

ТЕОРИЯ ТОНКИХ УПРУГИХ ОБОЛОЧЕК THEORY OF THIN ELASTIC SHELLS

DOI 10.22363/1815-5235-2022-18-3-255-268
УДК 624:72:725:725.4

НАУЧНЫЙ ОБЗОР / REVIEW

К вопросу об основных архитектурных стилях, направлениях и стилевых течениях для оболочек и оболочечных структур

С.Н. Кривошапко

Российский университет дружбы народов, Москва, Российская Федерация

✉ sn_krivoshapko@mail.ru

История статьи

Поступила в редакцию: 14 марта 2022 г.

Доработана: 22 мая 2022 г.

Принята к публикации: 2 июня 2022 г.

Аннотация. В настоящее время отсутствуют исследования по классификации архитектурных стилей для оболочек и оболочечных структур. Имеется только одна работа, где перечисляются архитектурные стили с указанием дат их возникновения и затухания использования, а также имен основателей. Сейчас увеличивается интерес к проектированию, расчету и строительству тонкостенных оболочек и оболочечных структур. В мире нет стран, где в XXI в. не было построено ни одной оболочечной структуры. В связи с этим требуется уточнить классификацию этих сооружений и распределение их по группам. Цель работы – сбор информации обо всех известных архитектурных стилях применительно к оболочкам и оболочечным структурам и группировка их по характерным чертам и признакам. Все архитектурные стили распределены по пяти группам: авангард, ар-деко, модернизм, эоархитектура и новейшие стили. Приведена схема, показывающая распределение архитектурных стилей по этим группам применительно к рассматриваемым сооружениям. Выявлено взаимовлияние стилей и показано наличие у некоторых из них архитектурных направлений и стилевых течений. Представленные выводы могут потребовать дальнейших уточнений и развития, так как среди специалистов нет единого взгляда на перечень архитектурных стилей и их классификации.

Ключевые слова: архитектурный стиль, оболочка, ар-деко, модернизм, эоархитектура

Для цитирования

Кривошапко С.Н. К вопросу об основных архитектурных стилях, направлениях и стилевых течениях для оболочек и оболочечных структур // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2022. Т. 18. № 3. С. 255–268. <http://doi.org/10.22363/1815-5235-2022-18-3-255-268>

On the basic architectural styles, directions, and style flows for shells and shell structures

Sergey N. Krivoshapko

Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow, Russian Federation

✉ sn_krivoshapko@mail.ru

Article history

Received: March 14, 2022

Revised: May 22, 2022

Accepted: June 2, 2022

Abstract. It was ascertained that investigations on classification of architectural styles for shells and shell structures are absent. Only one published paper is available where architectural styles with indication of dates of appearance of the styles and dates of attenuation of their application are presented and the names

Кривошапко Сергей Николаевич, доктор технических наук, профессор департамента строительства, Инженерная академия, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; Scopus Author ID: 6507572305, ORCID: 0000-0002-9385-3699, eLIBRARY SPIN-код: 2021-6966; sn_krivoshapko@mail.ru

Sergey N. Krivoshapko, DSc, Professor of the Department of Civil Engineering, Academy of Engineering, Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), 6 Miklukho-Maklaya St, Moscow, 117198, Russian Federation; Scopus Author ID: 6507572305, ORCID: 0000-0002-9385-3699, eLIBRARY SPIN-code: 2021-6966; sn_krivoshapko@mail.ru

© Кривошапко С.Н., 2022

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>



For citation

Krivoshapko S.N. On the basic architectural styles, directions, and style flows for shells and shell structures. *Structural Mechanics of Engineering Constructions and Buildings*. 2022;18(3):255–268. (In Russ.) <http://doi.org/10.22363/1815-5235-2022-18-3-255-268>

of their founders are given. Now, the interest for the design, analysis, and building of thin-walled shells and shell structures is rising. There are no countries without erected shell structures. Hence, it is necessary to make more exact the classification of these erections and the distribution of them into groups. An aim of this work is collection of information about all known architectural styles as applied to shells and shell structures, and grouping of them due to characteristic traits and indications. All architectural styles were divided into five groups, i.e. avant-gardism, art deco style, modernism, ecotech style, and the newest styles. A special scheme, where distribution of architectural styles on these groups is applied to the examined structures, is given. Mutual influence of styles was revealed and presence of architectural directions and style flows in several styles was shown. The conclusions presented in this paper can demand the future accurate definitions and developments because specialists do not have common views to the list of architectural styles and to their classifications.

Keywords: architectural style, shell, art deco, modernism, ecotech style, shell architecture

Введение

Разнообразие архитектурных стилей столь велико, что часто специалистам сложно четко их классифицировать, тем более что в среде искусствоведов Запада и России нет единого взгляда на многие вещи. Свою лепту в путаницу архитектурных стилей вносит перевод терминов. Это же можно сказать и об определении понятия «архитектурный стиль». В «Википедии» дается следующее определение: «*Архитектурный стиль* – целостная совокупность характерных черт и признаков произведения архитектуры определенного времени и места. Стиль контаминирует характерные черты, проявляющиеся в особенностях творческого метода архитектора, способах формообразования, приемах композиции, функциональной, конструктивной и художественной сторон. <...> В истории искусства архитектурные стили зарождались и развивались не только последовательно, один за другим, но и почти параллельно, взаимодействуя между собой. Известно одновременное сосуществование стилей в качестве альтернативы друг другу»¹. Известно и другое определение: «*Архитектурный стиль* – это совокупность деталей и особенностей сооружения, которые указывают на время его постройки, назначение, историческую ценность, регион, а иногда даже и на автора»².

Каждый исследователь архитектурных стилей составляет собственный перечень стилей: кто-то перечисляет стили по алфавиту, кто-то распределяет их по странам, по хронологической последовательности, другие группируют их по признакам и т. д. У многих исследователей архитектуры оболочек не совпадают даты формирования архитектурных стилей. Иногда разница составляет десятки лет. Часто допускается путаница в причислении сооружения к тому или иному стилю. Например, параметрическую архитектуру путают с органической, а эволюционную смешивают с генеративной. Нет исследований по классификации архитектурных стилей для оболочек и оболочечных структур. Имеется только работа [1], где перечисляются основные архитектурные стили для оболочек с указанием дат возникновения и затухания их использования и имен основателей.

