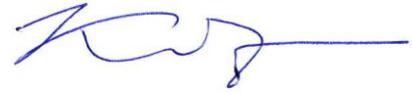


*На правах рукописи*



**КОРОТИЧ**  
Андрей Владимирович

**ФОРМООБРАЗОВАНИЕ  
РЕГУЛЯРНЫХ ДИСКРЕТНЫХ  
СТРУКТУР В ДИЗАЙНЕ:  
АСПЕКТЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО  
МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Специальность:  
17.00.06 – «Техническая эстетика и дизайн»

**А в т о р е ф е р а т**  
диссертации на соискание ученой степени  
доктора технических наук

Москва – 2022

Работа выполнена на кафедре «Архитектура» Института строительства и архитектуры Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

**Официальные оппоненты:**

**Михайлов Сергей Михайлович**- доктор искусствоведения, профессор, заведующий кафедрой Дизайна ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный университет»

**Пиирайнен Виктор Юрьевич**- доктор технических наук, профессор кафедры Материаловедения и технологий художественных изделий ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет»

**Ившин Константин Сергеевич**- доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой Дизайна ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»

**Ведущая организация:**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная художественно-промышленная академия им.С.Г.Строганова»

Защита состоится « 23 » \_\_\_\_\_ сентября \_\_\_\_\_ 2022 г. в 15-00 час. на заседании Диссертационного Совета Д 212.144.05 при Российском государственном университете им.А.Н.Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство) по адресу: 119071, г. Москва, Малая Калужская ул., д.1. С диссертацией можно ознакомиться на сайте [www.kosygin-rgu.ru](http://www.kosygin-rgu.ru) и в библиотеке РГУ им.А.Н.Косыгина.

Автореферат разослан « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

Ученый секретарь диссертационного совета доктор технических наук, доцент А.Н.Новиков



## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы.** Начало XXI века характеризуется стремительно возрастающим интересом концептуалистов и проектировщиков к новейшим формотворческим технологиям и средствам моделирования как конкретным инструментам, обеспечивающим получение конечных результатов, отличающихся качественной новизной облика, художественно-эстетическим совершенством, конструктивно-технологической и функциональной эффективностью.

К настоящему моменту автору известны лишь единичные научно-исследовательские труды, посвященные рассмотрению различных проблем формообразования в дизайне: в них развиваются общетеоретические/философские/искусствоведческие аспекты формотворчества; исследуются проблемы формообразования определенных групп промышленных изделий, имеющих конкретную функционально-типологическую и/или технологическую специфику.

Следует отметить, что ни в одной из этих работ не изучаются специфические морфологические особенности формообразования перспективных *регулярных дискретных структур*- многогранных/складчатых, решетчатых и комбинированных систем,- способных эффективно использоваться в различных стратегически важных сферах: от быстровозводимых укрытий в зонах техногенных катастроф и военных конфликтов до трансформируемых космических шлюзов и солнечных батарей, от акустических звукорассеивающих экранов до жилых модульных орбитальных космических комплексов нового поколения.

Быстрыми темпами развивается производство изделий строительной индустрии; однако автором не обнаружено ни одного специального научно-исследовательского труда по дизайну технически эффективных и эстетически выразительных облицовочных элементов (акустических, фасадных и кровельных) интерьеров и экстерьеров современных жилых, общественных и промышленных зданий- данная важнейшая отрасль полностью выпала из поля зрения ученых сферы технической эстетики.

Таким образом, не подлежит сомнению безусловная актуальность создания специальных работ, расширяющих *инструментальный диапазон дизайнерского формотворчества*, т.е. генерирующих разработку новых алгоритмов, а также технически эффективных и эстетически выразительных форм различных классов с их последующей проектной адаптацией в различных отраслях/направлениях промышленного искусства. При этом абсолютно очевидна необходимость интенсивного развития формотворческой проблематики с углубленным изучением вопросов графического/компьютерного и объемного экспериментально-поискового моделирования (в т.ч. с использованием 3D-принтеров) новых типов эффективных регулярных дискретных конструктивных структур, способных обозначить новые пути развития дизайна будущего.

