

С.Н. КРИВОШАПКО¹¹Российский университет дружбы народов, г. Москва, Россия

ПРИМЕРЫ АРХИТЕКТУРНЫХ СТИЛЕЙ, НАПРАВЛЕНИЙ И СТИЛЕВЫХ ТЕЧЕНИЙ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ КРИВОЛИНЕЙНОЙ ФОРМЫ

Аннотация. Даны определения понятий «Архитектурный стиль», «Архитектурное направление» и «Стилевое течение». Установлены пять архитектурных групп, а именно, «Авангард», «Ар-деко», «Модернизм», «Экоархитектура» и «Новейшие стили», содержащих сооружения криволинейной формы, оболочечные структуры и тонкие оболочки строительного назначения. В работе впервые собраны и проиллюстрированы на конкретных примерах все известные архитектурные стили и их подвиды применительно только к сооружениям криволинейной формы, в том числе, к оболочечным структурам и тонкостенным оболочкам. Представлены известные определения для архитектурных стилей, направлений и стилиевых течений, которые наиболее точно отражают содержание этих понятий. Приведена соответствующая хронология возникновения архитектурных стилей и их подвидов. Отмечен, заметный рост интереса к проектированию и строительству большепролетных оболочек и оболочечных структур в XXI-ом веке. После изучения опубликованных материалов было установлено, что в XXI-ом веке архитекторами были использованы 16 архитектурных стилей. Представленные материалы могут помочь появлению новых исследований по классификации архитектурных стилей, их систематизации, уточнению определений и хронологии их появления.

Ключевые слова: архитектурная группа, архитектурный стиль, оболочка, оболочечные структуры, здания криволинейной формы.

S.N. KRIVOSHAPKO¹¹Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

THE EXAMPLES OF ARCHITECTURAL STYLES, DIRECTIONS, AND STYLE FLOWS FOR BUILDING ERECTIONS OF CURVILINEAR FORM

Abstract. The definitions of concepts “Architectural style”, “Architectural direction”, and “Style flow” are given. Five architectural groups that are “Vanguard”, “Ar-deco”, “Modernism”, “Eco-tech”, and “the Newest Styles” containing erections of curvilinear form, shell structures, and thin shells of building purposes were determined. In the work, all known architectural styles and their sub-semblances as applied only to erections of curvilinear form including shell structures and thin-walled shells were firstly gathered and illustrated for concrete examples. The known definitions for architectural styles, directions, and style flows that reflect exactly the content of these concepts are presented. The proper chronology of origin of architectural styles and their sub-semblances are adduced. Marked rise of interest to designing and building of large-span shells and shell structures in the 21st century is mentioned. In the 21st century, architects used 16 architectural styles. The materials presented can help to the researchers in the carrying of new investigations devoted to classification of architectural styles, their systematization, more accurate definition and chronology of their appearance.

Keywords: architectural group, architectural style, shell, shell structure, erection of curvilinear form.

Введение

До сих пор нет четких однозначных определений архитектурного стиля, архитектурного направления и стилиевого течения.

© Кривошапко С.Н., 2023

В статье будут использоваться нижеприведенные определения.

Архитектурный стиль – целостная совокупность характерных черт и признаков произведения архитектуры определённого времени и места. Характерные черты стиля, проявляющиеся в особенностях творческого метода архитектора, способах формообразования, приёмах композиции, функциональной, конструктивной и художественной сторон. Разнообразие архитектурных стилей столь велико, что порой их сложно чётко классифицировать даже специалистам. Тем более, что в среде искусствоведов Запада и России нет единого взгляда на многие вещи.

Архитектурное направление сохраняет основные положения базового архитектурного стиля, но убирает или добавляет некоторые новые критерии в связи с появлением дополнительных требований архитекторов и инженеров.

Стилевое течение сохраняет большинство основных положений базового архитектурного направления, но по желанию архитекторов вводятся небольшие изменения в геометрию сооружений, заменяется часть конструкционных материалов на более современные, учитывается увеличивающееся использование ЭВМ и корректируется требования к облику сооружения в связи с изменением вкусов населения.

Авторы работы [1] предлагают разделить все архитектурные стили на 19 групп. В 5 групп: «Авангард», «Ар-деко», «Модернизм», «Экоархитектура» и «Новейшие стили» можно включить все известные на сегодняшний день архитектурные стили, направления и стилевые течения, использовавшиеся при проектировании тонких оболочек и оболочечных структур.

Цель исследования

Данная статья является продолжением ранее опубликованных работ автора [2, 3, 4]. До настоящего времени нет обзорных и обобщающих работ, по-видимому, кроме [5, 6], где были бы охарактеризованы в одном источнике большинство архитектурных стилей, направлений и стилевых течений для строительных сооружений криволинейной формы, даны известные определения этих стилей и приведена хронология их появления. Данная статья, по возможности, ликвидирует этот пробел в исследовании указанных проблем применительно к сооружениям криволинейной формы. Особенное внимание будет уделено оболочечным структурам и тонким оболочкам строительного назначения.

Архитектурные стили, направления и стилевые течения в архитектурной группе «Авангард» с 1890 года

Архитектурная группа «Авангард» начала формироваться в конце XIX – начале XX века, когда стали возводиться большепролетные оболочки их металлических стержней, дерева и железобетона. В качестве примера можно указать на сооружение «Гётеанум-1» с полностью деревянным каркасом, г. Дорнах, Швейцария, 1915 г. (сгорело в конце 1922 года). Считается первым сооружением бионической архитектуры (сферический купол). Считается, что первая железобетонная оболочка была построена на железнодорожной станции Le Versy в Париже в 1910 г. («Функционализм») [7]. Металлические ребристо-кольцевые и сетчато-стержневые оболочки появились в конце XIX-го – первой половины XX-го веков, что дало толчок к организации архитектурных стилей «Функционализм» и «Промышленная архитектура» [8].

Органическая архитектура (рисунок 1 а) охватывает более широкий круг сооружений, чем бионическая. Органическая архитектура — не только течение архитектурной мысли, но и настоящая философия, в основе которой лежит идея о гармонии человека с окружающим миром (рисунок 1 б). Органическая архитектура зародилась в 1890-е гг. Создателем концепции органической архитектуры считается американский архитектор Луис Салливан (Louis Sullivan). Понятие «органическая архитектура» было придумано Фрэнком Райтом (F.L. Wright) в 1908 году. Отличительной чертой органической архитектуры стала приверженность к природным материалам. Используется камень, дерево и стекло (рисунок 1 б). Выражение «форма и функция едины» является стержнем органической архитектуры.

Бионическая архитектура возникла в 18-ом веке, но стала особенно популярна с начала 21 века. Термин «бионическая» впервые появился в 1958 году. Бионическая архитектура старается максимально вписать архитектурные объекты в природную среду. Бионическая архитектура в своем дальнейшем развитии стремится к созданию экодому (рисунок 1 в).

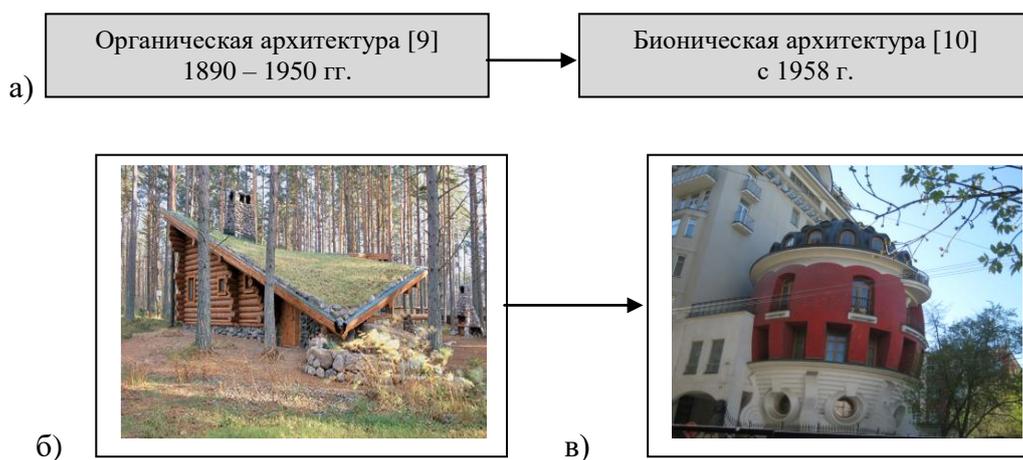


Рисунок 1 - Хронологическая последовательность возникновения архитектурных стилей «Органическая архитектура» и «Бионическая архитектура»:

- а) Хронология возникновения архитектурных стилей;
б) Дом архитектора И. Фирсова в г. Приморск, Финский залив. «Органическая архитектура»;
в) Жилой дом «Яйцо», г. Москва. «Бионическая архитектура».