Цель работы

И. Печенкин и В. Давыдов предлагают разделить архитектурные стили на 19 групп³. Воспользовавшись предложенной методикой и несколько изменив перечень групп и их содержание, оставим в перечне только пять групп: «Авангард», «Ар-деко», «Модернизм», «Экоархитектура» и «Новейшие стили». Эти группы содержат почти все известные архитектурные стили и направления, использовавшиеся при проектировании тонких оболочек и оболочечных структур. Все стили, распределенные по группам, схематически показаны на рис. 1. Цели работы – сбор информации обо всех известных архитектурных стилях применительно к оболочкам и оболочечным структурам и группировка их по характерным чертам и признакам.

¹ Архитектурный стиль // Википедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Архитектурный_стиль (дата обращения: 22.09.2022).

² Фастовская Д. От античности до модернизма: 8 основных стилей в архитектуре // РБК. 2021, 31 июля. URL: <https://realty.rbc.ru/news/60faf77e9a7947e3aa2fdc39> (дата обращения: 17.02.2022).

³ Печенкин И., Давыдов В. Определитель архитектурных стилей // Arzamas. 2017, 14 августа. URL: <https://arzamas.academy/mag/446-arch> (дата обращения: 13.03.2022).

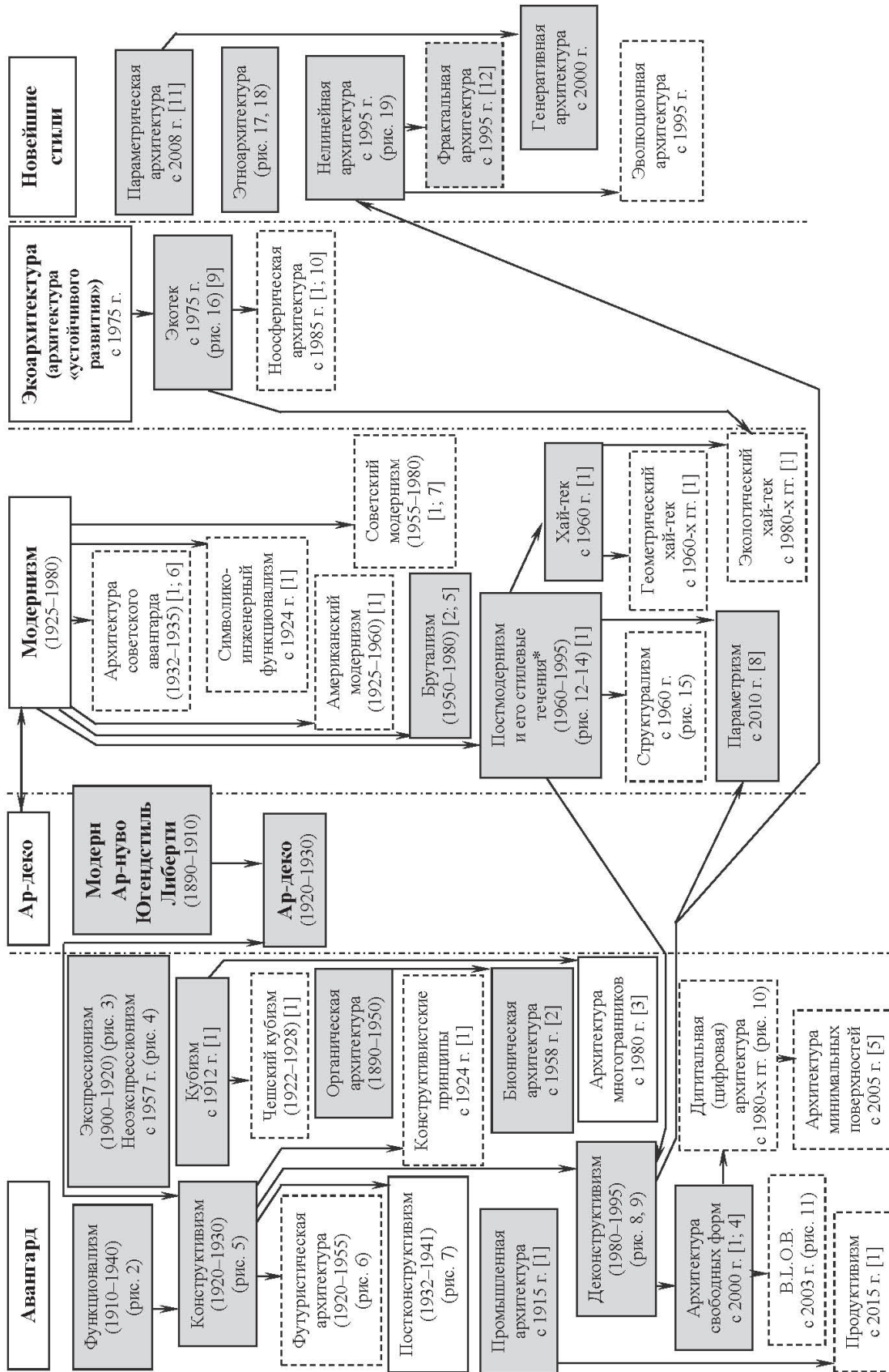


Рис. 1. Архитектурные стили (затемнено) и направления (пунктирная рамка) для оболочек и оболочечных структур

* См.: Воличенко О.В. Концептуально-прототипное моделирование архитектурных объектов: учебно-методическое пособие. Бишкек: КРСУ, 2017. 142 с.

