

УДК 303.425.4[332.142.6]

DOI: <https://doi.org/10.30838/EP.193.46-52>**Зимогляд Б.Г.**

Український державний університет науки і технологій

**Zimoglyad Bogdan**

Ukrainian State University of Science and Technology

<https://orcid.org/0009-0005-7620-1970>**Нагорний Д.В.**

кандидат технічних наук

Український державний університет науки і технологій

**Nagornyi Dmitro**

Ukrainian State University of Science and Technology

## СТРУКТУРНА ТРАНСФОРМАЦІЯ БУДІВНИЦТВА ПІД ВПЛИВОМ ПРОМИСЛОВИХ РЕВОЛЮЦІЙ: РЕТРОСПЕКТИВНИЙ АНАЛІЗ

*Статтю призначено аналізу циклічності розвитку будівництва, викликаній докорінними якісними змінами базисних поколінь техніки, машин, технологій у провідних секторах економіки, тобто промисловими революціями. Відповідно до періодизації промислових революцій виділено чотири цикли трансформації будівельної діяльності з відповідними їм моделями будівельного сектору: Будівництво 1.0 з домонополістично-індустріальною моделлю, Будівництво 2.0 з індустріально-екстенсивною моделлю, Будівництво 3.0 з енергоефективною моделлю та Будівництво 4.0 з екосистемною моделлю. Остання модель як продукт сьогодення визнається закономірним результатом глибоких трансформаційних змін як всередині самої галузі, так і у глобальному просторі. «Озеленення» та цифровізацію визнано головними трансформаційними трендами, під впливом яких відбувається модернізація всіх виробничих, споживчих, транспортних і постачальницьких систем всередині будівельного сектору.*

**Ключові слова:** будівельні цикли, промислова революція, моделі будівельного сектору, «озеленення», диджиталізація

## UNDER THE INFLUENCE OF THE INDUSTRIAL REVOLUTION: A RETROSPECTIVE ANALYSIS

*The article is intended to analyze the cyclicity of the development of construction, caused by fundamental qualitative changes in the basic generations of equipment, machines, technologies, vehicles and large structures in the leading sectors of the economy, i.e. industrial revolutions. The first industrial revolution created the organizational-economic, scientific-technical and institutional prerequisites for a conceptual rethinking of the principles and norms of construction and brought to life the pre-monopolist-industrial model of the construction sector (Construction 1.0). Its main feature was the active use of metal elements (cast iron, wrought iron, steel), glass, concrete and reinforced concrete in construction production. The industrial-extensive model of Construction 2.0 covers the period from the beginning of the 20th century, until the end of the 1960s and coincides with the Second Industrial Revolution. This model is distinguished by large-scale processes of territorial and spatial concentration of construction based on the accumulation of means of production, labor and capital investments in large construction organizations and complex processes of industrialization of the construction sector. From the first half of the 1970s to the first half of the 2000s, the energy-efficient construction model (Construction 3.0), brought to life by the Third Industrial Revolution, prevails in the world. This period is characterized by the systematic orientation of construction production to the optimization of thermal energy provision of objects, the rationalization of the processes of using energy resources at all stages of the construction and production process, and the minimization of the level of consumption of energy and material resources. Today, marked by the unfolding of the Fourth Industrial Revolution, is characterized by the global development of an ecosystem-type green construction model (Construction 4.0) – an environmentally responsible and resource-saving process of social reproduction of construction products. This model is based on deep integration of green and digital transition technologies and is ensured by large-scale digitization of construction works.*

**Keywords:** construction cycles, industrial revolution, models of the construction sector, "greening", digitalization

**JEL classification:** F 29; L 74; N 60

**Постановка проблеми.** В останні два століття іманентною ознакою структурної динаміки національних економік і світогосподарської системи загалом є циклічність їх розвитку як матеріальне відображення, з одного боку, перманентних коливань рівня ділової активності та ключових макроекономічних показників держав, а з другого – регулярних порушень структурної рівноваги їх економік та поглиблення асиметрій у процесах нагромадження глобального капіталу. З другої половини ХХ ст. зазначена властивість набуває ще більш кристалізованих форм прояву під впливом докорінних трансформацій коротких і середніх економічних циклів, нерозривно пов'язаних з домінуванням переробництва капітальних активів порівняно з переробництвом товарів, зменшенням тривалості протікання кризових і депресивних фаз національних бізнес-циклів, подовженням періодів їх поживлення і піднесення [1, с. 145], а також посиленням їх синхронізації у просторі і часі.