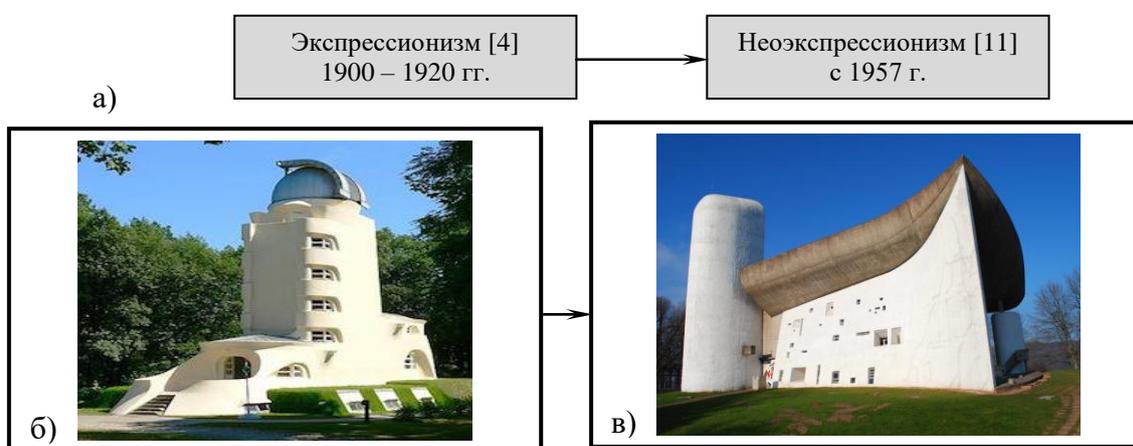


Рисунок 2 - Хронологическая последовательность возникновения архитектурных стилей «Экспрессионизм» и «Неоэкспрессионизм»:

- а) Хронология возникновения архитектурных стилей;
б) The Einstein Tower in Potsdam, Germany «Экспрессионизм»;
в) Капелла Нотр-Дам-дю-О в Роншане, Франция, 1956 г., арх. Ле Корбюзье: «Неоэкспрессионизм».

Экспрессионизм (рисунок 2 а) – это 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. Используются силуэты, вызывающие в воображении очертания утесов, сталактитов, гротов, заостренность, гротескность. Применяется деформация привычных геометрических форм, правильные геометрические формы отвергались (рисунок 2 б). Материалы – бетон и железобетон, стекло.

Неоэкспрессионизм представляет собой направление в архитектуре, которое возникло в 50-х годах в противовес функционализму и органической архитектуре. По сравнению с экспрессионизмом начала XX века новое направление 1950-х и последующих годов опирается на достижения науки и техники, позволяющие создавать большепролетные конструкции. Со второй половины 1950-х годов многие архитекторы стали отказываться от принципов и догм функционализма. Это были попытки развить принципы экспрессионизма на новом этапе. Неожиданным был переход Ле Корбюзье, лидера функционализма, на позиции неоэкспрессионизма. Замыслы Ле Корбюзье изменили экспрессионизм и придали ему новое дыхание (рисунок 2 в).

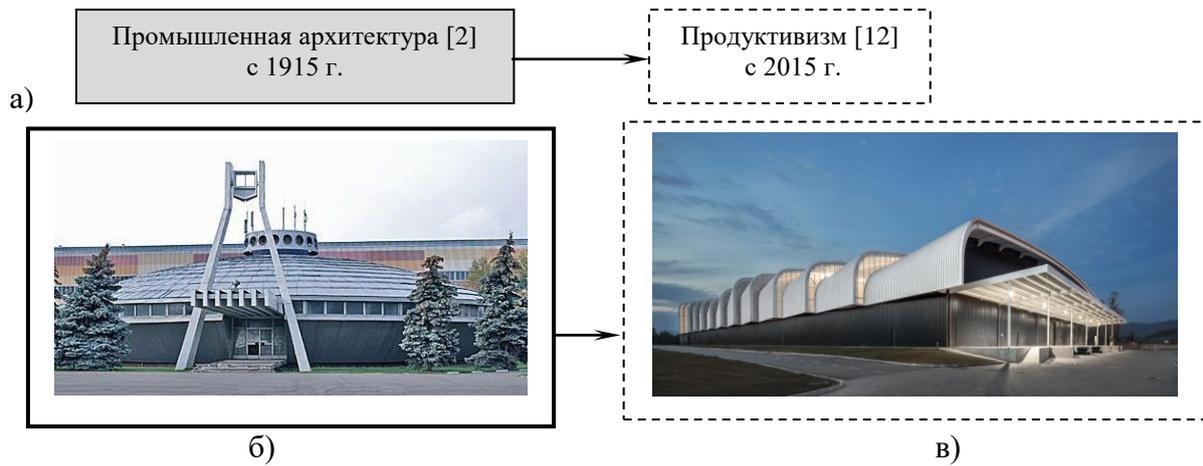


Рисунок 3 - Хронологическая последовательность возникновения архитектурного стиля «Промышленная архитектура» и стилевого течения «Продуктивизм»:

- а) Хронология возникновения архитектурного стиля и его стилевого течения;
 б) Музей автомобильного завода имени Ленинского комсомола, г. Москва, 1972, «Промышленная архитектура»;
 в) Промышленное здание, Vorralha, Португалия, 2017, «Продуктивизм».

Промышленная архитектура упростила проектирование зданий, используя материалы, пригодные для промышленного производства и расширила использование стекла (рисунок 3 а, б). С 1970-х годов термин «промышленная архитектура» стал трактоваться намного шире, чем при появлении этого архитектурного стиля.

Продуктивизм полагает, что только продукт промышленного дизайна может быть архитектурным произведением. К. Фремpton считает, что этот архитектурный стиль представлен архитекторами Н. Фостером (N. Foster), Р. Роджерсом (R. Rogers) и С. Пелли (César Pelli). Он полагает, что сооружение должно состоять из большеразмерных индустриальных блоков (рисунок 3 в).

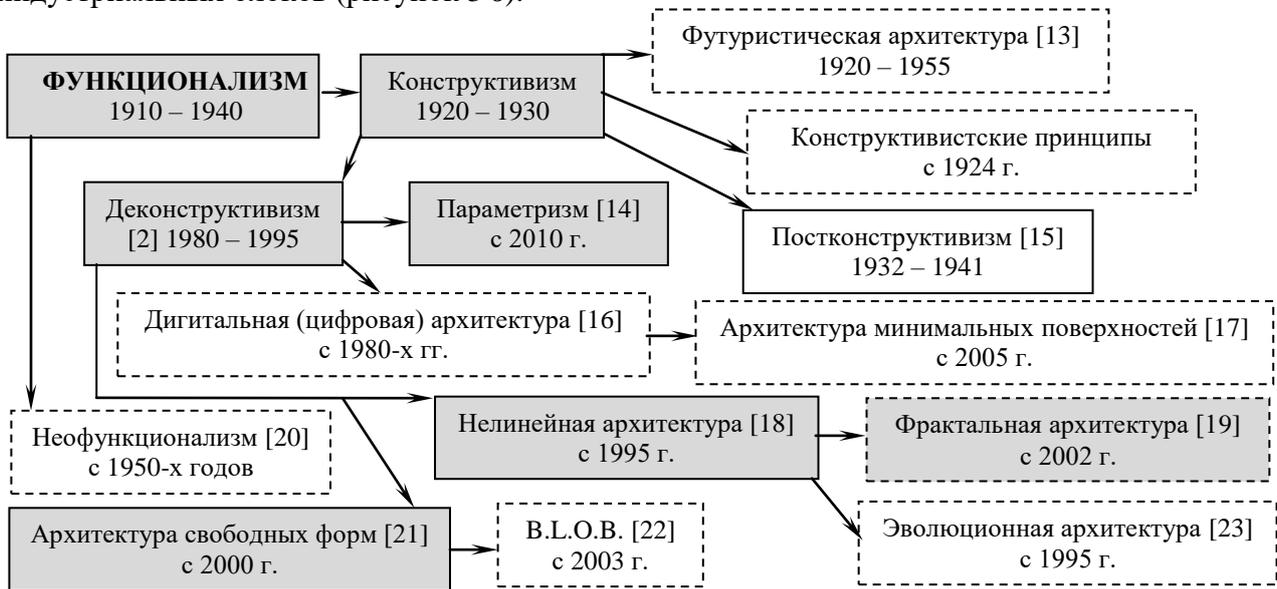


Рисунок 4 - Возникновение архитектурных стилей, их подвидов и архитектурных течений на основе архитектурного стиля «Функционализм», входящего в архитектурную группу «Авангард»

Идеология функционализма в архитектуре заключается в создании форм при помощи самых современных способов и конструкций, которые бы обеспечивали наилучшее функционирование объекта, все излишнее отбрасывается (рисунок 4).

Функционализм провозгласил функцию единственным несомненным источником формообразования и отказались от декора из-за его утилитарной нецелесообразности.