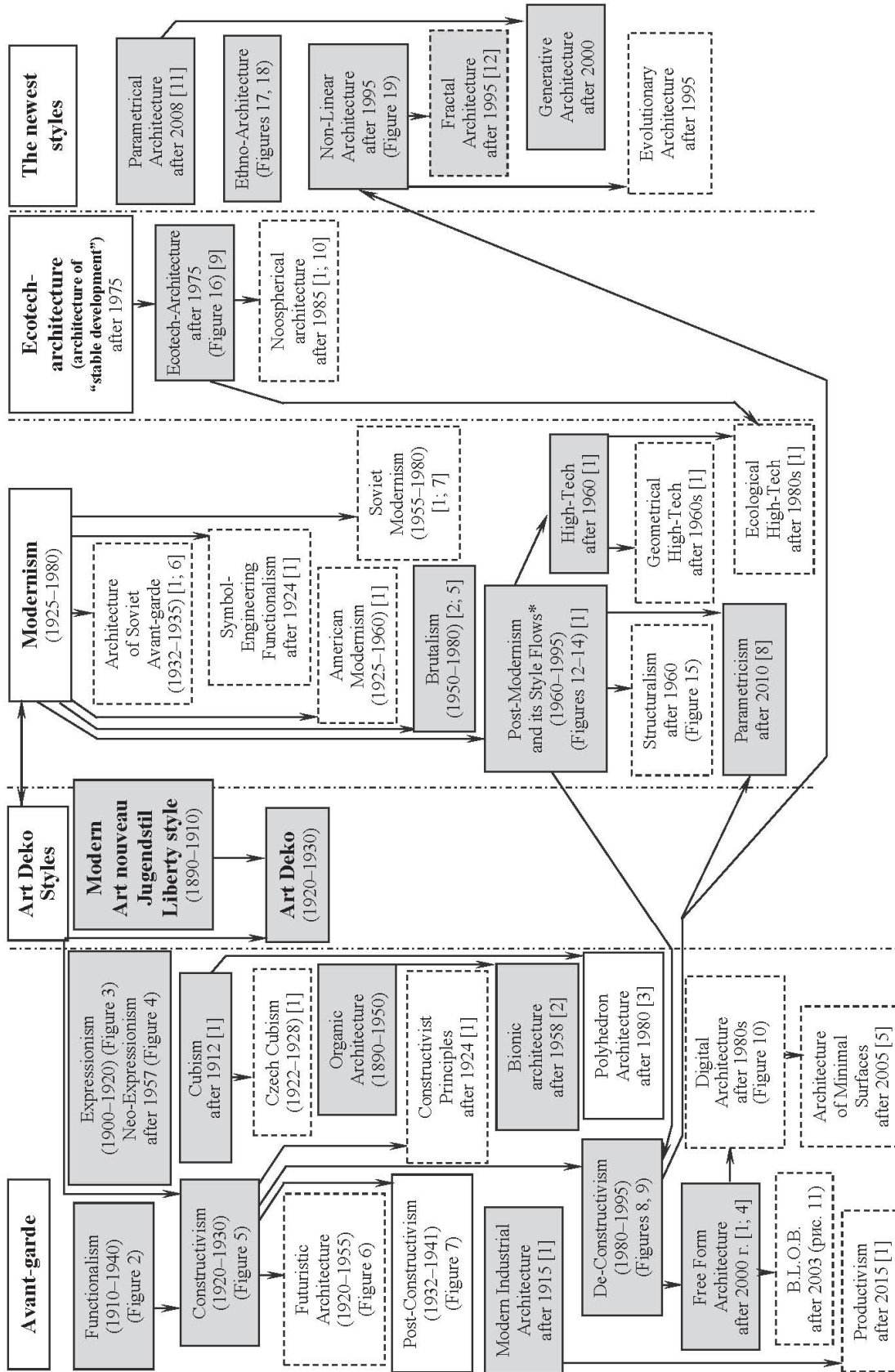


Figure 1. Architectural styles (darkening) and directions (dotted lines) for shells and shell structures
 * See: Volichenko, O.V. (2017). *Concept-and-prototype modelling of architectural objects*. Bishkek: KRSU Publ. (In Russ.)

Архитектурная группа «Авангард»

Основой идеологии *функционализма* в архитектуре стало создание самыми современными способами и конструкциями таких форм, которые обеспечивали бы наилучшее функционирование объекта, все излишнее отбрасывалось (рис. 2). Архитектура приравнивалась к промышленному дизайну. Стиль получил наибольшее распространение во Франции, Германии, Северной и Восточной Европе.

Главное отличие *экспрессионизма* от других авангардных учений – отказ от традиций и условностей с целью достичь максимальной эмоциональности, силы воздействия на человека. Формообразование заключалась в намеренном искажении традиционных форм с целью вызвать сильный эмоциональный отклик. Особенности: силуэты, вызывающие в воображении очертания утесов, сталактитов, гротов, заостренность, скульптурность, гротескность, деформация привычных геометрических форм (рис. 3). Ареал распространения стиля – Германия и соседние с ней страны.

Неоэкспрессионизм представляет собой направление в современной архитектуре, которое возникло в начале 1950-х гг. в противовес главенствующим архитектурным стилям – функционализму и органической архитектуре. Замыслы Ле Корбюзье изменили экспрессионизм и придали ему новое дыхание (рис. 4). Стиль распространен по всему миру.



Рис. 2. Здание Центросоюза, 1928–1936, Москва, Россия, арх. Ле Корбюзье (*функционализм*) (URL: http://corbusier.totalarch.com/files/lc20/084_02.jpg (дата обращения: 30.01.2021))

Figure 2. Tzentrosoyuz Building, 1928–1936, Moscow, Russia, arch. Le Corbusier (*functionalism*) (Available from: http://corbusier.totalarch.com/files/lc20/084_02.jpg (accessed: 30.01.2021))



Рис. 3. Стекланный павильон, 1914, Кельн, Германия, арх. Bruno Taut (*экспрессионизм*) (URL: <https://aperturesinthewall.org/destruction-of-windows/> (дата обращения: 30.02.2022))

Figure 3. The Glass Pavilion, 1914, Cologne, Germany, arch. Bruno Taut (*expressionism*) (Available from: <https://aperturesinthewall.org/destruction-of-windows/> (accessed: 30.02.2022))



Рис. 4. Нотр-Дам дю О, 1953, Роншан, Франция, арх. Ле Корбюзье (*неоэкспрессионизм*) (URL: <https://i.pinimg.com/originals/c6/e1/97/c6e197529ce39b1d13f5edbffe23d132.jpg> (дата обращения: 30.01.2022))

Figure 5. Notre Dame du Haut, 1953, Ronchamp, France, arch. Le Corbusier (*neo-expressionism*) (Available from: <https://i.pinimg.com/originals/c6/e1/97/c6e197529ce39b1d13f5edbffe23d132.jpg> (accessed: 30.01.2022))



Рис. 5. Жилой дом К.С. Мельникова, 1927–1929, Москва, Россия (*конструктивизм*) (фото И.А. Мамиевой)

Figure 5. Melnikov's Dwelling House, 1927–1929, Moscow, Russia (*constructivism*) (photo by Iraida A. Mamieva)

Конструктивистская архитектура (конструктивизм) – это авангардный стиль современной архитектуры, процветавший в Советском Союзе в 1920-х – начале 1930-х гг. Конструктивизм – это направление исключительно советской архитектуры (рис. 5). Абстрактное и строгое движение стремилось отразить современное индустриальное общество, отказываясь при этом от декоративной стилизации в пользу промышленной сборки материалов. Конструктивизм в СССР представлял собой функционализм с акцентом на выражение новых качеств новых конструкций, при этом содержание такой архитектуры выражало новаторские, подчас революционно-фантастические идеи нового быта. Сооружения похожи на индустриальные здания.