Будівництво як один з провідних структуроформуючих секторів національних економік генерує найбільший мультиплікативний вплив на динаміку національного, регіонального і світового економічного розвитку. Подібно усім структурним підсистемам національних економік, будівельний сектор в останні три століття також активно розвивається у загальному руслі провідних трендів хвилеподібного циклічного руху, який протікає упродовж багатьох тривалішого періоду часу порівняно з рухом великих економічних циклів економічного розвитку. Тому наукове завдання зі встановлення меж та особливостей будівельних циклів цілком відповідає потребам сьогодення.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В історії економічної науки широко відомі дослідження циклічності розвитку будівельного сектору, здійснені на основі спостережень за динамікою і взаємозв'язком між показниками виробництва і реалізації будівельної продукції, рівня національного доходу та індивідуальних доходів, споживчих витрат, валових інвестиційних капіталовкладень у технологічне обладнання виробничого призначення, за авторством С. Кузнеця, Дж. Рігглемана, У. Ньюмана, Е. Хансена, М. Абрамовіца та ін. Втім, незважаючи на ґрунтовність та широту проведених наукових пошуків та напрацювань, можна зазначити існування певної теоретичної прогалини у вигляді відсутності аналізу циклічності розвитку будівництва, викликаної водночас інноваційно-науковими, техніко-технологічними, економічними та суспільно-історичними подіями. У сучасний момент настання четвертої промислової революції необхідність розгляду особливостей еволюціонування будівельного сектору в процесі переходу на вищий щабель розвитку видається нам очевидною.

**Мета статті:** екстраполяція ключових методологічних засад теорії промислових революцій на структурну динаміку будівельного сектору для конкретизації змісту та сутності довгих будівельних циклів.

**Виклад основного матеріалу.** Оскільки в основі

довгих економічних циклів лежать, як відомо, докорінні якісні зміни базисних поколінь техніки, машин, технологій, транспортних засобів і великих споруд у провідних секторах економіки [2, с. 535], то саме вони й обумовлюють, на наше переконання, не тільки усю сукупність ендогенних й екзогенних чинників розвитку будівельної діяльності, але й мотивацію та історичну логіку реалізованих у різні періоди світової економічної історії антициклічних регуляторних механізмів.

Будівельні цикли, таким чином, можуть бути кваліфіковані в якості одного з різновидів економічних циклів, які мають секторальний характер, посідають проміжне становище між середніми і довгими циклічними коливаннями макроекономічної динаміки та породжені наявністю часового лагу між виникненням суспільних потреб у нових будівлях і періодом їх задоволення.

Так, перший етап трансформації будівництва стартує ще у середині ХVIII ст., набуває свого остаточного інституційного оформлення на початку 1850-х років та завершується у другій половині 1890-х років; відбувається трансформація у форматі домонополістично-індустріальної моделі, яку ми кваліфікуємо як **Будівництво 1.0**. Подібні історичні рамки підтверджують зародження моделі Будівництво 1.0 під час розгортання у світі Першої промислової революції; на період її панування припало, як ми знаємо, домінування у світовому інноваційному поступі технологій першого та другого технологічних укладів.

Інакше кажучи, Перша промислова революція заклала матеріальне ядро індустріального способу виробництва з конкурентним утвердженням у світовому виробництві текстильної промисловості, виплавки чавуну, водяних двигунів, будівництва каналів (у період панування першого технологічного укладу) та парових машин, вугільної і металургійної промисловості, тяжкого машинобудування, транспортної інфраструктури (під час домінування другого технологічного укладу).

Саме зазначені сектори світового промислового комплексу, потребуючи для свого функціонування технологічно облаштованих виробничих приміщень, інфраструктурних об'єктів, дорожнього покриття, залізничних мереж та ін., значною мірою акселерували процеси нагромадження капіталу у будівельному секторі, висунувши його в авангард національних економік держав класичного капіталізму. Відтак ключовими відмітними рисами першого трансформаційного циклу світового будівництва є насамперед активне використання у будівельному виробництві металічних елементів (з чавуну, кованиго заліза, сталі), скла, бетону і залізобетону; масштабне спорудження складних просторових конструкцій та ін.