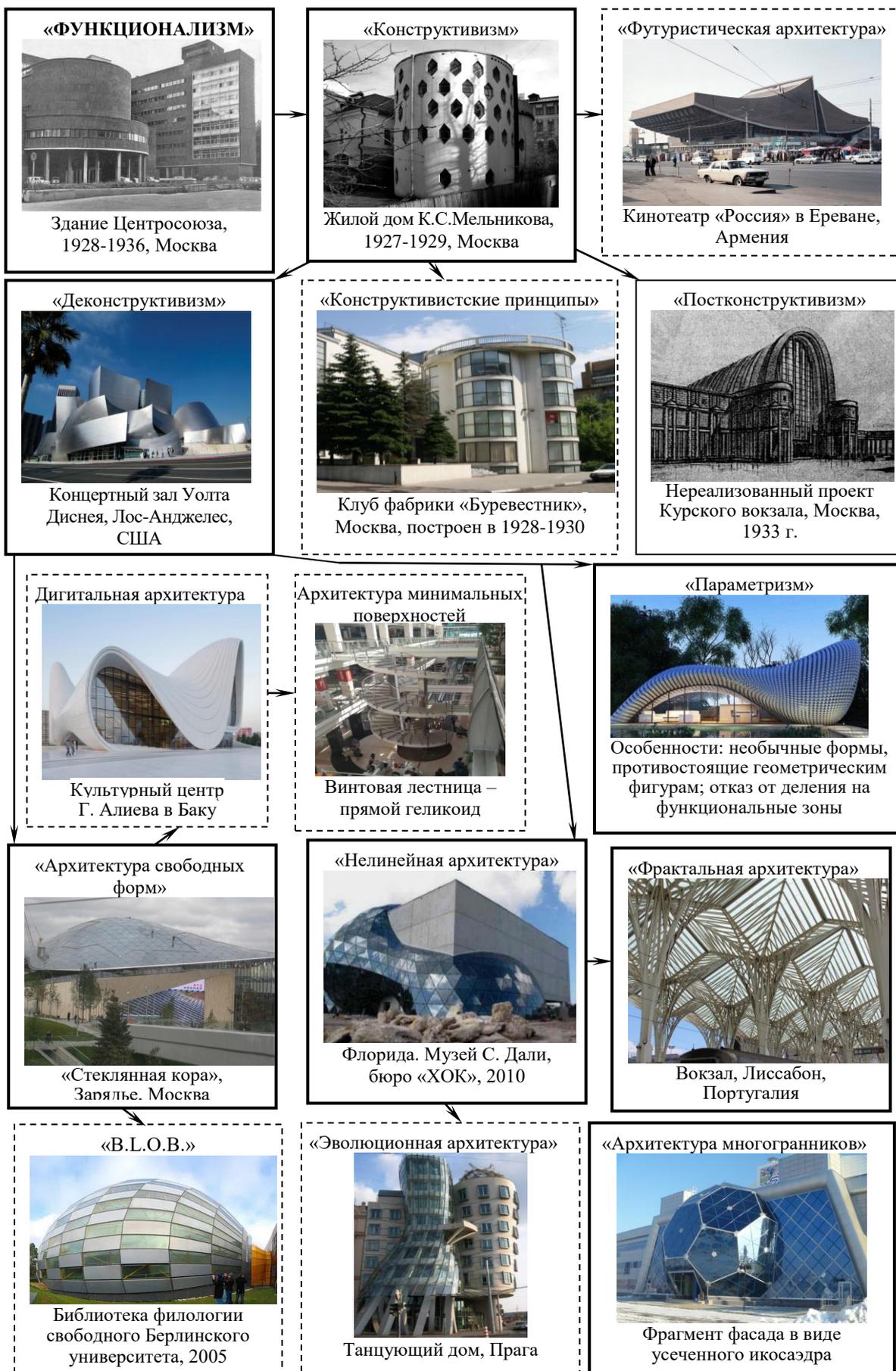


Рисунок 5 - Криволинейные сооружения в архитектурных стилях и стилевых течениях на основе архитектурного стиля «Функционализм», входящего в архитектурную группу «Авангард»

Функционализм проповедует предельный практицизм и простоту. На его основе возникло несколько архитектурных стилей, направлений и стилевых течений (рисунок 4)

Ведущим направлением 1950-х годов становится *новый функционализм*, или *неофункционализм*. По сравнению с функционализмом 1910–1940-х годов неофункционализм опирается на передовую строительную технику, новые конструкции и материалы. По сути это тот же «Функционализм», но с признаками романтизма и роскоши без ущерба для функции.

Сооружения, построенные в стиле конструктивизма не всегда удобны для использования, но несут в своем облике подчеркнuto индустриальные черты, уподобляясь техническому изделию. Архитектурный конструктивизм начался с павильона для первой Всемирной выставки, состоявшейся в 1851 году в Лондоне, и Эйфелевой башни. Но вот сам термин – конструктивизм – предложили миру советские художники и зодчие. Главные типы сооружений - это промышленные здания, рабочие клубы, фабрики-кухни. У архитектурного стиля «Конструктивизм» есть несколько разновидностей (рисунки 5, 6).

Футуристическая архитектура появилась в Италии в 20-х годах как авангардистский вариант архитектуры. Хотя интерес в мире к этому направлению архитектуры стал угасать в 50-е годы, в СССР он был популярен до 1990-х годов. К особенностям этого направления относят длинные или ломаные линии, необычные формы и техногенные мотивы.

Конструктивистская архитектура (конструктивистские принципы) – это стиль архитектуры, процветавший в Советском Союзе в 1920-х и в начале 1930-х годов. Движение стремилось отразить современное индустриальное общество, отказываясь при этом от декоративной стилизации в пользу промышленной сборки материалов. Сооружения похожи на индустриальные здания.



Рисунок 6 - Архитектурный стиль «Конструктивизм» и его стилевые течения «Неоконструктивизм» и «Постконструктивизм»

Неоконструктивисты продолжили те поиски, которые начали конструктивисты. Они так же активно используют тяжеловесные, крупные объемы, как правило, лаконичной формы. Неоконструктивизм использует красный, синий, черный цвета. Примером могут служить работы таких архитекторов, как Жана Нувеля, Рэма Коолхаса, Бернарда Чуми [24].

Постконструктивизм – переходный архитектурный стиль, существовавший в Советском Союзе в 1930-х годах. Характеризовался как "неоклассические формы без неоклассической детализации". Некоторые исследователи предпочитают говорить не о постконструктивизме, а о советском варианте стиля *ар деко*.

Деконструктивизм – стиль с ломаными формами и конструкциями, сложными для визуального восприятия. Теоретик деконструктивизма – Ж. Деррида (J. Derrida). Для стиля характерно отсутствие гармонии и симметрии. Активным поборником идеологии архитектурного деконструктивизма является Фрэнк Гери.

Параметризм (англ. *Parametricism*), или *алгоритмическая архитектура* – архитектурный стиль постиндустриального общества, стиль цифровой эпохи. Особенности

этого архитектурного направления – это необычные формы, противостоящие геометрическим фигурам, плавные, перетекающие друг в друга поверхности. Основатель стиля – П. Шумахер (P. Schumacher), который представил его как новый глобальный стиль архитектуры [25]. Архитектурная форма моделируется на основе ее математического представления с привлечением ЭВМ.

Дигитальная (цифровая) архитектура – совокупность архитектурных объектов, созданных с использованием компьютерных технологий так, что без этих технологий сами объекты существовать не могут. Дигитальная архитектура использует технические возможности компьютера и мультимедийные технологии в качестве основного формообразующего принципа.

Архитектурное направление «*Архитектура минимальных поверхностей*» (Minimal Surface Architecture) возникло около 2005 года. Это направление является составной частью дигитальной (цифровой) архитектуры.

Нелинейная архитектура состоит из трех относительно самостоятельных творческих течений: гиперсупрематизм, неосупрематизм, сюрреалистическая архитектура-скульптура. Нелинейная архитектура обращается к сложно-упорядоченным системам, аналоги которых можно видеть в природе. Данные системы отличаются уникальностью, богатством и разнообразием форм. Привычным геометрическим объемом и принципом классической архитектуры противопоставляются новые динамические и гибкие объекты нелинейной архитектуры: волны, складки, сплайновые поверхности. Гибкость и согласованность в проектировании достигается посредством применения стремительно развивающихся BIM технологий.

Фрактальная архитектура – это повторение самоподобных форм, т.е. фрактальных правил построения. В современной архитектуре жилых и общественных зданий и сооружений применяются фрактальные правила построения такие как: самоподобие, динамичность, нерегулярность, рекурсивность и дробность.

Эволюционная архитектура является стилевым течением нелинейной архитектуры [12]. В качестве инструментов создания архитектурного дизайна используются законы эволюции и морфогенеза. В целом, эволюционная архитектура является мощным инструментом для решения сложных задач оптимизации и проектирования, особенно в ситуациях, где традиционные методы неэффективны или недостаточны.