Органическая архитектура в 1920–1950 гг. была наиболее распространена в США и Финляндии [1].

Футуристическая архитектура появилась в Италии в 1920-х гг. как авангардистский вариант архитектуры. Интерес в мире к этому направлению стал угасать в 1950-е гг., но в СССР он был популярен до 1990-х гг. (рис. 6) [13]. К особенностям этого направления относят длинные или ломаные линии, необычные формы и техногенные мотивы. Использовались новейшие на тот момент конструкционные материалы. Сейчас интерес к направлению постепенно возвращается в виде *неофутуризма*.

Первые постройки в архитектурном стиле *неоконструктивизм* появились в конце 1960-х гг.; в основном это были индивидуальные жилые дома⁴. Крупные оболочечные структуры и большепролетные оболочки в этом стиле не обнаружены.

Постконструктивизм был переходным архитектурным стилем, существовавшим в Советском Союзе в 1930-х гг. Термин был введен историком архитектуры С. Хан-Магомедовым, который определил постконструктивизм как «неоклассические формы без неоклассической детализации» (рис. 7).

Деконструктивизм – самый агрессивный стиль с ломаными формами и конструкциями, сложными для визуального восприятия. У деконструктивистов есть точка опоры – конструктивизм и постмодернизм (рис. 8). Активным поборником идеологии архитектурного деконструктивизма является Ф. Гери (рис. 9)⁵. Стиль распространился по всему миру. Архитектура деконструктивизма предусматривает использование любых стройматериалов [1].



Рис. 6. Кинотеатр «Россия», 1974, Ереван, Армения, арх. А. Тарханиян, С. Хачикян, Г. Погосян (*футуристическая архитектура*) (URL: <http://fototelegraf.ru/wp-content/uploads/2018/10/1331-990x819.jpg> (дата обращения: 30.01.2022))

Figure 6. The film theatre “Russia,” 1974, Yerevan, Armenia, arch. A. Tarkhanyan, S. Khachikyan, G. Pogosyan (*futuristic architecture*) (Available from: <http://fototelegraf.ru/wp-content/uploads/2018/10/1331-990x819.jpg> (accessed: 30.01.2022))

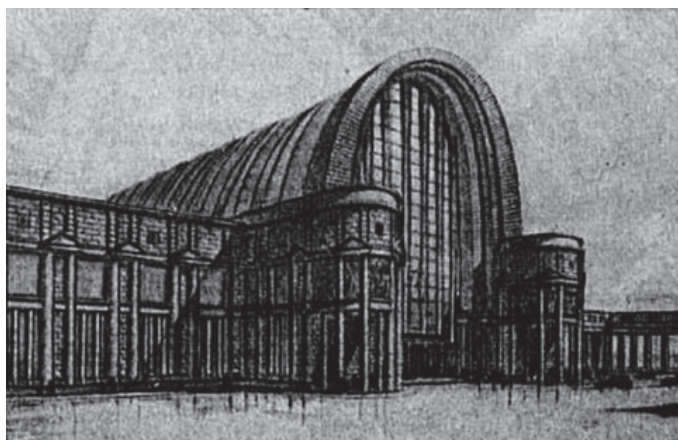


Рис. 7. Нереализованный проект Курского вокзала, 1933, Москва, Россия, арх. И. Фомин и Г. Волошинов (*постконструктивизм*) (URL: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Yaweyn_kursky_fomin.jpg (дата обращения: 30.01.2022))

Figure 7. Nonrealized project of Kursk Railway Station, 1933, Moscow, Russia, arch. I. Fomin and G. Voloshinov (*post-constructivism*) (Available from: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Yaweyn_kursky_fomin.jpg (accessed: 30.01.2022))

⁴ Волков А.М. Неоконструктивизм // Корпус. Вып. 2. URL: <https://cih.ru/k2/neocon2.html> (дата обращения: 16.02.2022).

⁵ Стиль деконструктивизм в архитектуре центра искусств Луи Вьетон от Фрэнка Гери // Дизайн Эстет. 2018, 19 февраля. URL: <http://design-estet.com/stil-dekonstruktivizm-v-arhitecture-frenka-geri/> (дата обращения: 17.02.2022).



Рис. 8. Концертный зал Уолта Диснея, 2003, Лос-Анджелес, США, арх. Ф. Гери (*деконструктивизм*) (URL: <https://ka-ap.ru/wp-content/uploads/4/d/e/4deefaafaf7fe65a26f58d70db1d5783.jpeg> (дата обращения: 30.01.2022))

Figure 8. Walt Disney Concert Hall, 2003, Los Angeles, USA, arch. F. Gehry (*de-constructivism*) (Available from: <https://ka-ap.ru/wp-content/uploads/4/d/e/4deefaafaf7fe65a26f58d70db1d5783.jpeg> (accessed: 30.01.2022))



Рис. 9. Центр искусства Луи Виттон, 2018, Париж, Франция, арх. Ф. Гери (*деконструктивизм*) (URL: <https://ru.pinterest.com/pin/296393219232110298/> (дата обращения: 30.01.2022))

Figure 9. Louis Vuitton's Centre of Arts, 2018, Paris, France, arch. F. Gehry (*de-constructivism*) (Available from: <https://ru.pinterest.com/pin/296393219232110298/> (accessed: 30.01.2022))



Рис. 10. Скульптура над олимпийским павильоном, 1992, Барселона, Испания, арх. Ф. Гери (*дигитальная архитектура*) (URL: <https://losko.ru/wp-content/uploads/2017/07/FullSizeRender-5-5.jpg> (дата обращения: 30.01.2022))

Figure 10. The sculpture over Olympic Pavilion, 1992, Barcelona, Spain, arch. Fr. Gehry (*digital architecture*) (Available from: <https://losko.ru/wp-content/uploads/2017/07/FullSizeRender-5-5.jpg> (accessed: 30.01.2022))



Рис. 11. Библиотека филологии свободного Берлинского университета, 2005, Германия, арх. Н. Фостер (*BLOB архитектура*) (URL: novate.ru (дата обращения: 30.02.2022))

Figure 11. Philological library of Free Berlin University, 2005, Germany, arch. N. Foster (*BLOB architecture*) (Available from: novate.ru (accessed: 30.02.2022))

Основные исторические сведения о возникновении *дигитальной архитектуры* приведены в работе С. Mollie⁶, где, в частности, говорится, что американский архитектор П. Эйзенман⁷ был важной фигурой на ранних этапах появления цифровых технологий в архитектурном проектировании. Он с 1987 г. начал использовать компьютер в проектировании. В 1993 г. Г. Линн применил компьютер для формообразования объектов. Американский архитектор Ф. Гери оказал огромное влияние на развитие цифровой архитектуры, которую он активно внедрял (рис. 10).