В постоянном высококонкурентном межгосударственном соперничестве вывода орбитальных многомодульных и трансформируемых структур в космос, проектирования перспективных лунных поселений, освоения подземных пространств и подводных шельфовых зон, создания мобильных убежищ в районах стихийных бедствий и экстремальных природно-климатических условий новые эффективные типы регулярных дискретных структур, созданных с использованием передовых информационных технологий, по праву занимают одну из лидирующих позиций. Здесь значение стратегического приоритета в научно-изобретательских результатах с очевидностью выходит за рамки собственно научно-технологических проблем: можно смело утверждать, что теперь это вопрос государственного престижа и национальной безопасности в контексте мирового научно-технического прогресса. Все это обуславливает колоссальную практи-

ческую значимость обозначенного в работе научно-практического направления развития современного дизайна.

В конечном итоге реализация поставленных в работе задач позволит решить две взаимосвязанные научно-методические проблемы:

-оптимизировать творческие процессы проектирования изделий на основе предложенных новых формотворческих способов графического и объемного моделирования регулярных дискретных структур, раскрывающих ранее неизвестные эффективные технические и пластические возможности новых концептуальных разработок в различных сферах современного дизайна;

-дать в руки дизайнера новый морфологический инструментарий художественного и технического творчества- созданный автором и предложенный к практическому использованию комплекс новых алгоритмов формотворчества и результирующих геометрических моделей, потенциально перспективных для реализации их в различных областях/отраслях современного дизайна.

Именно в этом заключается актуальность настоящего исследования.

**Область исследования** определена пунктом 12 научной специальности 17.00.06 «Техническая эстетика и дизайн»: «Методы формообразования и структурообразования художественных и промышленных изделий»; она полностью соответствует двум позициям формулы данной специальности: -«оптимизация творческих процессов проектирования изделий текстильной, легкой, машиностроительной, приборостроительной, автомобилестроительной и других отраслей промышленности»; -«формообразование и структуризация объектов проектирования».

**Объектом исследования** являются регулярные дискретные структуры некоторых морфологических классов, потенциально перспективные для использования в различных сферах и отраслях дизайна.

**Предмет исследования**- новые геометрические закономерности и особенности формообразования регулярных дискретных структур в профессиональном дизайнерском художественно-техническом творчестве, а также геометрические алгоритмы их графического и объемного моделирования.

**Границы исследования.** Работа ограничена выявлением научных геометрических закономерностей и особенностей построения комплекса новых регулярных дискретных структур различных морфологических классов с составной гладкой, многогранной, решетчатой или комбинированной (пластинчато-стержневой) оболочкой, а также созданием новых способов и приемов их графического и объемного моделирования. Анализируются технические и композиционные возможности результирующих структур в контексте их потенциальной эффективной практической реализации. При этом в диссертации не рассматриваются формы с иррегулярной (асимметричной /хаотической /неритмичной) структурой (например, сложные криволинейные бионические оболочки с нестабильной поверхностью), а также методы их моделирования, имеющие принципиально иную морфологическую основу формотворчества. Географические границы работы: РФ, ЕС, Китай, Индия, США, Япония. Хронологические рамки исследования: 1900-2020е гг.

**Теоретическая база диссертации.** Наиболее полно понять и раскрыть сущность проблемы позволило изучение теоретических, методических и инновационных работ, принадлежащих к пяти направлениям.

Первая группа работ- специальные диссертационные труды, рассматривающие различные аспекты формообразования в дизайне- как теоретические основы морфологии так и функционально-типологическую специфику различных промышленных изделий (работы А.А.Базилевского, Т.В.Белько, Г.Б.Борисовского, Т.Н.Бытачевской, В.Н.Гамаюнова, А.А.Грашина, Т.С.Васильевой, В.Э.

Волынскова, А.И.Затулий, Д.С.Кобзева, А.В.Корытова, Г.Н.Кузнецовой, О.И.Лексиной, А.Ю.Манцевич, И.Д.Маркеловой, М.Т.Майстровской, Д.Л.Мелодинского, Ю.В.Назарова, Г.И.Петушковой, Н.С.Пьянковой, Е.Ю.Рассоловой, В.Ф.Сидоренко, Т.Ю.Федоровой, М.А.Червонной, О.Р.Шумской и др.).