Архитектура свободных форм проявила бурное развитие около 2005 года, что способствовало появлению архитектурной геометрии для оптимизации некоторых проблем, возникающих при проектировании в этом стиле. Основателем архитектуры свободных форм считается Ф. Генри (Frank Gehry). В наши дни число архитекторов, работающих в этом направлении, всё увеличивается, как и число объектов, построенных в разных странах.

Термин «*архитектура blob*» был придуман архитектором Греггом Линном в 1995 году в его экспериментах по цифровому дизайну. Название стиля переводится как binary large object или капля. Конструкции зданий в стиле *блоб* имеют особые текучие, плывущие формы. Иногда это стилевое течение называют «*Пузырьковая архитектура*».

Архитектурный стиль «*Архитектура многогранников*» (рисунок 5), по-видимому, ближе всего к архитектурному стилю «*Кубизм*».

Концепции и основные положения, лежащие в основе архитектурной группы «Авангард», продолжают использоваться и в XXI веке. Особенно большой популярностью пользуются сооружения, выполненные в рамках архитектурных направлений «Архитектура многогранников» [26], «Архитектура свободных форм» [27], стилевое течение «Продуктивизм» (рисунок 3).

Архитектурные стили, направления и стилевые течения в архитектурной группе «Модернизм» в 1925 -1980-х годах

В рамках архитектурной группы «Модернизм», которую можно назвать также архитектурным стилем «Модернизм» (рисунок 7), возникли четыре архитектурных стиля и несколько стилевых течений. До настоящего времени архитекторы продолжают

проектировать пространственные металлические стержневые структуры, тентовые и вантовые сооружения, оболочки из композитных и деревянных материалов в архитектурных стилях «Хай-тек», «Постмодернизм» и «Параметризм», а также использовать архитектурное течение «Структурализм» (рисунок 7).

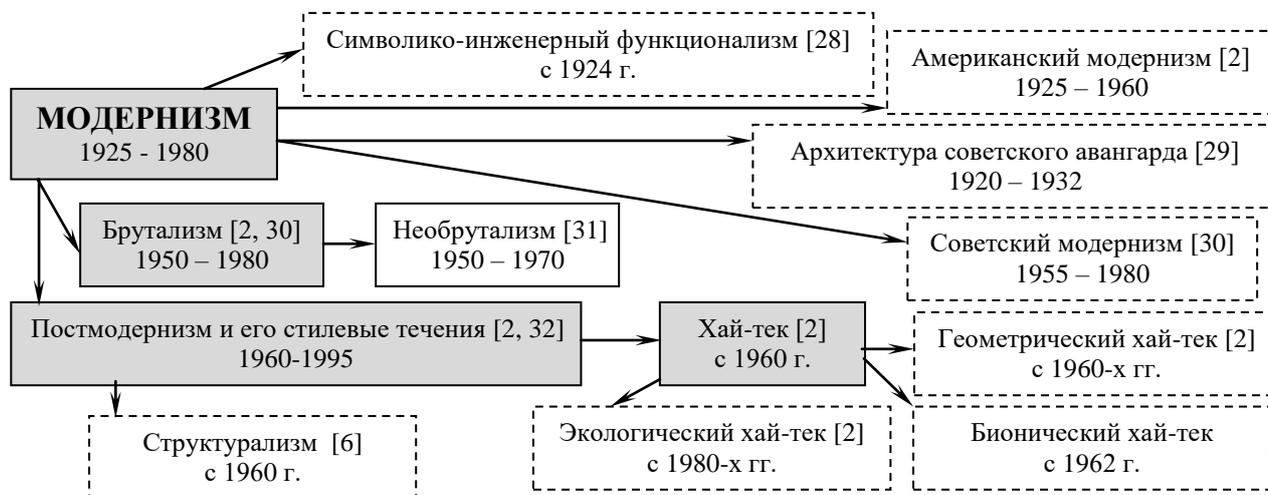


Рисунок 7 - Возникновение архитектурных стилей и стилевых течений на основе архитектурного стиля «Модернизм», входящего в архитектурную группу «Модернизм»

Модернизм (рисунок 8) – архитектурный стиль, основанный на инновационных для XX-го века технологиях строительства с использованием стекла, стали и железобетона. Критериями в архитектуре стали функциональность, минимализм, отказ от орнамента. Модернизм в архитектуре представлен разными течениями, которые появились в начале 20 века в противовес романтическому Модерну [32]. Специалисты отмечают, что существует много путаницы в определениях этих двух стилей.

Символико-инженерный функционализм: символические монументальные формы, следование архитектуры за предназначением сооружения, использование новых инженерных решений, обязательное применение в сооружении простых криволинейных поверхностей.

Американский модернизм - обновление форм и конструкций, отказ от художественных стилей прошлого. Архитектура модернизма основана на принципе, который впервые сформулировал Л. Салливан: «Форма следует за функцией». Культовая постройка американского модернизма – это терминал аэропорта им. Дж. Кеннеди (компания TWA).

Архитектурное направление «*Архитектура советского авангарда*» как модернистское направление архитектуры Советской России просуществовало всего около десяти лет с 1920 по 1932-ой год. Эта архитектура дала начало многим архитектурным стилям и стилевым течениям: архитектурному конструктивизму, романтизму, символико-инженерному функционализму, советскому модернизму и постмодернизму.

Советский модернизм в оболочечных структурах – продолжение авангарда 1920-х годов. Он вернулся в Россию в 1960-1980-х.

«Скульптурные» возможности бетона - главный элемент художественного языка у архитектурного стиля «*Брутализм*» (рисунок 9). Сооружения имели массивные формы и конструкции. Одна из главных особенностей брутализма в СССР - использование в отделке не бетонной смеси, а других отделочных материалов, в основном, каменных плит.

Необрутализм (новый брутализм, англ. New Brutalism), так же как «Функционализм» и «Структурализм», признают функциональную и конструктивную логику при создании архитектурного произведения, но в отличие от Структурализма, который обращается в основном к железобетону, необрутализм часто стремится показать выразительность естественного камня, кирпича и дерева. Необрутализм – это попытки возродить брутализм в современных условиях (рисунок 9).



Рисунок 8 - Криволинейные сооружения в архитектурных стилях и стилевых течениях на основе архитектурного стиля «Модернизм», входящего в архитектурную группу «Модернизм»

У архитектурного стиля «Модернизм» есть несколько разновидностей (рисунок 8, 10), которые были популярны у архитекторов в разное время.

Архитектурный стиль «*Постмодернизм*» зародился в 1970 – 1980-х годах. Это был возврат к орнаменту и более утонченному дизайну. Постмодерн в архитектуре определяется следующими особенностями: использование элементов старых стилей, от которых изначально отказались модернисты; гармоничное единение с ландшафтом местности; искусственное подражание архитектурным памятникам прошлых эпох, создание новых символов современности; основа стиля – классицизм, применение традиционных форм в необычном формате; возвращение образности, утерянной за годы господства модернизма [<https://artyhomes.ru/postmodernizm-v-arhitekture/>]. Чарлз Дженкс (Ch. Al. Jencks) – отец англо-американской ветви постмодернизма. Постмодернизм возник как реакция на рациональную стереотипность модернистской архитектуры. Постмодернизм в Москве не так распространён, как модернизм или конструктивизм. Постмодернизм не получил однозначного определения. Он определен как явление, объединяющее различные направления для которых общим является противопоставление «современному движению» (модернизму).

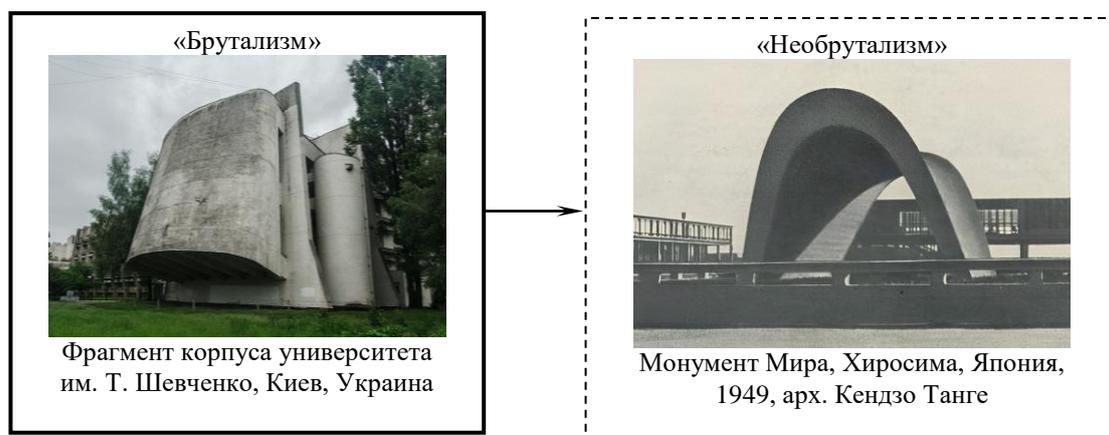


Рисунок 9 - Архитектурный стиль «Брутализм» и стилевое течение «Необрутализм»



Рисунок 10 - Архитектурный стиль «Модернизм» и его разновидности

Неомодернизм – творческое направление в архитектуре, которое обращается к идеям модернизма 1920-х годов и развивает их, а иногда цитирует модернизм. Существует мнение, что неомодернизм выделился из постмодернизма.

