Николаевич Пилиасов (Москва, Российская Федерация) – доктор географических наук, профессор, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова (Российская Федерация, 119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1); профессор, Высшая школа экономики (Российская Федерация, 109028, г. Москва, Покровский б-р, д. 11); главный научный сотрудник, Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова (Российская Федерация, 163002, г. Архангельск, наб. Северной Двины, д. 17); генеральный директор, Институт регионального консалтинга (Российская Федерация, 117218, г. Москва, Нахимовский пр-т, д. 32), e-mail: pelyasov@mail.ru

Александр Владимирович Котов (Москва, Российская Федерация) – кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник, Институт Европы РАН (Российская Федерация, 125009, г. Москва, ул. Моховая, д. 11); доцент, Высшая школа экономики (Российская Федерация, 109028, Покровский б-р, д. 11), e-mail: alexandr-kotov@yandex.ru

**Pilyasov A.N., Kotov A.V.**

## TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT OF THE RUSSIAN CITIES IN A HUNDRED-YEAR RETROSPECTIVE

*The article analyzes the technological evolution of multi-apartment housing construction in 18 Russian cities from 1917 to 2023. The authors propose an original method for studying technological modes (K3, K4, K5) based on the largest Russian database, the House Register, which contains information on tens of thousands of buildings. The methodological framework is based on a combination of Kondratiev's long wave theory, evolutionary economic geography, and the structural analysis of urban real estate. Three waves of technological development are identified: the wooden-brick mode (K3), mass panel housing construction (K4), and monolithic construction (K5). A typology of cities is presented based on the nature of their transition between modes: from leaders in technological change to outsiders stuck in the previous cycle. Particular attention is paid to the phenomenon of brick housing construction as an inter-structure connecting element and the variability of the transition to monolithic construction, including the change of foundation structures. A detailed analysis of the dynamics by years is carried out, allowing us to identify the characteristic phases of technological cycles: introduction, aggression, maturity and attenuation. The article proposes criteria for diagnosing the renaissance of old technologies (for example, the repeated growth of panel housing construction in the 2000s) and distinguishing inertia from real technological shifts. The results of the study are of practical value for urban development policy, especially in the context of the need to transition to energy-efficient and flexible forms of urban development. The work makes a significant contribution to the development of approaches to the retrospective analysis of technological trajectories of urban development.*

*Technological mode, multi-apartment housing construction, long Kondratiev waves, panel construction, monolithic housing construction, brick construction, evolutionary urbanism, urban technological dynamics.*

## REFERENCES

- Afanasyeva Yu.S., Popova N.E. (2022). "Smart" cities of Russia: Risks and opportunities. *Bulletin of VSUET*, 84(1), 282–287. DOI:10.20914/2310-1202-2022-1-282-287 (in Russian).
- Ahad M.A., Paiva S., Tripathi G., Feroz N. (2020). Enabling technologies and sustainable smart cities. *Sustain Cities Soc*, 61, 102301. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102301>