Важливо також зазначити, що Перша промислова революція, створивши організаційно-економічні, науково-технічні та інституційні передумови для нарощування масштабів масового виробництва товарів і послуг, значною мірою стимулювала процеси урбанізації у країнах-лідерах. Вона спричинила стрімке

підвищення вартості землі у міських агломераціях та центрі великих міст, породивши при цьому не бачені раніше гострі соціальні конфлікти на ґрунті значного браку житла та суттєвого ускладнення транспортного пересування. Як результат, докорінного концептуального переосмислення зазнають у середині XIX ст. пануючі на той час принципи і норми просторової організації територій містобудівництва у бік активного застосування металевих каркасів в якості основи спорудження будинків-хмарочосів, посилення регулювання процесів міської забудови, реалізації масштабних проєктів з перепланування великих міських агломерацій, впровадження принципово нових – комплексних – систем планування й організації будівельних робіт та ін.

Одночасне втягування у всезагальний «вир» світового науково-технологічного й інноваційного прогресу транспортного сектору у період панування Першої промислової революції набуває свого концентрованого вираження у не баченій раніше динамізації масштабів промислового будівництва та диверсифікації його об'єктної структури. Йдеться насамперед про масштабну розбудову державами національних залізничних мереж та їх електрифікацію, будівництво рельсових шляхів та підземних ліній місцевого і дальнього сполучення, прокладення багаторівневих вулиць, розширення мереж каналізаційних, водопровідних, газових та інших трубопроводів під проїжджими магістралями та ін. [3].

Масштабна індустріалізація національних економік держав класичного капіталізму та прискорене наростання монополістичних тенденцій у їх конкурентному розвитку спричинили наступний етап трансформаційних змін світового будівельного сектору у форматі його індустріально-екстенсивної моделі. Даний трансформаційний етап, який ми кваліфікуємо як *Будівництво 2.0*, охоплює період з початку XX ст. до кінця 1960-х років та співпадає у часі з пануванням Другої промислової революції. Маємо зазначити, що на період Другої промислової революції припадає панування технологій третього і четвертого технологічних укладів, ядро яких формують металургійне виробництво, електроенергетика та неорганічна хімія (третій уклад) та атомна енергетика, органічна хімія, приладобудування, авто- й авіабудування, ракетна й оптична техніка (четвертий уклад).

Зазначені технології справили потужний трансформаційний вплив на функціонування світового будівельного сектору, детермінуючи по суті ключові узагальнюючі риси і характеристики його індустріально-екстенсивної моделі. Насамперед слід відзначити масштабні процеси територіальної та просторової концентрації будівництва на основі акумулювання засобів виробництва, робочої сили та капітальних вкладень у великих будівельних організаціях. Концентрація будівництва, забезпечуючи досягнення останніми значних конкурентних переваг порівняно з малими компаніями, стала головним драйвером застосування у виробничих

процесах більш досконалого високопродуктивного об'єднання; поглиблення поділу праці в будівельному секторі з активізацією процесів спеціалізації та виробничого кооперування; значного підвищення продуктивності праці та кваліфікаційного рівня робочої сили у даному секторі.

Ще однією відмітною ознакою періоду панування моделі Будівництво 2.0 є активне розгортання комплексних процесів індустріалізації будівельного сектору, які охопили усі його структурні ланки і підсистеми – від діяльності будівельних організацій до компаній, котрі спеціалізуються на виробництві будматеріалів, конструкцій та деталей. Завдяки масштабній індустріалізації світове будівельне виробництво дедалі більшою мірою набуває у цей період механізованого характеру в частині збирання і монтажу споруд з технологічно уніфікованих великогабаритних компонентів, автоматизації поточкових ліній з виробництва стінових панелей, плит перекриттів, сходових маршів, об'ємних блоків та інших елементів споруджуваних об'єктів та ін. Одночасно було забезпечено також значне підвищення рівня організації, виробничих технологій та культури будівельного виробництва за систематичної модернізації його засобів, технологічного удосконалення виробництва будівельних матеріалів, конструкцій та деталей.

У контексті оцінки впливу Другої промислової революції на трансформаційні зміни світового будівельного сектору окремої уваги заслуговує також тренд щодо масштабного впровадження у виробничі процеси типових проєктних рішень. Останні заклали міцний фундамент системної стандартизації будівельних елементів та деталей, що стало потужним рушієм налагодження їх серійного і масового виробництва, а також підвищення рівня ритмічності й передбачуваності усього будівельного виробництва. З огляду на високу залежність процесів типізації інженерних рішень у будівництві від рівня уніфікованості планувальних і конструктивних схем зведених споруд, можемо стверджувати, що саме типізація спричинила кардинальне техніко-технологічне удосконалення усієї системи будівельного проєктування та оптимізацію його об'ємно-планувальних та конструктивних рішень. Досягнення значного економічного ефекту функціонування будівельного сектору в період панування Другої промислової революції забезпечувалось також значним підвищенням рівня збірності споруджуваних об'єктів на основі перенесення окремих фрагментарних процесів оброблення матеріалів, збирання конструкцій та проведення дрібних монтажних операцій з будівельних майданчиків у стаціонарні умови.