Структурализм – это возврат к романтизму, экспрессии и национальной специфике; чистота линий; отсылка к формам, свойственным живой природе; высокая функциональность. Структурализм творчески использует выразительные возможности хорошо изученных разнообразных конструкций и базируется при проектировании на выборе вариантов конструкций не только по техническим показателям, но и по их

формообразующему потенциалу. Материалы – бетонные панели, металлические секции, стальные тросы.

«Хай-тек» (*высокая технология*) - высшее проявление *технизма*. Архитектурный стиль «Хай-тек» («*Структурный экспрессионизм*») – это в первую очередь абсолютная функциональность зданий, подчеркнутая ясность пространственных решений и легкость конструкций. В качестве основных материалов выступает стекло, металл и пластик. Имеются разновидности стиля: геометрический хай-тек, бионический, экологический хай-тек, иногда говорят об индустриальном хай-теке. Стиль в архитектуре и дизайне, зародившийся в недрах позднего модернизма в 1970-х и нашедший широкое применение в 1980-х. Главные теоретики и практики хай-тека – Норман Фостер, Ричард Роджерс и Николас Гримшоу.

Геометрический хай-тек характеризуется поисками новых форм здания, выявлением удачной несущей системы сооружения на основе современных материалов, созданием новых покрытий без промежуточных опор и появлением ранее неиспользовавшихся геометрических структур здания.

Строительство зданий с использованием исключительно натуральных материалов, сохранение окружающего ландшафта, использование природной энергии в виде солнца, ветра и переработанной дождевой воды, уникальный внешний вид и неординарный дизайн – отличительные черты разновидности архитектурного стиля «хай-тек» – «*экологический хай-тек*». Этот стиль многое взял из органической архитектуры (рисунок 1).



Художественный музей Милуоки (крылья могут складываться и разворачиваться), 2001 г., арх. С. Калатрава
«*Кинетическая архитектура*»



Стадион Sky-dome, Торонто, Канада (защита от дождя и ветра), 1989 г., арх. Rod Robbie, инж. Michael Allen
«*Кинетическая архитектура*»

Рисунок 11 - Архитектурный стиль «*Кинетическая архитектура*»

Бионический хай-тек – это внедрение форм живой природы в архитектуре, например, храм Лотоса в Индии, 1986 г., проект плавучего города «Кувшинка» (арх. бюро Vincent Callebaut).

На фасадах зданий, построенных в стиле «*Индустриального хай-тека*», можно увидеть архитектурные детали и инженерные коммуникации, которые находятся внутри сооружений (лифты, трубопроводы, лестницы, системы вентиляции и неприкрытые металлические конструкции).

Кинетическая архитектур (*динамическая архитектура*) – направление архитектуры, в котором части здания могут изменяться относительно друг друга, не нарушая общую целостность структуры [33]. Этот стиль относят к направлению архитектуры будущего (рисунок 11). К началу 21 века сформировались несколько типов кинетической архитектуры. Стиль «*Кинетическая архитектура*» в России на данный момент не представлен за исключением стадионов с раздвижным полем и крышей. Концепция кинетической архитектуры была разработана в 1970-х годах, приблизительно в тот же период, что и адаптивная архитектура (1960-е годы) и имеет несколько общих черт.

«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» [11].

Применительно к оболочечным структурам выдвигались следующие стилевые течения: *советский деконструктивизм, поп-архитектура* (рисунок 12), *новый модернизм, новый авангардизм* (пирамида Лувра, Париж, арх. Ио М. Пей, 1989 г.), *нарочитый символизм* (рисунок 13), *авторская архитектура* («Дворец пузырей», Канны, арх. А. Ловэг, 1989 г.), *тотальный дизайн* (музей вулканологии, Оуре-нес-Рохес, Франция, арх. Х. Холляйн, 1999 г.) (рисунок 14 а), *техноэкспрессионизм* (с 1970 г., рисунок 14 б), *зеркальная архитектура* (рисунок 14 в).

Некоторые указанные стилевые течения не получили широкого распространения, скорее всего они были единичными, другие течения ждут дальнейшего полноценного выражения, а третьи уже нашли применение в десятках сооружений.



Рисунок 12 - Бар «Asahi»,
арх. Ф. Старк, Токио, 1989 г.
(постмодернизм)
(стилевое течение поп-архитектура)

Рисунок 13 - Дом-ракушка,
пос. Таватуй, Свердловская обл.
(нарочитый символизм, или
архитектурная метафора)



а) «Тотальный» дизайн»

б) «Техноэкспрессионизм»

в) «Зеркальная архитектура»

Рисунок 14 - Силевые течения «Постмодернизма»:

а) Геодезический купол Р. Фуллера, Сент-Луис, США;

б) Тюфелева роща, Москва, 2008 г;

в) Отель «Бонавантур» (the Westin Bonaventure Hotel), Лос-Анжелес, США, 1978 г., арх. Дж. Портмен.

Поп-архитектура, или «архитектура для масс» рассчитана на вкусы среднестатистического потребителя и часто определяется немецким словом «Kitsch» (означающим старую вещь, продаваемую за новую).

Теорию «тотального дизайна» предложил Р. Фуллер. Он отвергал все функции архитектуры: эстетическую, информационную, культурную, кроме чисто утилитарной. Его концепция отвергала архитектуру вообще. Он заявлял, что техника – инструмент решения всех проблем. Р. Фуллер проводил смелые эксперименты с конструкциями, в частности, с «геодезическими куполами» (рисунок 14 а), которыми перекрывал значительные пространства, затрачивая при этом минимум материалов и усилий.

Зеркальная архитектура аннулирует архитектурные достоинства сооружения, а всё сводит к простому отражению окружающей среды.

В основном это были крупные конторские и коммерческие сооружения, которые стали облицовываться светоотражающими материалами и представлять собой гигантские зеркальные поверхности, которые отражают соседние здания, деревья, движущиеся автомобили, плывущие по небу облака (рисунок 14 в).

Авторская архитектура главной и важной считает роль архитектора, который рождает новые идеи и концепции, а затем реализует их. Это направление в архитектуре особенно ярко проявляется в современной японской архитектуре,

Архитектурный стиль и стилевые течения в архитектурной группе «Экоархитектура» с 1975 года по настоящее время

Архитектурная группа «Экоархитектура» или архитектура «устойчивого развития» начала формироваться в последней четверти XX-го века. В настоящее время она включает в себя архитектурный стиль «*Ecotech*» и два стилевых течения «Экологический хай-тек» и «Ноосферическая архитектура» (рисунок 15). Стилевое течение «Экологический хай-тек» является также производным от архитектурного стиля «Хай-тек» (рисунок 7).

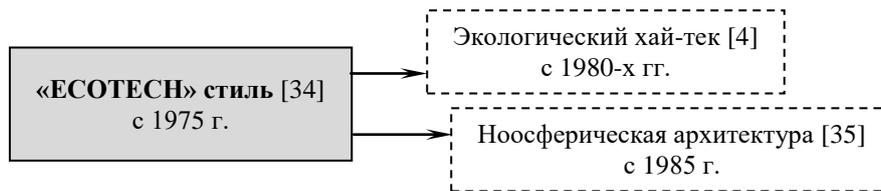


Рисунок 15 - Архитектурный стиль и архитектурные течения на основе архитектурного стиля «*Ecotech*» стиль, входящего в архитектурную группу «Экоархитектура»



Рисунок 16 - Криволинейные сооружения в архитектурном стиле и стилевых течениях на основе архитектурного стиля «*Ecotech*», входящего в архитектурную группу «Экоархитектура»

В основу архитектурного стиля «*Ecotech*» положены принципы «нулевого энергопотребления», переработки отходов, сбора дождевой воды, использования солнечной, ветровой и других видов энергии при наиболее рациональном применении материалов и пространства, а также применения естественной инсоляции и вентиляции внутреннего пространства (рисунок 16).

Определение «*Экологического хай-тека*» дано ранее.