Вторая группа работ- общетеоретические, искусствоведческие, философские, конструктивно-технические и экспериментально-поисковые исследования по различным проблемам и аспектам формообразования (труды В.Г.Власова, Ю.П.Волчка, А.В.Ефимова, Е.В.Жердева, Е.К.Ивановой, К.С.Ившина, В.Ф.Колейчука, А.Н.Лаврентьева, Ю.С.Лебедева, К.Е.Левитина, Л.Н.Лубо, Ф.Т.Мартынова, С.М.Михайлова, Е.С.Пронина, Ю.А.Плаксиева, Е.А.Розенблюма, Н.А.Сапрыкиной, Ю.С.Сомова, В.Г.Темнова, А.Г.Трущева, С.О.Хан-Магомедова, М.В.Шубенкова и др.), а также О.Бюттнера (Buttner), Германия; Д.Эммери (Emmerich), Франция; Э.Оната (Onat), Турция; А.Колцвари (Kolozsvary) и Джодидио (Jodidio), Великобритания и др.

Третья группа работ- труды по геометрическому моделированию многогранных/складчатых, решетчатых и комбинированных регулярных структур (работы Ю.А.Ачкасова, О.М.Вартаняна, А.И.Волкова, Н.А.Гоголевой, Г.М.Голова, В.В.Зубкова, В.Н.Иванова, Э.М.Кириенко, В.Ф.Колейчука, С.Н.Кривошарко, А.К.Купара, В.Е.Михайленко, Г.Н.Павлова, В.А.Сладкова, А.А.Тумасова, М.С.Туполева, А.Н.Фесана, А.Д.Ярмоленко, др.), а также Р.Б.Фуллера (Fuller), США; З.Маковски (Makowsky), Великобритания; Р.Пиано (Piano), Италия; З.Лагерпуша (Lagerpusch), Германия; П.Фростика (Frostick), Австралия; К.Миуры (Miura), Япония; А.Квормби (Quarmby) и В.Седлака (Sedlak), Великобритания и др.

Четвертая группа работ- фундаментальные труды по теории симметрии, теории плоских разбиений и кристаллографической геометрии, дающие обширный исходный материал для структурного моделирования различных регулярных дискретных форм в дизайне (работы Р.В.Галиулина, Б.Н.Делоне, Е.А.Заморзаевой-Орлеанской, Е.С.Федорова, М.И.Штогриня, А.В.Шубникова и др.), а также Б.Грюнбаума (Grunbaum) и Дж.Шепарда (Shepard), США/Канада; А.Темешвари (Temesvari), Венгрия и др.

Пятая группа работ- патентные технические решения, раскрывающие новые способы структурного моделирования, а также эффективные результирующие формы регулярных дискретных структур в дизайне. Патентный поиск проведен по странам: Россия, Великобритания, США, Германия, Франция, Япония.

**Цель диссертации-** создание научно-методических основ геометрического формообразования новых технически эффективных регулярных дискретных структур различных морфологических классов как перспективных объектов дизайнерского творчества, и на этой платформе- разработка новых научно обоснованных проектно-изобретательских предложений по перспективному практическому применению комплекса полученных форм в различных отраслях и направлениях дизайна.

**Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:**

1) произвести систематизацию основных направлений, тенденций, концепций, геометрических алгоритмов, способов и морфологических особенностей формообразования регулярных дискретных структур, а также областей их эффективного использования в мировой практике дизайнерского творчества;

2) установить геометрические закономерности и особенности графического и объемного моделирования комплекса новых регулярных дискретных структур с составной гладкой, многогранной, решетчатой или комбинированной (пластинчато-стержневой) оболочкой, потенциально перспективных для адаптации в профессиональном дизайнерском художественно-техническом творчестве;

3) разработать новые научно обоснованные проектно-изобретательские

предложения по эффективному практическому применению комплекса полученных регулярных дискретных структур в различных отраслях и направлениях дизайна с использованием авторских способов графического и объемного моделирования.

**Методика исследования.** В процессе научных теоретических и поисково-экспериментальных исследований автором использованы:

-системно-структурный и сравнительный анализ (при определении этапов, творческих направлений, тенденций и концепций дизайнерского структурного формотворчества);

-фотофиксация проектных графических материалов и объемных моделей объектов дизайна;

-графо-аналитический метод (графический анализ особенностей объемного построения и возможностей переменных кинематических преобразований/ трансформации исследуемых объектов);

-фундаментальные принципы теории симметрии, теории плоских разбиений и кристаллографии (при моделировании новых форм объектов дизайна, а также создании новых способов и приемов их геометрического построения);

-компьютерное моделирование и графика (при создании виртуальных 3D-моделей проектируемых объектов и их графической визуализации);

-экспериментально-поисковое макетирование и технологическая апробация опытных образцов (при проверке научных гипотез и создании новых проектно-изобретательских решений).