Термин «*архитектура blob*» был известен уже в середине 1990-х гг., слово *blobitecture* впервые появилось в печати в 2002 г. [14]. Термин «архитектура blob» был придуман архитектором Г. Линном в

⁶ Mollie C. The digital in architecture: then, now and in future // Space10. URL: <https://space10.com/project/digital-in-architecture/> (accessed: 21.02.2022).

⁷ The foundations of digital architecture: Peter Eisenman // CCAchannel. YouTube. 2013, 21 May. URL: s10.io/eisenmanfdtns (accessed: 03.03.2022).

1995 г. в его экспериментах по цифровому дизайну. Название стиля, с одной стороны, переводится как *binary large object*, а с другой – в переводе обозначает каплю или кляксу. Конструкции зданий в стиле *блоб* имеют особые текучие, плавущие формы (рис. 11).

Архитектурная группа «Ар-деко»

На рубеже XIX–XX вв. стиль *модерн* буквально захватил весь европейский континент, в Германии и Австрии он известен как югендстиль, в Бельгии и Франции – ар-нуво, в Италии – стиль либерти или *stile floreale* (цветочный стиль). Природа становится основным источником вдохновения для движения, которое стремилось к полному единству структуры и декора. Модерн характеризуется извилистыми линиями и органическими объемами, часто встречаются флоральные и анималистические мотивы. Однако в период расцвета модерна железобетон еще не получил широкого распространения [15], поэтому тогда время для строительства большепролетных оболочек еще не пришло. Встречаются только цилиндрические оболочки с вертикальной осью.

Архитектурный стиль *ар-деко* (декоративное искусство) возник на пересечении неоклассицизма и модерна с его любовью к орнаменту и заинтересованностью в технике и ее возможностях. По сути, ар-деко – это вариант модернизма, чуждый идеям экономии и отказа от декоративности. Ар-деко как направление не был абсолютно новым, он перенял многое от популярного ранее стиля ар-нуво (модерн), став его продолжением и развитием. Также заметно влияние на ар-деко кубизма и конструктивизма. Оболочек и оболочечных структур, выполненных в этом стиле, не обнаружено. Только отдельные элементы зданий можно отнести к данному стилю, например пирамидальную крышу *Marine Building* (Ванкувер) 1929–1930 гг. Некоторые архитекторы называют ар-деко стилевым течением, другие – полноценным архитектурным стилем.

Архитектурная группа «Модернизм»

Эта группа включает в себя много архитектурных направлений, стилевых течений и несколько архитектурных стилей (рис. 1).

Модернизм – архитектурные стили, основанные на инновационных технологиях строительства, в частности использовании стекла, стали и железобетона. Основными критериями в архитектуре стали функциональность, минимализм, отказ от орнамента. Стиль возник в первой половине XX в. и стал доминирующим после Великой Отечественной войны, вплоть до конца 1980-х гг. Эта архитектурная группа включает в себя большое число архитектурных стилей, направлений и стилевых течений [16].

«Разгул творческой фантазии в *постмодернизме* превзошел все предыдущие этапы зодчества вместе взятые, порою доходило до того, что каждый архитектор представлял как минимум одну, а иногда даже несколько концепций. Все это с научной точки зрения затрудняет классификацию архитектурных концепций по каким-либо критериям»⁸. Применительно к оболочечным структурам выдвигались следующие стилевые течения: *советский деконструктивизм*, *поп-архитектура* (рис. 12), *новый модернизм*, *новый авангардизм* (пирамида Лувра, Париж, арх. Ио М. Пей, 1989 г.), *техноэкспрессионизм*, *авторская архитектура* («Дворец пузырей», Канны, арх. А. Ловзг, 1989 г.), *тотальный дизайн* (музей вулканологии, Оуре-нес-Рохес, Франция, арх. Х. Холляйн, 1999 г.), *нарочитый символизм* (рис. 13), *зеркальная архитектура* (рис. 14). Почти все указанные стилевые течения не имели широкого распространения, скорее они были единичными, и почти ни одно из этих течений не получило в дальнейшем полноценного выражения⁸.

Структурализм, или *структурный экспрессионизм*, возник сразу после начала эпохи постмодернизма. Это одно из направлений в модернистской архитектуре. Его основные характеристики: возврат к романтизму, экспрессии и национальной специфике, чистота линий, отсылка к формам, свойственным живой природе, высокая функциональность (рис. 15). Структурализм стремился к эстетике конструктивной формы, к гармонии внешнего облика с его функциональной структурой. Материалы – бетонные панели, металлические секции, стальные тросы. Его положение было подорвано растущей популярностью постмодернистской архитектуры

Параметризм, или *алгоритмическая архитектура*, является новым архитектурным стилем постиндустриального общества, стилем цифровой эпохи. Особенности этого архитектурного направления –

⁸ *Воличенко О.В.* Концептуально-прототипное моделирование архитектурных объектов: учебно-методическое пособие. Бишкек: КРСУ, 2017. 142 с.

необычные формы, противостоящие геометрическим фигурам, плавные, перетекающие друг в друга поверхности и отказ от деления на функциональные зоны. В [8] анализируются основные закономерности, характеризующие это авангардное направление. Основатель стиля П. Шумахер представил его как новый глобальный стиль архитектуры [17]. Здесь архитектурная форма моделируется на основе ее математического представления с привлечением ЭВМ. Изменение постоянных параметров в математических выражениях влияет на геометрию формы.