Архитектурные стили, направления и стилевые течения в архитектурной группе «Новейшие стили» с 2000 года по настоящее время

Параметрическая архитектура (рисунок 17) – это стиль, в котором взаимосвязаны такие понятия как скульптура, математика, архитектура, это стиль в архитектуре, основанный на аналитических методах задания поверхностей, математическом и компьютерном моделировании. Стиль сформировался в начале XXI века. Самыми известными архитекторами, работавшими в этом стиле, считаются Заха Хадид и Патрик Шумахер. Анализируя информативные источники можно выделить основные преимущества и особенности этого стиля: «особый» внешний вид зданий, инновационные формы; виртуозность решений; сложные компьютерные преобразования; продвижение компьютерных технологий, реализация уникальных творческих и организационных возможностей [38].

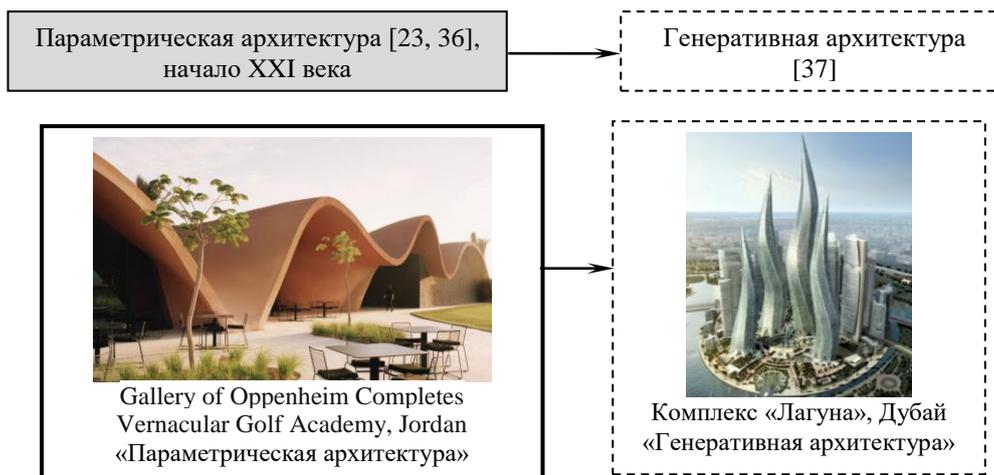


Рисунок 17 - Архитектурный стиль «Параметрическая архитектура» и стилевое течение «Генеративная архитектура»

Генеративная архитектура – это архитектура, полученная в результате определенных алгоритмов, основанных на ранее полученных данных и системы принятия решений созданной архитектором. Подходы к проектированию в параметрической и генеративной архитектуре близки, но вторая ближе к искусственному интеллекту. Основными методами в генеративном проектировании являются следующие методы: установка параметров; построение алгоритмов и правил; программирование процессов; варьирование результатов моделирования; визуализация процессов.



Рисунок 18 - Силевые течения архитектурного стиля «Этноархитектура»
 а) Глинобитные жилые дома, Камерун, «Глинобитная архитектура»
 б) Кафе Носенсо. Винь, Вьетнам, 2018 г., «Бамбуковая архитектура»
 в) Современный дом в японском стиле «Этно»

Архитектурный стиль «*Этноархитектура*» – стиль с ярко выраженным национальным мотивом. В связи с этим появилось множество стилевых течений, например, *глинобитная архитектура* (рисунок 18 а), *бамбуковая архитектура* (рисунок 18 б), *этностиль* (рисунок 18 в) и др.

Эволюционная архитектура [39] и *Фрактальная архитектура* [19] являются стилевыми течениями нелинейной архитектуры [18]. Определение стилевых течений даны ранее (рисунок 4).

Адаптивная архитектура – это развивающаяся область архитектурной практики, которая измеряет состояние окружающей среды, адаптируя свою форму, цвет или функцию к целям наибольшего соответствия требованиям эксплуатации. К адаптивной архитектуре относится вид архитектурных объектов, которые демонстрируют способность изменять свои характеристики в соответствии с изменениями условий эксплуатации (рисунок 19). Несмотря на то, что термин «Адаптивная архитектура» появился в конце 1960-х годов, в Российской Федерации существует пока единственное здание, относящееся к адаптивной архитектуре, здание "ГИПЕРКУБ". Оно построено по проекту архитектора Б. Бернаскони в 2012 г. Это первое инновационное здание в Инновационном центре "Сколково". Однако это здание нельзя причислить к оболочечным структурам.



Павильон с мобильными навесами, Штутгарт, ФРГ «Адаптивная архитектура»



Модель программируемого павильона «NSA Muscle» из пневматической мембраны, обтянутой сеткой, 2003 г. «Адаптивная архитектура»

Рисунок 19 - Сооружения, выполненные по критериям «Адаптивной архитектуры»

Архитектурные стили, направления и стилевые течения XXI-го века

В работе [40] отмечается, что в XXI-ом веке наблюдается заметный рост интереса к проектированию и строительству большепролетных оболочек и оболочечных структур. После изучения опубликованных материалов было установлено, что в XXI-ом веке архитекторами были использованы 16 архитектурных стилей, а именно: *Промышленная архитектура*, *Архитектурный конструктивизм*, *Деконструктивизм* (культурный центр г. Алиева в Баку, Азербайджан, 2012 г.), *Бионическая архитектура* (дом «Яйцо», Москва, 2002 г.), *Органическая архитектура* (вилла «Shell», Kuriizawa, Япония, 2008 г.), *Экспрессионизм* (Художественный Музей в Милуоки, Висконсин, США, 2001 г.), *Американский модернизм* (терминал № 5 аэропорта им. Дж. Кеннеди, 2008 г.), *Хай-тек* (сетчатые оболочки; купол центра SONY, Берлин, 2000 г.), *Геометрический хайтек* (ботанический сад «Эдем» в Корнуолле, Англия, 2001 г.), *Экологический хайтек* (сооружения экологической деревни Дитикан, Швейцария, 2009 г.), *Архитектура многогранников* (Национальная библиотека Беларуси, Минск, 2006 г.), *Брутализм* (автостанция Касар-де-Касерес, Испания, 2003 г., арх. Х.Г. Рубио), *Ноосферная архитектура* (купола В.И. Грибнева), *Параметрическая архитектура* (ТРК «PITERLAND», один из самых больших деревянных куполов в мире, диаметр 92 м, С.-Петербург, 2012 г.), *Архитектура свободных форм* («Стеклянная кора», Зарядье, Москва), *Продуктивизм* (рисунок 3 в).

Выводы, содержащиеся в статье [40], подтверждаются материалами статьи [41], где указываются, что в мире нет государств, где бы не было построено хотя бы одно оболочечное сооружение или оболочка.

Результаты исследования

В представленной работе впервые собраны и проиллюстрированы на конкретных примерах все известные архитектурные стили и их подвиды применительно только к сооружениям криволинейной формы, в том числе, к оболочечным структурам и тонкостенным оболочкам. Даны определения архитектурным стилям, направлениям и стилевым течениям. Приведена соответствующая хронология их возникновения. В приведенной хронологии есть разночтения с аналогичной хронологией использованной литературы, так как разные исследователи принимают разные даты возникновения архитектурных стилей в зависимости от даты строительства первых зданий, позднее причисленных к определенному стилю, или от даты описания соответствующего стиля, зафиксированного в публикациях, или исходя из своих представлений о причислении сооружения к выбранному архитектурному стилю.

Установлено, что архитектурная группа «Ар-деко» («Модерн», «Ар-нуво», «Югендстиль», «Либерти» [4]), из оболочек включает в себя только сооружения простейших форм: цилиндрические с вертикальной осью. Оболочек и оболочечных структур, выполненных в этом стиле, не обнаружено. Только отдельные элементы зданий можно отнести к этому стилю, например, пирамидальная крыша Marine Building (Ванкувер), 1929-1930 гг. Некоторые архитекторы называют ар-деко стилевым течением, другие – полноценным архитектурным стилем.

Отмечено, что некоторые сооружения криволинейной формы, в том числе, оболочечные структуры и тонкостенные оболочки, причисляют к разным стилям, а иногда сооружения могут быть отнесены одновременно к нескольким стилям. Это возникает из-за неразберихи в определении архитектурных стилей и их подвидов. Часто сооружения вообще трудно отнести к какому-либо архитектурному стилю. Иногда один и тот же стиль называется по-разному. Это связано с трудностями перевода терминов с иностранных языков. Представленные материалы могут внести определенный порядок в этом вопросе.

Заключение

Рассмотренные архитектурные стили, направления и стилевые течения не исчерпывают весь перечень существующих стилей и их подвидов. Как уже отмечалось во Введении, изучались только архитектурные стили и их разновидности, имеющие отношение к архитектуре сооружений криволинейной формы, оболочечным структурам и тонким оболочкам. В научно-технической литературе упоминаются от 16 до 40 архитектурных групп. Установлено, что только 5 из них включают в себя строительные сооружения криволинейной формы.