Глобальні енергетичні кризи 1970-х років, спричинивши значне підвищення вартості енергетичного і матеріального забезпечення будівельних виробничих процесів, ініціювали прогресивні структурні зрушення у світовому господарстві у бік його системної постіндустріалізації та передислокації інвестиційного капіталу на користь найменш енергоємних виробництв, а

отже, справили надзвичайно потужний трансформаційний вплив на розвиток світового будівельного сектору.

Потребуючи для свого розвитку динамічного впровадження енергозберігаючих технологій на усіх рівнях теплоенергетичного забезпечення будівель і споруд (від опалення і гарячого водопостачання до систем вентиляції та кондиціювання повітря), будівельний сектор активно розвивається у цей період у форматі моделі енергоефективного будівництва. Достатньо сказати, що на період до 2030 р. капіталізація світового ринку енергоефективних будівель досягне 611 млрд євро [4]. Окрім того, даний час характеризується також стрімким погіршенням екологічного стану довкілля та наростанням екологічного неблагополуччя міського середовища, що спричиняє зародження концепції екологічної архітектури міст як стратегічного пріоритету сталого розвитку довкілля на основі виключення чи мінімізації негативного впливу будівель на навколишнє середовище, оптимізації використання енергії та води під час їх експлуатації, використання відновлювальної енергетики та ін.

Даний етап трансформаційних змін будівельного сектору, який ми кваліфікуємо як *Будівництво 3.0*, охоплює період з першої половини 1970-х років до першої половини 2000-х і накладається у часі на Третю промислову революцію. Вона, як відомо, дала старт формуванню у глобальних координатах п'ятого технологічного укладу, ядром якого є електроніка й мікроелектроніка, інформаційні технології і програмне забезпечення, телекомунікації і космічна техніка. Фундатор концепції Третьої промислової революції – всесвітньо відомий американський економіст, соціальний філософ і публіцист Дж. Ріфкін – на основі комплексного дослідження двохсотрічного історичного періоду світогосподарського розвитку робить аргументований висновок щодо досягнення індустріальної цивілізацією в сучасних умовах граничних меж експлуатації природного капіталу та повного вичерпання нею наявного ресурсного потенціалу забезпечення динамічного конкурентного розвитку економічних суб'єктів різного рівня. На його тверде переконання, якщо перші дві промислові революції стали у свій час відображенням виключно матеріалістичного сприйняття природи та були зорієнтовані на максимізацію економічними суб'єктами прибутків, то Третя промислова революція має за мету відновлення природних ресурсів та певну їх резервацію [5, с. 66].

Як гарячий апологет і переконаний популяризатор концепції сталого розвитку, Дж. Ріфкін у своїй ґрунтовній науковій праці «Третя промислова революція» [6] наголошує на нагальній необхідності реалізації світовою спільнотою принципово нових – екологічно орієнтованих – механізмів ресурсного забезпечення насамперед на основі відновлювальних джерел, системної автоматизації чинних бізнес-процесів та горизонтально організованих моделей економічної взаємодії суб'єктів господарювання, здатних до автономного

виробництва зеленої енергії та її обміну через діючі канали енергетичного Інтернету. З урахуванням значного теоретичного ресурсу концепції Третьої промислової революції щодо обґрунтування провідних мегатрендів трансформаційних зрушень у світогосподарській системі, її головні методологічні засади знаходять своє ґрунтовне розроблення у працях цілої низки західних учених – представників екоінноваційного теоретичного дискурсу: М. Андерсена, А. Арундела, М. Де Баркеллоса, Ф. Бунаса та ін.