Рис. 12. Бар Asahi, 1989, Токио, Япония, арх. Ф. Старк (постмодернизм, стилевое течение «поп-архитектура») (URL: inside-lighting.ru (дата обращения: 30.01.2022))
Figure 12. Asahi Beer Hall, 1989, Tokyo, Japan, arch. F. Stark (post-modernism, style flow “pop-architecture”) (Available from: inside-lighting.ru (accessed: 30.01.2022))



Рис. 13. Дом-ракушка, пос. Таватуй, Свердловская область, Россия (нарочитый символизм, или архитектурная метафора) (фото из пособия О.В. Воличенко⁹)
Figure 13. A Shell Dwelling House in Tavatu, Sverdlovskaya Oblast, Russia (architectural metaphor) (photo from O.V. Volichenko’s manual¹⁰)



Рис. 14. Хаас-Хаус, 1991, Вена, Австрия, арх. Х. Холляйн (постмодернизм, зеркальная архитектура) (фото И.А. Мамиевой)
Figure 14. Haas House, 1991, Vienna, Austria, arch. H. Hollein (post-modernism) (photo by Iraida A. Mamieva)



Рис. 15. Универсальный спортивный зал «Дружба» в Лужниках, 1980, Москва, Россия, арх. Ю. Большаков, Д. Тарасевич, В. Понтрягин, Д. Солопов, В. Максименко, И. Рожин (структурализм) (URL: <https://pastvu.com/p/37390> (дата обращения: 30.01.2022))
Figure 15. Universal Sport Hall “Druzhba,” Luzhniki, 1980, Moscow, Russia, arch. Y. Bolshakov, D. Tarasevich, V. Pontryagin, D. Solopov, V. Maksimenko, I. Rozhin (structuralism) (Available from: <https://pastvu.com/p/37390> (accessed: 30.01.2022))

Архитектурная группа «Экоархитектура»

Архитекторы Н. Фостер, Т. Ито, Р. Пьяно, Ж. Нувель, К. Еанг и другие создали архитектурные сооружения, в основу которых были положены принципы «нулевого энергопотребления», переработки отходов, сбора дождевой воды, использования солнечной, ветровой и других видов энергии, наиболее ра-

⁹ Воличенко О.В. Концептуально-прототипное моделирование архитектурных объектов: учебно-методическое пособие. Бишкек: КРСУ, 2017. 142 с.

¹⁰ Volichenko O.V. *Concept-and-prototype modelling of architectural objects*. Bishkek: KRSU Publ.; 2017. (In Russ.)

ционального использования материалов и пространства, а также применения естественной инсоляции и вентиляции внутреннего пространства. Эти сооружения вошли в архитектурную группу «*Экоархитектура*», или «*Архитектура устойчивого развития*». Экоархитектура создает территории с безопасной и сбалансированной средой. Она направлена на минимизацию негативного экологического воздействия зданий. Являясь на сегодняшний день самой модной тенденцией в архитектуре, экостроительство особенно популярно в развитых странах. В Великобритании и США возводятся целые города с внедрением новейших разработок (рис. 16).



Рис. 16. Швейцарские домики (экоархитектура)¹¹
Figure 16. Swiss small dwelling house (ecotech architecture)¹²

Архитектурный стиль *экотек* (ecotech) имеет огромное количество подвидов и подстилей [9]. Основополагающим принципом экотека является использование только натуральных материалов. Эксперты называют *зеленую архитектуру* одним из самых модных течений современного градостроения. Она является подвидом экотека. Однако атрибуты зеленой архитектуры практически всегда являются декоративным оформлением сооружения и не влияют на его конструкцию, поэтому она не отображена на рис. 1.

Архитектурная группа «Новейшие стили»

Параметризм П. Шумахера [17] основан на описании способа работы архитектора, а *параметрическая архитектура* больше внимания уделяет оформлению проектной деятельности архитектора и инженеров при активном использовании компьютерных технологий. Многие считают, что параметризм и параметрическая архитектура – это один архитектурный стиль. Много примеров сооружений, выполненных в стиле параметрической архитектуры, приведено в [11].

Этноархитектура – стиль с ярко выраженным национальным мотивом. Сколько культур существует на планете, столько вариаций и имеет стиль этно (рис. 17, 18). В научно-познавательной литературе, применительно к оболочечным сооружениям, описаны японский, восточный, вьетнамский, китай-

¹¹ Савицкая Я. Экологическая архитектура: 5 поразительных экопроектов, которые подружились с самой природой // *Happy Modern*. 2018, 18 июня. URL: <https://happymodern.ru/ekologichesayaj-arxitektura-foto/> (дата обращения: 17.02.2022).

¹² Savitskaya Ya. Ecological architecture: 5 amazing eco-projects that have made friends with nature itself. *Happy Modern*. 18 June 2018. Available from: <https://happymodern.ru/ekologichesayaj-arxitektura-foto/> (accessed: 17.02.2022).

ский, африканский, казахстанский и многие другие этноархитектурные стили. Сооружения, выполненные в этом стиле, различаются как по форме, так и по материалам. В связи с этим появилось множество стилевых течений, например *глинобитная архитектура*, *бамбуковая архитектура*, *этнический экостиль* – *экстерьер* и др.



Рис. 17. Китайский павильон, Потсдам, Германия, арх. И.Г. Бюринг (*этно*) [18]
Figure 17. Chinese pavilion, Potsdam, Germany, arch. J.G. Büring (*ethno-architecture*) [18]



Рис. 18. Этностиль в Замбии (*этно*)
(URL: idel.club (дата обращения: 12.03.2022))
Figure 18. Ethno-style in Zambia (*ethno-architecture*)
(Available from: idel.club (accessed: 12.03.2022))



Рис. 19. Вокзал, 1998, Лиссабон, Португалия, арх. С. Калатрава (*фрактальная архитектура*) (фото Н.С. Кривошапко)
Figure 19. The railway station, 1998, Lisbon, Portugal, arch. S. Calatrava (*fractal architecture*) (photo by Nataliya S. Krivoshapko)



Рис. 20. Музей С. Дали, 2010, Флорида, США, бюро НОК (*нелинейная архитектура*)
(URL: [http://www.arhinovosti .ru/2010/07/24/treti-jj-domsalvadora-dali-gotovitsya-k-otkryti-yu-sankt-peterburg-florida-amerika/414-2-2/](http://www.arhinovosti.ru/2010/07/24/treti-jj-domsalvadora-dali-gotovitsya-k-otkryti-yu-sankt-peterburg-florida-amerika/414-2-2/) (дата обращения: 30.01.2022))
Figure 20. The Salvador Dali Museum, 2010, Florida, USA, НОК bureau (*non-linear architecture*)
(Available from: [http://www.arhinovosti .ru/2010/07/24/treti-jj-domsalvadora-dali-gotovitsya-k-otkryti-yu-sankt-peterburg-florida-amerika/414-2-2/](http://www.arhinovosti.ru/2010/07/24/treti-jj-domsalvadora-dali-gotovitsya-k-otkryti-yu-sankt-peterburg-florida-amerika/414-2-2/) (accessed: 30.01.2022))

Авангард новейшей архитектуры не един, он включает в себя три мейнстрима: нелинейную, дигитальную и фрактальную архитектуру (рис. 19). *Нелинейная архитектура* состоит из трех относительно самостоятельных творческих концепций (течений): гиперсупрематизм, неосупрематизм, сюрреалистическая архитектура-скульптура (рис. 20) [19]. К настоящему времени заметных успехов в нелинейной архитектуре – сюрреалистической архитектуре-скульптуре добились такие архитекторы, как Ф. Гери, Дж. Майер, Х. Рашид, Х. Сеносьяйн, Р. Брунос и др. Особенно популярен этот стиль у молодых архитекторов [20].