- Albino V., Berardi U., Dangelico R.M. (2015). Smart cities: Definitions, dimensions, performance, and initiatives. *The Journal of Urban Technology*, 22(1), 3–21. DOI: <https://doi.org/10.1080/10630732.2014.942092>
- Balakhonova E.V. (2023). Innovative development of smart cities as a necessary condition for achieving sustainable development goals. *Models, Systems, Networks in Economics, Technology, Nature and Society*, 1, 37–55. DOI:10.21685/2227-8486-2023-1-2 (in Russian).
- Boschma R., Martin R. (2010). *The Handbook of Evolutionary Economic Geography*. Edward Elgar Publishing.
- Cantwell J. (2019). *The Philosophy of Paradigm Change in the History of Social Evolution. Paradigm Shift in Technologies and Innovation Systems*. Springer.
- Caragliu A., Del Bo C., Nijkamp P. (2011). Smart cities in Europe. *J Urban Technol*, 18(2), 65–82. DOI: <https://doi.org/10.1080/10630732.2011.601117>
- Dosi G., Nelson R.R. (2010). Chapter 3 - technical change and industrial dynamics as evolutionary processes. In: Hall B.H., Rosenberg N. (Eds). *Handbook of the Economics of Innovation (vol. 1, pp. 51–127)*. North-Holland. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0169-7218\(10\)01003-8](https://doi.org/10.1016/S0169-7218(10)01003-8)
- Gavayler A.V. (2018). Fundamentals of the new economic specialization of Russian cities in the context of changing technological patterns. *Regional Economy: Theory and Practice*, 16(3), 426–438. DOI: <https://doi.org/10.24891/re.16.3.426> (in Russian).
- Glazyev S.Yu. (1993). *Theory of Long-Term Technical and Economic Development*. Moscow: Vldar (in Russian).
- Hassankhani M., Alidadi M., Sharifi A., Azhdari A. (2021). Smart city and crisis management: Lessons for the COVID-19 pandemic. *Int. J. Environ Res. Public Health*, 8(15), 7736. Available at: <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/15/7736>
- Kondratyev N.D. (1993). *Selected Works*. Moscow: Ekonomika. (in Russian).
- Korotaev A.V., Grinin L.E. (2009). *Social Macroeolution. Genesis and Transformations of the World-System*. Moscow: Librokom Book House (in Russian).
- Lema R., Perez C. (2024) The green transformation as a new direction for techno-economic development. *Maastricht Economic and Social Research Institute on Innovation and Technology (UNU-MERIT), Working Paper Series*, 001. Available at: <https://www.merit.unu.edu/publications/wppdf/2024/wp2024-001.pdf>
- Mazaev G.V. (2018). Technological structure and its influence on the formation of the city planning structure. *Yekaterinburg: Collection of scientific papers of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences*, 1, 450–456. DOI: 10.22337/9785432302656-450-456 (in Russian).
- Mora L, Deakin M., Zhang X. et al. (2021). Assembling sustainable smart city transitions: an interdisciplinary theoretical perspective. *Journal of Urban Technology*, 28(1-2), 1–27, DOI: 10.1080/10630732.2020.1834831
- Nelson R.R., Winter S.G. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Harvard University Press.
- Nikki Han M.J., Kim M.J. (2021). A critical review of the smart city in relation to citizen adoption towards sustainable smart living. *Habitat Int*, 108, 102312. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2021.102312>
- Perez C. (2002). *Technological Revolutions and Financial Capital*. Edward Elgar Publishing. DOI: <https://doi.org/10.4337/9781781005323>
- Perez C. (2010). Technological revolutions and techno-economic paradigms. *Cambridge Journal of Economics*, 34(1), 185–202. Available at: <https://doi.org/10.1093/cje/bep051>
- Pilyasov A.N., Tsukerman V.A. (2022). Formation of a new technological order in the Arctic in 1990–2021: Regional section. *Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*, 15(5), 126–148. DOI: 10.15838/esc.2022.5.83 (in Russian).
- Pilyasov A.N., Tsukerman V.A. (2022). Technological orders, innovations and economic development of the Russian Arctic. *The North and the Market: Formation of the Economic Order*, 25(4), 20–33. DOI: 10.37614/2220-802X.4.2022.78.001 (in Russian).

- Pilyasov A.N. (2023). *The Northern Sea Route as a Support Infrastructure of the New Technological Order of the Russian Arctic. Northern Sea Routes of Russia*. Moscow: New Literary Review (in Russian).
- Pilyasov A.N. (2024). Kolyma uplands, technological orders, and the regional innovation system of the Magadan Region in a hundred-year retrospective. *Mountainous Regions of Russia: Wealth, Diversity, Prospects. Geography Issues*, 158, 184–233. DOI: 10.24057/probl.geogr.158.6 (in Russian).
- Pilyasov A.N., Kotov A.V. (2024). Russian Arctic-2035: Multi-scale Forecast. *Economy of Region*, 2, 369–394. DOI: 10.17059/ekon.reg.2024-2-3 (in Russian).
- Pilyasov A.N., Buzhinskaya A.A., Saburov A.A. (2025). Arkhangelsk Seaweed Plant: One hundred years of import substitution. *Arctic and North*, 61. DOI: <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2025> (in Russian).
- Schumpeter J.A. (1982). *Theory of Economic Development: A Study of Profit, Capital, Credit, Interest and the Business Cycle*. Transl. from German. Moscow: Progress. (in Russian)
- Srivastava R., Sharifi A. (2022). Smart cities: Concepts and underlying principles. In: Sharifi A., Salehi P. (Eds). *Resilient Smart Cities. The Urban Book Series*. Cham: Springer. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-95037-8\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-95037-8_3)
- Zamyatina N.Yu., Pilyasov A.N. (2015). *Innovative Search in Single-Industry Cities: Development Blockages, New Industrial Policy and Roadmap for Change*. URSS Moscow (in Russian).

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Aleksandr N. Pilyasov – Doctor of Sciences (Geography), Professor, Lomonosov Moscow State University (1, Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russian Federation); professor, Higher School of Economics (11, Pokrovsky Boulevard, Moscow, 109028, Russian Federation); Chief Researcher, Northern Arctic Federal University (17, Severnaya Dvina Embankment, Arkhangelsk, 163002, Russian Federation); general director, Institute of Regional Consulting (32, Nakhimovsky Avenue, Moscow, 117218, Russian Federation), e-mail: [pelyasov@mail.ru](mailto:pelyasov@mail.ru)

Alexander V. Kotov – Candidate of Sciences (Economics), Leading Researcher, Institute of Europe of the Russian Academy of Sciences (11, Mokhovaya Street, Moscow, 125009, Russian Federation); associate professor, Higher School of Economics (11, Pokrovsky Boulevard, Moscow, 109028, Russian Federation), e-mail: [alexandr-kotov@yandex.ru](mailto:alexandr-kotov@yandex.ru)