Таким чином, головними прикметними ознаками історичного етапу трансформаційних змін будівельного сектору у форматі моделі енергоефективного будівництва є насамперед переведення процесів проектування і будівництва споруд на енергоефективні «рейки»; системна орієнтація будівельного виробництва на мінімізацію споживчих витрат на теплоенергетичне забезпечення об'єктів, раціоналізацію процесів використання енергетичних ресурсів на усіх етапах будівельно-виробничого процесу, мінімізацію рівня споживання енергетичних і матеріальних ресурсів на усіх ланках життєвого циклу будівель (від проектування до зносу), підвищення якісних кондицій об'єктів нерухомого майна та комфорту їх внутрішнього середовища, забезпечення екологічної безпеки людської життєдіяльності та ін. З-поміж інших технологій п'ятого технологічного укладу, активно впроваджуваних у будівельному виробництві, найбільшого поширення набули інноваційні розробки у сфері інформаційного моделювання будівель і споруд, оснащення їх інженерної інфраструктури енергозберігаючими технологіями, комплексної автоматизації і диспетчеризації виробничо-технологічних процесів та ін. У своїй сукупності вони забезпечують як масштабне зниження рівня матеріаломісткості будівельного виробництва, так і суттєве підвищення загальної ефективності виробничо-технологічних процесів у даному надважливому секторі національних економік усіх без винятку країн світу.

Водночас значне загострення у великих містах Європи й Америки екологічних проблем дедалі більшою мірою орієнтує західні суспільства на досягнення максимальної гармонії з навколишнім середовищем. Масштабна екологізація міських просторів спричинила виокремлення у першій половині 1970-х років у рамках енергозберігаючого будівництва такого самостійного науково-експериментального напрямку, як «пасивне будівництво». Сама концепція «пасивного будівництва», яка вперше була ідентифікована лише у 1991 р. у Німеччині, полягає у значному підвищенні рівня теплоізоляційних і вітрозахисних характеристик огорожувальних конструкцій будівель та споруд (стін, перекриттів, покриттів, заповнення прорізів, перегородок тощо); активному використанні альтернативних джерел енергії, припливно-витяжних вентиляційних систем з рекуперацією тепла; застосуванні енергоефективних форм споруд та їх раціональному орієнтуванні на усі сторони світу та ін.

Можемо констатувати, що усі проаналізовані вище

трансформації, яких зазнав світовий будівельний сектор в останні три століття під впливом науково-технологічного прогресу у рамках Першої, Другої і Третьої промислових революцій, мали своїми закономірними наслідками глибокі якісні зміни в організації й управлінні будівельним виробництвом (від проєктуально-вишукувальних робіт до технологічного переозброєння та модернізації виробничих процесів), а також механізмах реалізації будкомпаніями корпоративних стратегій і бізнес-моделей. Разом з тим усі зазначені трансформації за масштабами свого структуро-формуєчого впливу на будівельний сектор навіть близько не можуть зрівнятися з прогнозованими наслідками ринкової комерціалізації інноваційних розробок і технологій Четвертої промислової революції, насамперед в частині формування принципово нових ресурсних джерел його конкурентного розвитку. Йдеться про розбудову у глобальних координатах моделі зеленого будівництва екосистемного типу, яку ми кваліфікуємо як **Будівництво 4.0**. Її історичні рамки охоплюють період з другої половини 2000-х років і дотепер з наступним періодом існування до 2060 р., тобто до завершення чергової довгої хвилі глобального науково-технологічного поступу на парадигмальних засадах Четвертої промислової революції.

Звернімо увагу на те, що попри наявність доволі варіативних методологічних підходів до кваліфікаційної ідентифікації сутності зеленого (екологічного чи сталого) будівництва, у більшості випадків під ним розуміють екологічно відповідальний та ресурсозберігаючий процес суспільного відтворення будівельної продукції. Тож у сучасній західній та вітчизняній науковій літературі існує стійкий консенсус стосовно того, що екологічні будівлі є набагато ефективнішими порівняно з традиційними (неекологічними) спорудами у таких проєктах нерухомості, як житлова, промислова (заводи, фабрики, індустріальні парки та ін.), корпоративна (бізнес-офіси, центри досліджень тощо) та комерційна (об'єкти роздрібною торгівлі і готельного господарства, торговельні центри, виставкові зали та ін.) [7].

І хоча формування екологічних імперативів трансформації світового будівельного сектору, як ми зазначали вище, має вже понад п'ятдесятирічний історичний період часу, однак лише Четверта промислова революція (Індустрія 4.0) перетворює його озеленення у домінуючий трансформаційний тренд, надаючи даному процесу незворотного, закономірного і спрямованого характеру. Це досягається завдяки органічній конвергенції зелених і цифрових трансформацій світогосподарського розвитку (інакше кажучи, зеленого і цифрового переходу, котрі становлять основу Четвертої промислової революції), яка вже знайшла у західній економічній думці дуже влучну кваліфікацію так званого «подвійного переходу» (англ. – Twin transition) [8].