Генеративная архитектура – это результат определенных алгоритмов, основанных на ранее полученных данных, и системы принятия решений, созданной архитектором. В этой системе существует три категории данных: исходные данные (идея); алгоритм проектирования (привила, алгоритмы и исходный

код); результирующие данные [21]. Примеры оболочек в стиле генеративной архитектуры приведены в [22]. Подходы к проектированию в параметрической и генеративной архитектуре близки, но вторая ближе к искусственному интеллекту.

Эволюционная архитектура является стилевым течением нелинейной архитектуры [23]. В качестве инструментов создания архитектурного дизайна используются законы эволюции и морфогенеза.

Результаты

Согласимся с О.В. Воличенко [19], которая отмечает, что «сегодня мы не можем четко обозначить новизну всех архитектурных направлений авангарда, слишком динамична и разнообразна архитектура „поверхности“, которая стала ведущим формообразующим компонентом новой архитектуры, но говорить о том, что она стала классическим принципом, еще рано».

Представленная статья дополняет ранее опубликованную работу [1], но не является ее повторением с добавлением новых сведений по классификации архитектурных стилей и направлений для оболочечных сооружений. В ней содержатся только новые результаты. При необходимости даются ссылки на данные, содержащиеся в [1], и на работы других авторов.

Изучив все доступные материалы, заключаем, что в XXI в. возрос значительный интерес к строительству и проектированию тонких большепролетных оболочек и оболочечных структур. В мире нет страны, где бы не было возведено хотя бы несколько оболочек после 2000 г., которые стали символами города или страны [24].

Установлено, что нет исследований по классификации архитектурных стилей, направлений и стилевых течений для оболочек и оболочечных структур. Ранее под руководством автора было проведено исследование, результаты которого опубликованы в журнале РААСН, где перечисляются архитектурные стили с указанием дат их возникновения и затухания использования, а также имен основателей [1].

Заключение

Проведенные исследования показали, что интерес к проектированию, расчету и строительству тонкостенных оболочек и оболочечных структур увеличивается. В мире нет стран, где бы в XXI в. не было построено ни одной оболочечной структуры. Но архитекторам и инженерам-строителям часто мешала путаница в причислении сооружения к тому или иному стилю, в определении понятий архитектурных стилей, направлений и стилевых течений для оболочек и оболочечных структур. Учитывая потребности науки, архитектуры и народного хозяйства, необходимы дальнейшие исследования в области теории и практики архитектуры, формообразования и расчета на прочность оболочек и оболочечных структур. Решению части этих задач способствуют приведенные материалы. Основные результаты отображены на рис. 1, который представлен впервые. Работа вносит позитивный вклад в решение указанных задач по классификации стилей и может быть полезна в учебных целях. Разъяснению некоторых положений статьи помогут труды из списка литературы и постраничных сносок.

Список литературы

1. *Кривошапко С.Н., Алборова Л.А., Мамиева И.А.* Оболочечные структуры: генезис, материалы и подвиды. Ч. 1. Подвиды и направления // *Academia. Архитектура и строительство*. 2021. № 3. С. 125–134. <https://doi.org/10.22337/2077-9038-2021-3-125-134>
2. *Кривошапко С.Н., Галишиникова В.В.* Архитектурно-строительные конструкции. М.: Юрайт, 2019. 476 с.
3. *Кривошапко С.Н.* Многогранники и квазимногогранники в архитектуре гражданских и промышленных сооружений // *Строительство и реконструкция*. 2020. № 4 (90). С. 48–64. <https://doi.org/10.33979/2073-7416-2020-90-4-48-64>
4. *Кривошапко С.Н.* Оболочки и стержневые структуры в форме аналитически задаваемых поверхностей в современной архитектуре // *Строительство и реконструкция*. 2020. № 3. С. 20–30. <https://doi.org/10.33979/2073-7416-2020-89-3-20-30>
5. *Алборова Л.А.* Минимальные поверхности в строительстве и архитектуре // *Биосферная совместимость: человек, регион, технологии*. 2021. № 1. С. 3–11. <https://doi.org/10.21869/2311-1518-2021-33-1-3-11>