**Научная новизна работы состоит в следующем:**

1) произведена систематизация основных направлений, тенденций, концепций, геометрических алгоритмов, способов и морфологических особенностей формообразования регулярных дискретных структур, а также областей их эффективного использования в мировой практике дизайнерского творчества;

2) установлены геометрические закономерности и особенности графического и объемного моделирования комплекса новых регулярных дискретных структур с составной гладкой, многогранной, решетчатой или комбинированной (пластинчато-стержневой) оболочкой, потенциально перспективных для адаптации в профессиональном дизайнерском художественно-техническом творчестве;

3) с использованием авторских способов графического и объемного моделирования разработаны новые научно обоснованные проектно-изобретательские предложения по эффективному практическому применению комплекса полученных регулярных дискретных структур в различных отраслях и направлениях дизайна.

**На защиту выносятся следующие научно-практические положения:**

1) систематизация основных направлений, тенденций, концепций, геометрических алгоритмов, способов и морфологических особенностей формообразования регулярных дискретных структур, а также областей их эффективного использования в мировой практике дизайнерского творчества;

2) установленные геометрические закономерности и особенности графического и объемного моделирования комплекса новых регулярных дискретных структур с составной гладкой, многогранной, решетчатой или комбинированной (пластинчато-стержневой) оболочкой, потенциально перспективных для адаптации в профессиональном дизайнерском художественно-техническом творчестве;

3) новые научно обоснованные проектно-изобретательские предложения по эффективному практическому применению комплекса полученных регулярных дискретных структур в различных отраслях и направлениях дизайна, разработанные с использованием авторских способов графического и объемного моделирования.

**Достоверность результатов работы** обеспечивается значительным объемом выполненных автором экспериментально-поисковых работ по графическому и объемному формообразованию (компьютерное моделирование, макетирование, опытные образцы). В работе использованы базовые положения некоторых фундаментальных научных теорий и научных дисциплин (теория симметрии, теория плоских разбиений, кристаллографическая геометрия и др.). Основные положения работы использованы в практике проектирования и строительства ряда действующих реализованных объектов среднего и интерьерного дизайна, а также в изобретении и отработке промышленных технологий производства некоторых изделий строительной индустрии.

**Теоретическое значение полученных результатов** заключается в развитии методологической парадигмы «от универсальной формы- к комплексу изделий с различной функцией», а также обращении диссертанта к научным основам/фундаментальным научным закономерностям формообразования определенных классов *регулярных дискретных структур* в различных сферах дизайна. В работе обозначены потенциально перспективные направления эффективного использования полученных структур, в т.ч. впервые открытых автором новых классов форм. Приводятся новые методические основы их графического и объемного моделирования- созданные автором конкретные способы и приемы управления формой (ее получения и преобразования/трансформации), т.е. расширяется *инструментальная база* формообразования. Следовательно, настоящая диссертационная работа создает *системную научную платформу* для дальнейшего изучения проблемы, стимулируя развитие новых перспективных направлений теоретических и экспериментальных поисков в сфере дизайна.

**Практическое значение полученных результатов.** Разработанные автором новые способы геометрического моделирования различных регулярных дискретных структур позволяют получать результирующие технические решения объектов дизайна с улучшенными композиционными, конструктивными, технологическими и эксплуатационными свойствами (увеличенная жесткость при одновременном уменьшении площади поверхности; сокращение расхода материала и уменьшение теплопотерь через оболочку; улучшенные акустические/ звукорассеивающие качества; повышенная степень пакетируемости; комбинаторная/компоновочная вариабельность; возможность многократной кинематической трансформации формы и др.), что обуславливает их высокую патентоспособность.

Разработанные автором алгоритмы экспериментально-поискового формообразования регулярных дискретных структур различных морфологических классов и широкое применение компьютерных средств при решении актуальных задач геометрического конструирования создают перспективы всеобъемлющего использования результатов диссертации в учебном процессе отечественных и зарубежных вузов, при выполнении научных исследований и создании профессиональных творческих работ, а также в промышленном производстве изделий различного функционального назначения.