Архитекторы и инженеры все больший интерес проявляют к проектированию оболочечных структур, что вызвано производственной необходимостью, появлением новых строительных материалов, разработкой математиками-геометрами новых геометрических форм, заинтересованностью молодых архитекторов в создании инновационных сооружений, улучшенными эстетическими и эргономическими качествами общественных зданий и положительным эмоциональным воздействием на человека криволинейных форм сооружений, что стимулирует отход от прямолинейности и способствует развитию криволинейности в архитектуре.

У архитектора и инженера-строителя имеется большой потенциал в выборе формы, материала, методов расчета, конструктивных решений, архитектурных стилей и примеров применения большепролетных тонкостенных оболочечных конструкций и зданий криволинейной формы.

Представленные материалы могут помочь появлению новых исследований по классификации архитектурных стилей, их систематизации, уточнению определений и хронологии их появления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Печёнкин И., Давыдов В. Определитель архитектурных стилей. 2017 (электронный ресурс) [arzamas.academy/mag/446-arch]
2. Кривошапко С.Н., Алборова Л.А., Мамиева И.А. Оболочечные структуры: генезис, материалы и подвиды. Часть 1: Подвиды и направления // Academia. Архитектура и строительство. 2021. № 3. С. 125-134. doi:10.22337/2077-9038-2021-3-125-134
3. Krivoshapko S.N., Christian A., Bock Hyeng, Gil-oulbe Mathieu. Stages and architectural styles in design and building of shells and shell structures // Building and Reconstruction. 2022. No. 4 (102). Pp. 112-131. doi:10.33979/2073-7416-2022-102-4-112-131
4. 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. Том 18. № 3. С. 255-268. doi:10.22363/1815-5235-2022-18-3-255-268
5. Аткина Л.И., Жукова М.В., Морозов А.М. Основные стили архитектуры. Характерные особенности. Екатеринбург: УГЛТУ, 2015. 37 с.
6. Андреева О.А. Памятник архитектуры – объект современной эпохи: учебное пособие. Ульяновск: УЛГТУ, 2012. 117 с. ISBN 978-5-9795-0943-3
7. Krivoshapko S.N., Christian A. Bock Hyeng, Mamieva I.A. Chronology of erection of the earliest reinforced concrete shells // International Journal of Research and Reviews in Applied Sciences (ISSN: 2076-734X, EISSN: 2076-7366). 2014. Vol. 18. Iss. 2. Pp. 95-108.
8. Кривошапко С.Н. Металлические ребристо-кольцевые и сетчато- стержневые оболочки XIX-го – первой половины XX-го веков // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2014. № 6. С. 4-15.
9. Курбатов Ю.И. Архитектура в контексте среды // Строительство и архитектура Ленинграда. 1977. № 4. С. 28-32.
10. Уморина Ж.Э. Бионическая архитектура как новое направление в архитектуре. Зеленая экономика – стратегическое направление устойчивого развития регионов: Материалы III Всерос. конгресса «Промышленная экология регионов» (3–4 апреля, 2018 г.) и международной дискуссионной площадки РосПРОМЭКО, 2018 г. / Ред.-сост.: Ю.В. Корнеева, Д.Н. Лыжин. Екатеринбург: УрГАХУ, 2018. С. 46-48.
11. Воличенко О.В. Концептуально-прототипное моделирование архитектурных объектов: учебно-методическое пособие. Бишкек: КPCY, 2017. 142 с. ISBN 978-9967-19-516-]
12. Giamarelos S. Intersecting itineraries beyond the strada novissima: the converging authorship of critical regionalism // Architectural Histories. 2016. No. 4(1). 11 p. doi:http://doi.org/10.5334/ah.192
13. Chaubin Fr. Cosmic Communist Constructions Photographed. Taschen, 2017. 448 p. ISBN:9783836565059
14. Барчугова Е.В. Параметризм как направление современной проектной деятельности // АМІТ. 2013. № 4(25). 19 p. [marhi.ru]
15. Селиванова А.Н. Постконструктивизм. Власть и архитектура в 1930-е годы в СССР. Москва: БуксМАрт, 2020. 320 с. ISBN: 978-5-6040055-9-0
16. Челноков А.В., Корниенко Д.А., Методы формообразования в цифровой архитектуре // Вестник Приднестровской государственной академии строительства и архитектуры. 2013. № 6. С. 25–29.
17. Алборова Л.А. Минимальные поверхности в строительстве и архитектуре // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2021. № 1. С. 3-11. doi:10.21869/2311-1518-2021-33-1-3-11
18. Воличенко О.В. Концепции нелинейной архитектуры // Архитектон: известия вузов. 2013. № 44 (декабрь). С. 21-39. ISSN 1990-4196
19. Заславская А.Ю. Особенности формирования архитектурного объекта на основе фрактальных структур // Градостроительство и архитектура. 2011. Том. 1. № 2. С. 15-17. doi:10.17673/vestnik.2011.02.4
20. Лезина Е.П. Неофункционализм: зарождение и развитие. Интеллектуальный потенциал XXI века: ступени познания: сборник материалов XXIII Молодежной международной научно-практической конференции / Под общ. ред. С.С. Чернова. – Новосибирск: Издательство ЦРНС, 2014. С. 10-14. ISBN 978-5-00068-136-7
21. Sheldon Dennis Robert. Digital surface representation and the constructability of Gehry's architecture. Thesis (Ph.D.). Massachusetts Institute of Technology, Dept. of Architecture, 2002. 340 p. http://hdl.handle.net/1721.1/16899
22. Waters J.K. Blobitecture: Waveform Architecture and Digital Design. Rockport Pub., 2003. 192 p. ISBN-10: 1592530001
23. Pakowska Marta. Parametric, generative, evolutionary, organic and bionic architecture – A new look at an old problem // Architecture et Artibus. 2014. No. 1. Pp. 42-45.
24. Волков А.М. Неоконструктивизм // Архитектурный альманах «Корпус». Вып. 2 (Электронный ресурс). https://cih.ru/k2/neocon2.html
25. 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. doi:1002/AD.912

26. Кривошапко С.Н. Многогранники и квазимногогранники в архитектуре гражданских и промышленных сооружений // *Строительство и реконструкция*. 2020. № 4 (90). С. 48-64. doi:10.33979/2073-7416-2020-90-4-48-64
27. Кривошапко С.Н. Оболочки и стержневые структуры в форме аналитически задаваемых поверхностей в современной архитектуре // *Строительство и реконструкция*. 2020. № 3. С. 20-30. doi:10.33979/2073-7416-2020-89-3-20-30
28. Хан-Магомедов С.О. Архитектура советского авангарда. Книга 1. Проблемы формообразования. Мастера и течения. М.: Стройиздат, 1996. 710 с. ISBN 5-274-02045-3
29. 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. doi:10.22337/2077-2020-1-39-48].
30. Vykov Oleksiy, Gubkina Ievgeniia. Soviet Modernism. Brutalism. Post-Modernism Buildings and Structures in Ukraine 1955–1991. DOM Publishers. July 1, 2019. 250 p. [ISBN 978-3-86922-706-1].
31. Локтев В.И. Необрутализм и теория метаболизма (Кендзо Танге). Архитектура Запада: Книга 1. Мастера и течения. Москва: Стройиздат, 1972. С. 85-102.
32. 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 [sias.ru]
33. William Zuk, Roger H. Clark. Kinetic Architecture. NY: Van Nostrand Reinhold, 1970. 163 p.
34. Azam Sadat Mozhdehani, Iran Reza Afhami. 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 [www.etasr.com]
35. Лыткин К.А. Элементы ноосферной архитектуры // *Архитектура и строительство России*. 2013. № 1. С. 30-39.
36. Мамиева И.А. Аналитические поверхности для параметрической архитектуры в современных зданиях и сооружениях // *Academia. Архитектура и строительство*. 2020. № 1. С. 150-165 <http://aac.raasn.ru/index.php/aac/article/view/201>
37. Федчун Дм. Генеративное проектирование в архитектуре и дизайне // 4 января 2017. Archiprofi (Электронный ресурс) https://archiprofi.ru/journal/detail/generativnoe-proektirovanie-v-arkhitekture-i-dizayne_b580045/
38. Вольнсков В.Э. Эволюция как стратегия проектирования и дизайна в нелинейной архитектуре // *Жилищное строительство*. 2011. № 10. С. 1-6.
39. Конищева О.П. Анализ особенностей параметрической архитектуры // *Молодой ученый*. 2023. № 1 (448). С. 17-21. <https://moluch.ru/archive/448/98604/> (дата обращения: 28.07.2023).
40. Алборова Л.А., Мамиева И.А. Криволинейные формы в архитектуре зданий и сооружений в начале XXI-го века // *Строительство и реконструкция*. 2023. № 5 (109). С. 76-86. doi:10.33979/2073-7416-2023-109-5-76-86
41. Krivoshapko S.N. Shell structures and shells at the beginning of the 21st century // *Structural Mechanics of Engineering Constructions and Buildings*. 2021. No. 17(6). Pp. 553-561. doi:10.22363/1815-5235-2021-17-6-553-561