6. Ермоленко Е.В. Формы и построения в архитектуре советского авангарда и их интерпретация в современной зарубежной практике // Academia. Архитектура и строительство. 2020. № 1. С. 39–48. <https://doi.org/10.22337/2077-2020-1-39-48>
7. Вуков О., Губкина И. Soviet Modernism. Brutalism. Post-modernism buildings and structures in Ukraine 1955–1991. Berlin: DOM Publishers, 2019. 250 p.
8. Барчугова Е.В. Параметризм как направление современной проектной деятельности // АМІТ. 2013. № 4 (25). Pp. 1–19.
9. Mozhdemani A.S., Afhami I.R. Using Ecotech architecture as an effective tool for sustainability in construction industry // Engineering, Technology & Applied Science Research. 2017. Vol. 7. No. 5. Pp. 1914–1917.
10. Лыткин К.А. Элементы ноосферной архитектуры // Архитектура и строительство России. 2013. № 1. С. 30–39.
11. Мамиева И.А. Аналитические поверхности для параметрической архитектуры в современных зданиях и сооружениях // Academia. Архитектура и строительство. 2020. № 1. С. 150–165.
12. Заславская А.Ю. Особенности формирования архитектурного объекта на основе фрактальных структур // Градостроительство и архитектура. 2011. Т. 1. № 2. С. 15–17. <https://doi.org/10.17673/vestnik.2011.02.4>
13. Chaubin Fr. Cosmic communist constructions photographed. Taschen, 2017. 448 p.
14. Waters J.K. Blobitecture: waveform architecture and digital design. Rockport Publishers, 2003. 192 p.
15. Krivoshapko S.N., Bock Hyeng C.A., Mamieva I.A. Chronology of erection of the earliest reinforced concrete shells // International Journal of Research and Reviews in Applied Sciences. 2014. Vol. 18. Issue 2. Pp. 95–108.
16. Малинина Т. Модернизм и «модернизмы»: о содержании понятия и расширении его границ к XXI веку в архитектурной критике. Методологические заметки // Архитектура. Теория и практика. 2014. № 3–4. С. 106–125.
17. Schumacher P. Parametricism – a new global style for architecture and urban design // AD Architectural Design – Digital Cities. 2009. Vol. 79. No. 4. Pp. 14–23. <https://doi.org/1002/AD.912>
18. Аткина Л.И., Жукова М.В., Морозов А.М. Основные стили архитектуры. Характерные особенности. Екатеринбург: УГЛТУ, 2015. 37 с.
19. Воличенко О.В. Концепции нелинейной архитектуры // Архитектон: известия вузов. 2013. № 44. С. 21–39.
20. Непорада В.И. Велароидальные оболочки в контексте нелинейной архитектуры // Математические методы в архитектуре и дизайне: материалы межвузовской научной конференции (15 мая 2012 года) / отв. ред. В.Г. Мосин. Самара: СГАСУ, 2013. С. 23–31.
21. Федчун Д.О., Глухой П.Е. Система генеративного проектирования в архитектуре // Архитектура и дизайн: история, теория, инновации. 2016. № 1. С. 285–289.
22. Pakowska M. Parametric, generative, evolutionary, organic and bionic architecture – a new look at an old problem. *Architecture et Artibus*. 2014. No. 1. Pp. 42–45.
23. Волынский В.Э. Эволюция как стратегия проектирования и дизайна в нелинейной архитектуре // Жилищное строительство. 2011. № 10. С. 1–6.
24. Krivoshapko S.N. Shell structures and shells at the beginning of the 21st century // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2021. Т. 17. № 6. С. 553–561. <https://doi.org/10.22363/1815-5235-2021-17-6-553-561>

References

1. Krivoshapko S.N., Alborova L.A., Mamieva I.A. Shell structures: genesis, materials, and subtypes. Part 1. Subtypes and directions. *Academia. Architecture and Construction*. 2021;(3):125–134. (In Russ.) <https://doi.org/10.22337/2077-9038-2021-3-125-134>
2. Krivoshapko S.N., Galishnikova V.V. *Architectural-and-building structures*. Moscow: YuRAIT Publ.; 2019. (In Russ.)
3. Krivoshapko S.N. Polyhedra and quasi-polyhedra in architecture of civil and industrial erection. *Building and Reconstruction*. 2020;(4):48–64. (In Russ.)
4. Krivoshapko S.N. Shells and rod structures in the form of analytically non-given surfaces in modern architecture. *Building and Reconstruction*. 2020;(3):20–30. (In Russ.) <https://doi.org/10.33979/2073-7416-2020-89-3-20-30>

5. Alborova L.A. Minimal surfaces in building and architecture. *Biosphere Compatibility: Human, Region, Technologies*. 2021;(1):3–11. (In Russ.) <https://doi.org/10.21869/2311-1518-2021-33-1-3-11>
6. Ermolenko E.V. Forms and constructions on the architecture of the soviet avant-garde and their interpretation in modern foreign practice. *Academia. Architecture and Construction*. 2020;(1):39–48. <https://doi.org/10.22337/2077-2020-1-39-48>
7. Bykov O., Gubkina I. *Soviet Modernism. Brutalism. Post-modernism buildings and structures in Ukraine 1955–1991*. Berlin: DOM Publishers; 2019.
8. Barchugova E.V. Parametrism as a direction of the modern project activities. *AMIT*. 2013;(4):1–19.
9. Mozhdegani A.S., Afhami I.R. Using Ecotech architecture as an effective tool for sustainability in construction industry. *Engineering, Technology & Applied Science Research*. 2017;7(5):1914–1917.
10. Lytkin K.A. Architectural elements noospheric. *Architecture and Construction of Russia*. 2013;(1):30–39. (In Russ.)
11. Mamieva I.A. Analytical surfaces for parametrical architecture in contemporary buildings and structures. *Academia. Architecture and Construction*. 2020;(1):150–165. (In Russ.)
12. Zaslavskaya A.Y. Features, forming an architectural object, basing on fractal structures. *Urban Construction and Architecture*. 2011;1(2):15–17. <https://doi.org/10.17673/vestnik.2011.02.4>
13. Chaubin Fr. *Cosmic communist constructions photographed*. Taschen; 2017.
14. Waters J.K. *Blobitecture: waveform architecture and digital design*. Rockport Publishers; 2003.
15. Krivoshapko S.N., Bock Hyeng C.A., Mamieva I.A. Chronology of erection of the earliest reinforced concrete shells. *International Journal of Research and Reviews in Applied Sciences*. 2014;18(2):95–108.
16. Malinina T. Modernism and “modernisms:” on contents of an idea and expansion of its border to 21st century in architectural criticism. Methodological notes. *Architecture. Theory and Practice*. 2014;(3–4):106–125.
17. Schumacher P. Parametricism – a new global style for architecture and urban design. *AD Architectural Design – Digital Cities*. 2009;79(4):14–23. <https://doi.org/1002/AD.912>
18. Atkina L.I., Zhukova M.V., Morozov A.M. *The basic architectural styles. The characteristic features*. Ekaterinburg: UGLTU Publ.; 2015.
19. Volichenko O.V. Conceptions of non-linear architecture. *Architecton: Izvestiya Vuzov*. 2013;(44):21–39.
20. Neporada V.I. Velaroidal shells in non-linear architecture. In: Mosin V.G. (ed.) *Mathematical Methods in Architecture and Design: Conference Papers (15 May 2012)*. Samara: SGASU Publ.; 2013. p. 23–31.
21. Fedchun D.O., Tlustiy R.E. System of generative design in architecture. *Architecture and Design: History, Theory, Innovation*. 2016;(1):285–289.
22. Pakowska M. Parametric, generative, evolutionary, organic and bionic architecture – a new look at an old problem. *Architecture et Artibus*. 2014;(1):42–45.
23. Volynskov V.E. Evolution as a strategy of projecting and designing in non-linear architecture. *Housing Construction*. 2011;(10):1–6.
24. Krivoshapko S.N. Shell structures and shells at the beginning of the 21st century. *Structural Mechanics of Engineering Constructions and Buildings*. 2021;17(6):553–561. <https://doi.org/10.22363/1815-5235-2021-17-6-553-561>