Изложенные выше положения позволяют считать, что данное исследование решает комплекс важных научно-методических и практических/конструктивно-технологических проблем современного дизайна.

**Апробация и внедрение результатов работы.** Основные положения диссертации опубликованы в монографии, 20 статьях в рецензируемых изданиях перечня ВАК РФ, 46 патентах РФ, доложены на всероссийских и международных научно-практических конференциях. Общее число публикаций- 74.

По предложению руководства корпорации «Роскосмос» автор участвует в реализации концепции «открытой архитектуры» *орбитальных многоцелевых мо-*

*дульных комплексов нового поколения*, решающих задачи организации космических поселений в условиях невесомости, а также в проектировании производственно-жилых лунных станций. [Предложенные автором комплексы способны многократно изменять конфигурацию путем перекомпоновки или отсоединения контурных модулей. Им также изобретена система максимально компактных *трансформируемых сооружений*, в т.ч. раскрывающиеся шлюзы для выхода в открытый космос и солнечные батареи, быстровозводимые покрытия производственных объектов лунных поселений и др.].

Авторские научные разработки, предпроектные концепты и изобретения в сфере современного дизайна экспонировались на международных выставках и ряде персональных выставок («Природообразные конструкции» /СССР-ФРГ/, Москва, 1983, ЦНИИТИА; «Мир Стекла-2002», Москва, Экспоцентр; «СТВУН-2011», Сеул, Южная Корея, центр СОЕХ; персональная выставка, посвященная XX-летнему юбилею РААСН, Москва, 2011, РААСН; выставка работ членов РААСН, Москва, 2012, МГСУ; саммит BRICS-2009 в Екатеринбурге, УралНИИ-проект; «Иннопром-2011», Екатеринбург-ЭКСПО; персональная выставка, посвященная XXV-летнему юбилею РААСН, Москва, 2017, РААСН и др.).

Научно-технологические разработки автора демонстрировались в зарубежных университетах (Технический университет, Грац, Австрия, 1991; Центр Искусств, Ла Тур-де-Пальц, Швейцария, 1994; Университет Мимара Синана, Стамбул, Турция, 1996; Академия строительства, Штутгарт, Германия, 1996; Университет Ореп, Милтон, Великобритания, 1996 и др.) и производственных фирмах («Canobbio S.p.A.», Милан, Италия, 1994; «Wolf-Systembau G.m.b.H.», Шарнштайн, Австрия, 1991; «GlasTrosch», Бюцберг, Швейцария, 2002 и др.).

Научно-методические разработки диссертанта по формообразованию новых типов складчатых оболочек, трансформируемых из плоскости, уже на протяжении более 35 лет используются в учебном процессе ряда ведущих вузов России (МАрХИ, УГТУ-УПИ /УрФУ, САИ/УрГАХУ: практические курсы по начертательной геометрии, а также объемному и графическому конструированию дискретных многогранных поверхностей).

Теоретические и экспериментальные научные результаты настоящей работы используются в 12 странах мира в процессе профессионального дизайнерского творчества (проектные бюро, научно-производственные компании, мастерские и др.), а также в учебном процессе ряда университетов.

Ряд научно-практических разделов диссертации выполнен в русле государственных программ и поддержан грантами Минстроя РФ и РААСН, имеющими государственную регистрацию (-Грант 2013-2015гг. Тема: «Закономерности формообразования инновационных архитектурных оболочек»; отчеты по НИР: № гос.регистр. 01201352761; заключительный отчет 2015г.: № гос.регистр. АААА-Б17-21705044 0115-8; -Грант 2016-2017гг. Тема: «Региональные особенности и общие закономерности развития архитектуры высотных зданий»; отчеты по НИР: № гос.рег. АААА-А16-116103150028-6; заключительный отчет 2017г.: № гос.рег. АААА-Б18-218031 500052-5; -Грант 2018-2019гг. Тема: «Композиционные компоненты пластической выразительности современной имиджевой архитектуры»; отчет по НИР: № государственной регистрации АААА-А18-118042890019-5).