Зауважимо, що сама концепція Четвертої промислової революції ґрунтується на методологічних засновах щодо глибокої інтеграції автоматизованих виробничих процесів, систем обміну інформаційними даними та виробничих технологій в єдині саморегульовані системи, здатні самоналаштуватися та функціонувати в автономному онлайн-режимі з мінімальним чи повністю відсутнім людським втручанням у процеси виробництва. Як наголошує фундатор даної концепції К. Шваб, головною рушійною силою Індустрії 4.0 є цифрова революція, здатна об'єднати в єдині глобальні мережі різноманітні технології – від розшифрування генної інформації і промислового Інтернету речей до штучного інтелекту, квантових розрахунків, аналітики великих даних, хмарних обчислень, блокчейну, доповненої реальності, «розумних» електромереж та ін. Саме глибокий синтез зазначених фізичних, біологічних та цифрових технологій, власне, й детермінують, на думку К. Шваба, фундаментальні відмінності Четвертої промислової революції від усіх попередніх революційних зрушень у світовому науково-технологічному поступі та їх глибоке «вбудовування» у глобальні ланцюги вартості на основі формування принципово нових бізнес-моделей, а також глибоких трансформаційних змін діючих виробничих, споживчих, транспортних і постачальницьких систем [9, с. 8].

Отже, досягнутий країнами прорив у сфері зеленого будівництва є закономірним результатом глибоких його трансформаційних змін у рамках моделі Будівництво 4.0. Йдеться насамперед про ефективне використання, утилізацію та альтернативне генерування теплової й електричної енергії, води та інших ресурсів, застосовуваних у будівництві та технологічній експлуатації будівель; використання дружніх до довкілля матеріалів та будівельних технологій при зведенні житлових, комерційних та інфраструктурних об'єктів з мінімізацією їх шкідливого впливу на навколишнє середовище; будівництво «активних будівель» з позитивним енергобалансом за рахунок генерування локальними інженерними системами енергії з відновлювальних джерел та ін. При цьому запорукою досягнення значної кількості зелених цілей будівельного виробництва є масштабне застосування у ньому цифрових технологій. За оцінками міжнародних експертів, вже найближчими десятиліттями до 50% виробничих операцій у будівельному секторі можуть бути автоматизовані [10, с. 103], що забезпечить ефективне подолання специфічних для функціонування будівельного сектору проблем, пов'язаних насамперед з високою трудомісткістю і фізичною складністю виконуваних на будмайданчиках виробничих операцій, високим рівнем виробничого травматизму, значними транзакційними витратами виробничих процесів та ін. Наочне узагальнення періодизації розвитку будівництва в рамках різних індустріальних парадигм пропонується на рис. 1.