REFERENCES

1. Pechonkin I., Davydov V. List of architectural styles. 2017. [arzamas.academy/mag/446-arch]
2. 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. No. 3. Pp. 125-134. doi:10.22337/2077-9038-2021-3-125-134 (rus)
3. Krivoshapko S.N., Christian A. Bock Hyeng, Gil-oulbe Mathieu. Stages and architectural styles in design and building of shells and shell structures. *Building and Reconstruction*. 2022. No. 4 (102). Pp. 112-131 doi:10.33979/2073-7416-2022-102-4-112-131
4. 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. No. 18(3). Pp. 255–268. (rus) <http://doi.org/10.22363/1815-5235-2022-18-3-255-268>
5. Atkina L.I., Zhukova M.V., Morozov A.M. The Basic Architectural Styles. The Characteristic Features. Ekaterinburg: UGLTU, 2015. 37 p.
6. Andreeva O.A. Architectural Monument: Object of Modern Era. Ulyanovsk: UIGTU, 2012. 117 p. ISBN 978-5-9795-0943-3
7. Krivoshapko S.N., Christian A. Bock Hyeng, Mamieva I.A. Chronology of erection of the earliest reinforced concrete shells. *International Journal of Research and Reviews in Applied Sciences* (ISSN: 2076-734X, EISSN: 2076-7366). 2014. Vol. 18. Iss. 2 Pp. 95-108.

8. Krivoshapko S.N. Metal ribbed-and-circular and lattice shells from the 19th until the first half of the 20th centuries. *Structural Mechanics of Engineering Constructions and Buildings*. 2014. No. 6. Pp. 4-15.
9. Kurbatov Yu.I. Architecture in context of environment. *Stroitelstvo i Arhitektura Leningrada*. 1977. No. 4. Pp. 28-32. (rus).
10. Umorina Zh.E. Bionic architecture as a new direction in architecture. *Zelyonaya Ekonomika – Strategicheskoe Napravlenie Ustoicheskogo Razvitiya Regionov [Green Economy: Strategic Direction of Stable Development of Regions]: Proc. of the III Congress “Industrial Ecology of Regions” (April 3–4, 2018.)* RosPromEko. 2018. Ekaterinburg: UrGAHU, 2018. Pp. 46-48.
11. Volichenko O.V. Konzeptualno-prototipnoe modelirovanie arhitekturnich objektov [Concept-and-Prototype Modelling of Architectural Objects]. Bishkek: KRSU, 2017. 142 p. ISBN 978-9967-19-516-5
12. Giamarellos S. Intersecting itineraries beyond the strada novissima: the converging authorship of critical regionalism. *Architectural Histories*. 2016. No. 4(1). 11 p. doi:<http://doi.org/10.5334/ah.192>
13. Chaubin Fr. *Cosmic Communist Constructions Photographed*. Taschen, 2017. 448 p. ISBN: 9783836565059
14. Barchugova E.V. Parametrisation as a direction of the modern project activities. *AMIT*. 2013. No. 4(25). 19 p. [marhi.ru]
15. Selivanova A.N. Post-constructivism. Power and Architecture at 1930-s in USSR. Moscow; BuksMArt, 2020. 320 p. ISBN: 978-5-6040055-9-0
16. Chelnokov A.V., Kornienko D.A. Methods of forming in digital architecture. *Vestnik Pridneprovskoy Gosudarstvennoy Akademii Stroitelstva i Arhitekturi*. 2013. No. 6. Pp. 25–29.
17. Alborova L.A. Minimal surfaces in building and architecture. *Biosfernaya sovmestimost': chelovek, region, tekhnologii [Biosphere compatibility: human, region, technologies]*. 2021. No.1. Pp. 3-11. (rus). doi:10.21869/2311-1518-2021-33-1-3-11
18. Volichenko O.V. Conceptions of non-linear architecture. *Architecton: Izvestiya vuzov*. 2013. No. 44 (December). Pp. 21-39. ISSN 1990-4196
19. Zaslavskaya A.Y. Features, forming an architectural object, basing on fractal structures. *Urban Construction and Architecture*. 2011. Vol. 1. No. 2. Pp. 15-17. doi:10.17673/vestnik.2011.02.4
20. Lezina E.P. Neo-functionalism: origin and development. *Intellktualniy Potentsial 21^{ogo} veka: Stupeni Poznaniya: Sb. Mat. XXIII Mologezhnoy Nauchno-Prakticheskoy Konferentsii / Ed. by S.S. Chernova*. Novosibirsk: Izd-vo TzRNS, 2014. Pp. 10-14. ISBN 978-5-00068-136-7
21. Sheldon Dennis Robert. Digital surface representation and the constructability of Gehry's architecture. Thesis (Ph.D.). Massachusetts Institute of Technology, Dept. of Architecture, 2002. 340 p. <http://hdl.handle.net/1721.1/16899>
22. Waters J.K. *Blobitecture: Waveform Architecture and Digital Design*. Rockport Pub., 2003. 192 p. ISBN-10: 1592530001
23. Pakowska Marta. Parametric, generative, evolutionary, organic and bionic architecture – A new look at an old problem. *Architecture et Artibus*. 2014. No. 1. Pp. 42-45.
24. Volkov A.M. Neo-constructivism. *Architekturniy Almanach “Korpus”*. No. 2. <https://cih.ru/k2/neocon2.html>
25. 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. doi:1002/AD.912
26. Krivoshapko S.N. Polyhedra and quasi- polyhedra in architecture of civil and industrial erection. *Building and Reconstruction*. 2020. No. 4 (90). Pp. 48-64. doi:10.33979/2073-7416-2020-90-4-48-64 (rus).
27. Krivoshapko S.N. Shells and rod structures in the form of analytically non-given surfaces in modern architecture. *Building and Reconstruction*. 2020. No. 3. Pp. 20-30. doi:10.33979/2073-7416-2020-89-3-20-30
28. Khan-Magomedov S.O. *Architecture of Soviet Vanguard. Book 1. Problems of Forming. Masters and Flows*. Moscow: Stroyizdat, 1996. 710 p. ISBN 5-274-02045-3. (rus)
29. 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. No. 1. Pp. 39-48. doi:10.22337/2077-2020-1-39-48
30. Bykov Olesiy, Gubkina Ievgeniia. *Soviet Modernism. Brutalism. Post-Modernism Buildings and Structures in Ukraine 1955–1991*. DOM Publishers. July 1, 2019. 250 p. ISBN 978-3-86922-706-1
31. Loktev V.I. Neo-brutalism and theory of metabolism (Kenzo Tange). *Architecture of the West. The Book 1. Masters and Directions*. Moscow: Stroyizdat, 1972. Pp. 85-102.
32. 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. No. 3-4. Pp. 106-125. [sias.ru]
33. William Zuk, Roger H. Clark. *Kinetic Architecture*. NY: Van Nostrand Reinhold, 1970. 163 p.
34. Azam Sadat Mozhdemani, Iran Reza Afhami. 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. [www.etasr.com]

35. Lytkin K.A. Architectural elements noospheric. *Architektura i Stroitelstvo Rossii*. 2013. No. 1. Pp. 30-39 (rus).
36. Mamieva I.A. Analytical surfaces for parametrical architecture in contemporary buildings and structures. *Academia. Architecture and Construction*. 2020. No. 1. Pp. 150-165. (rus)
37. Fedchun Dm. Generative designing in architecture and design // January 4, 2017. Archiprofi https://archiprofi.ru/journal/detail/generativnoe-proektirovanie-v-arkhitekture-i-dizayne_b580045/
38. Volynskov V.E. Evolution as a strategy of projevting and designing in non-linear architecture. *Housing Construction*. 2011. No. 10. Pp. 1-6.
39. Konysheva O.P. Analysis of features of parametrical architecture. *Molodoy Uchoniyy* [Young Scientist]. 2023. No. 1 (448). Pp. 17-21. <https://moluch.ru/archive/448/98604/>
40. Alborova L.A., Mamieva I.A. Curvilinear forms in architecture of buildings and erections. *Building and Reconstruction*. 2023. No. 5 (109). Pp. 76-86. doi:10.33979/2073-7416-2023-109-5-76-86
41. Krivoshapko S.N. Shell structures and shells at the beginning of the 21st century. *Structural Mechanics of Engineering Constructions and Buildings*. 2021. No. 17(6). Pp. 553-561. doi:10.22363/1815-5235-2021-17-6-553-561

Информация об авторе:

Кривошاپко Сергей Николаевич

Инженерная академия ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», г. Москва, Россия,
доктор технических наук, профессор, профессор-консультант департамента строительства ИА РУДН.
E-mail: sn.krivoshapko@mail.ru

Information about author:

Krivoshapko Sergey N.

Engineering Academy of the Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia,
DSc, professor, professor-tutor at the Civil Engineering Department of the EA of the RUDN University.
E-mail: sn.krivoshapko@mail.ru