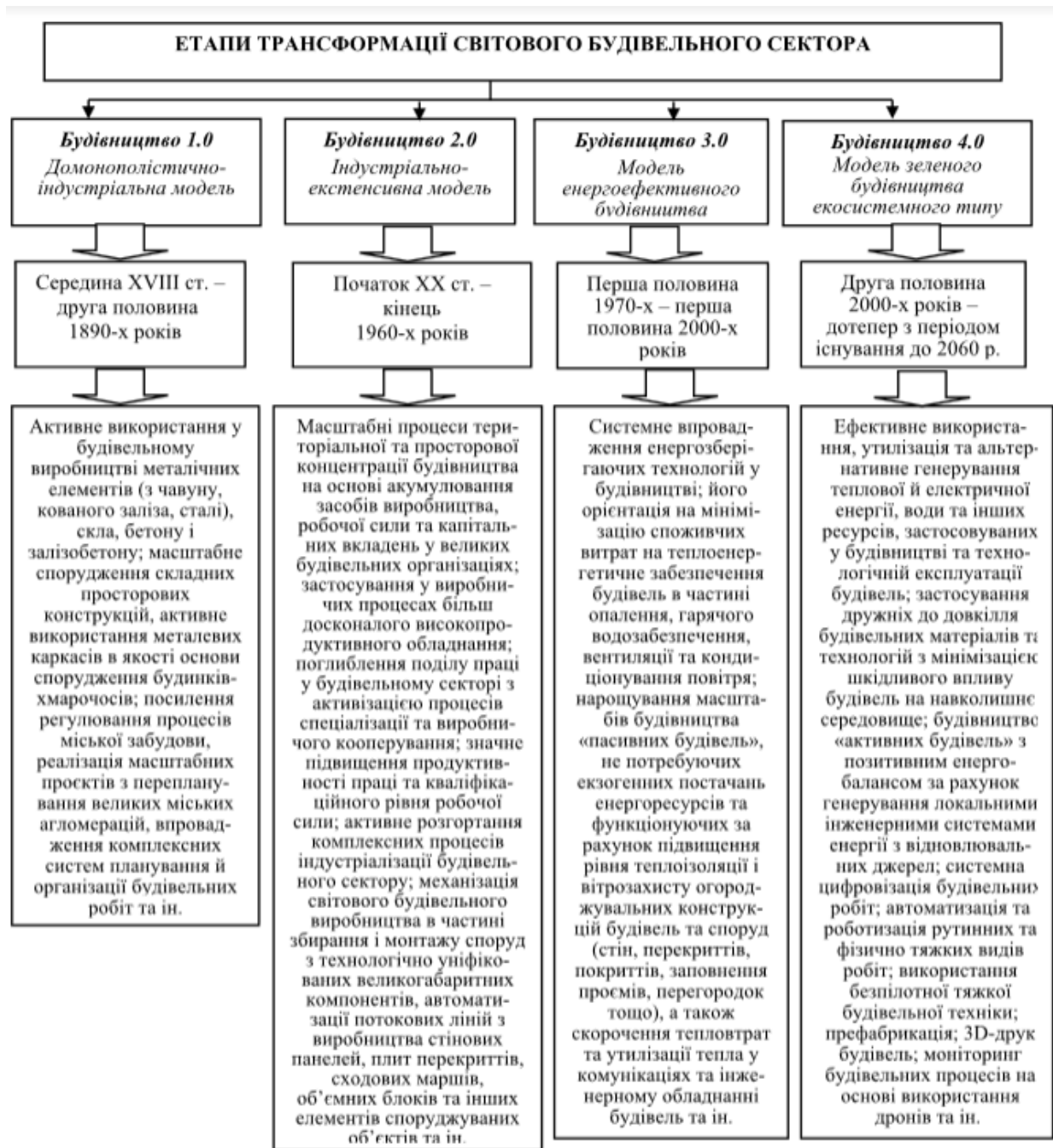


Рис. 1.1. Еволюційні етапи трансформаційних змін світового будівельного сектору з середини XVIII ст. і дотепер  
Джерело: узагальнено і побудовано авторами.

**Висновки.** Завершуючи, наголосимо, що світовий будівельний сектор у процесі трьохсотлітнього періоду свого історичного розвитку перманентно зазнавав глибоких трансформаційних змін, пов'язаних з хвилеподібною циклічною динамікою глобальних технологічних зрушень у рамках промислових революцій. Під їх впливом у першій чверті XXI ст. вже сформувались умови для переходу будівельного сектору на модель зеленого будівництва екосистемного типу. Дана модель ґрунтується на глибокій інтеграції технологій зеленого і цифрового переходу та

забезпечується масштабною диджиталізацією будівельних робіт; автоматизацією та роботизацією рутинних і фізично тяжких видів робіт; використанням безпілотної тяжкої будівельної техніки; префабрикацією; 3D-друком будівель і споруд; постійним моніторингом будівельних процесів на основі використання дронів та ін. Інтенсифікація використання цифрових технологій у будівельному секторі вже у найближчий час здатна у докорінний спосіб змінити його структурні параметри у бік активізації застосування зелених будівельних практик.

**Список використаних джерел:**

1. Антициклічне регулювання ринкової економіки: глобалізаційна перспектива : монографія / Д. Г. Лук'яненко, А. М. Поручник, Я. М. Столярчук [та ін.]; за заг. ред. Д. Г. Лук'яненка та А. М. Поручника. Київ: КНЕУ, 2010. 334 с.
2. Економічний енциклопедичний словник : у 2 т. Т. 2 / за ред. С. В. Мочерного. Львів: Світ, 2006. 568 с.
3. Шишкин М. И., Сафонов Е. В. Влияние промышленной революции XIX в. на развитие европейских городов и их генеральные планы (на примере Парижа). Проблемы теории и истории архитектуры Украины. 2013. Вып. 13. С. 73-78.
4. Globales Marktvolumen energieeffizienter Gebäude im Jahr 2020 sowie eine Prognose für das Jahr 2030 (in Milliarden Euro). Statista. The Statistic Portal. URL: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/243853/umfrage/prognose-zum-marktvolumen-von-energieeffizienten-gebaeuden-in-deutschland/> (дата звернення 13.05.2024 р.).
5. Ніколенко Г. С. Зелена енергетика на основі горизонтальних зв'язків – модель відкритого суспільства. Філософія. 2018. Випуск 39 (52). С. 63-72.
6. Rifkin J. The Third Industrial revolution. London: Palgrave Macmillan, 2011.
7. Patel C., Chugan P. K. Measuring awareness and preferences of real estate developers for green buildings over conventional buildings: consumer behaviour and emerging practices in marketing / Eds. Jayesh Aagja, Ashiwini K. Awasthi and Sanjay Jain, Institute of Management, Nirma University, Himalaya Publishing House, Mumbai, 2013. P. 332-341.
8. What is the «twin transition» – and why is it key to sustainable growth? World Economic Forum. October 26, 2022. URL: <https://www.weforum.org/agenda/2022/10/twin-transition-playbook-3-phases-to-accelerate-sustainable-digitalization/> (дата звернення 08.05.2024 р.).
9. Schwab K. The Fourth Industrial Revolution. World Economic Forum, 2016.
10. Цифровая трансформация отраслей: стартовые условия и приоритеты : докл. к XXII Апр. междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества, 13-30 апр. 2021 г. / Г. И. Абдрахманова, К. Б. Быховский, Н. Н. Веселитская и др. 2021. 239 с. URL: <https://conf.hse.ru/mirror/pubs/share/463148459.pdf> (дата звернення 08.05.2024 р.).

**References**

1. Lukianenko, D. H., & Poruchnyk, A. M., & Stoliarchuk, Ya. M. [& others] (2010) Antytsyklichne rehuliuвання rynkovoї ekonomiky: hlobalizatsiina perspektyva : monohrafiia [Anticyclical regulation of the market economy: globalization perspective : monograph]. Kyiv: KNEU.
2. Mochernyi, S. V. (2006) Ekonomichni entsyklopedychnyi slovnyk [Economic encyclopedic dictionary] : u 2 t. T. 2. Lviv: Svit.
3. Shishkin, M. I., & Safonov, Ye. V. (2013) Vliyanie promishlennoi revolyutsii XIX v. na razvitie yevropeiskikh gorodov i ikh generalnie plani (na primere Parizha) [The influence of the industrial revolution of the 19th century on the development of European cities and their general plans (Paris for example)]. Problemi teorii i istorii arkhitekturi Ukraini, V. 13.
4. Globales Marktvolumen energieeffizienter Gebäude im Jahr 2020 sowie eine Prognose für das Jahr 2030 (in Milliarden Euro). Statista. The Statistic Portal. URL: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/243853/umfrage/prognose-zum-marktvolumen-von-energieeffizienten-gebaeuden-in-deutschland/>
5. Nikolenko, H. S. (2018) Zelena enerhetyka na osnovi horizontalnykh zviazkiv – model vidkrytoho suspilstva [Green energy based on horizontal connections as a model of an open society]. Filosofiia, V. 39 (52).
6. Rifkin, J. (2011) The Third Industrial revolution. London: Palgrave Macmillan.
7. Patel, C., & Chugan, P. K. (2013) Measuring awareness and preferences of real estate developers for green buildings over conventional buildings: consumer behaviour and emerging practices in marketing / eds. Jayesh Aagja, Ashiwini K. Awasthi and Sanjay Jain, Institute of Management, Nirma University. Mumbai: Himalaya Publishing House.
8. Santos, M., & Brink, R. (2022) What is the «twin transition» – and why is it key to sustainable growth? World Economic Forum. URL: <https://www.weforum.org/agenda/2022/10/twin-transition-playbook-3-phases-to-accelerate-sustainable-digitalization/>
9. Schwab, K. (2016) The Fourth Industrial Revolution. World Economic Forum.
10. Abdrakhmanova, G. I., & Bikhovskii, K. B., & Veselitskaya, N. N. [& others]. (2021) Tsifrovaya transformatsiya otraslei: startovie usloviya i prioritety [Digital transformation of industries: starting conditions and priorities] : dokl. k XXII Apr. mezhdunar. nauch. konf. po problemam razvitiya ekonomiki i obshchestva, 13-30 apr. 2021. URL: <https://conf.hse.ru/mirror/pubs/share/463148459.pdf>