С использованием теоретических положений настоящей работы диссертантом разработаны и реализованы дизайнерские концепты общественных и частных интерьеров: уникальный складчатый акустический потолок концертного зала и вестибюля Камерного театра (в соавт.), Екатеринбург, 1997; интерьер столовой Уральского государственного педагогического университета, Екатеринбург, 1990; интерьеры спортивного комплекса «RINGS», Екатеринбург,

2002-2008; интерьеры виллы «Muzakki», Рас-Эль-Хайма, ОАЭ, 2007-2008 и др.

С использованием собственных конструкторских разработок автором диссертации реализованы проекты различных объектов средового дизайна (малые формы, входные группы, павильоны) в ряде городов Свердловской, Челябинской, Тюменской и Пермской областей (осуществлено более 40 объектов).

В целом в рамках настоящего исследования автором создано более 2000 новых эффективных патентоспособных технических решений составных регулярных дискретных структур для различных областей дизайна, а также экспериментально-поисковых способов/алгоритмов их моделирования. За изобретение и внедрение новых типов регулярных дискретных структур в различные отрасли дизайна и архитектуры диссертант награжден знаком Госкомизобретений СССР «Изобретатель СССР» (1989), а также удостоен государственной награды- почетного звания «Заслуженный изобретатель Российской Федерации» (1994).

**Личное участие автора.** Автору принадлежит основная научная идея и логика структурного построения работы, обоснование выбора объекта исследования, разработка всех ключевых теоретических положений, постановка опытов по экспериментально-поисковому моделированию, обобщение полученных результатов. *Во всех представленных публикациях, включая патенты, диссертант является единственным автором.*

**Структура и объем работы.** Диссертация выполнена в одном томе, включающем текстовую часть на 269 страницах (введение, три главы, заключение, список использованной литературы из 383 наименований), а также последующее иллюстративное приложение на 150 страницах (~1000 изображений). Общий объем работы- 419 страниц.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**Во введении** раскрыта актуальность темы; сформулированы цель и задачи диссертации; определены объект, предмет, границы и методика исследования; освещены научная новизна работы и положения, выносимые на защиту; отражена теоретическая и практическая ценность полученных результатов, а также изложены данные по их апробации и внедрению.

**В первой главе «Развитие регулярных дискретных структур в дизайне: морфологическая типология и формотворческие направления»** (информационно-аналитической) автором разработана морфологическая классификация основных типов регулярных дискретных структур; изложен системный анализ различных научных подходов и направлений, творческих концепций и парадигм, методов и схем формообразования, а также перспектив практического использования регулярных дискретных структур в практике дизайнерского творчества различных промышленных отраслей и стран.

**1. Базовый идеологический принцип настоящего исследования- принцип универсальности формы.** Он предполагает принципиальную возможность и равноценную эффективность использования какой-либо формы в различных, не связанных друг с другом областях дизайна. Специфика настоящей работы заключается именно в том, что объект и предмет исследования изначально не связаны однозначно с конкретной типологической категорией объектов дизайна.

Поэтому принципиальная методология настоящей работы («от какой-либо новой универсальной абстрактной формы- к спектру разнообразных по функции изделий/объектов дизайна на ее основе») предполагает рассмотрение комплекса новых абстрактных форм- инструментальной основы дизайнерского творчества- в неразрывной связи с практическим вопросом: **«чем они могли бы быть?»**. Рассмотрение феномена «универсальности формы» в современном дизайне осуществлено автором на примерах многофункционального практическо-

го использования собственных формотворческих разработок.

**2.** Произведена морфологическая систематизация семи основных классов *регулярных дискретных структур*, перспективных в контексте развития современных дизайна и зодчества и представленных в работе в качестве *объекта* настоящего исследования.

*1.Изоэдральные сферические структуры.* Составляют группу изоэдральные/равноэлементные сферические разбивки; при этом одинаковые/зеркально равные элементы-отсеки сферы могут быть очерчены геодезическими плоскими кривыми, а также произвольными плоскими или неплоскими кривыми различного очертания.

*2.Складчатые структуры.* Составляют группу многоэлементные складчатые поверхности/оболочки, образованные плоскими, цилиндрическими или коническими гранями/отсеками различной конфигурации, соединенными по кромкам.

*3.Решетчатые структуры.* Составляют группу жесткие или трансформируемые сквозные решетки из стержней/труб или пластин/полос/ребер, соединенных в узлах.

*4.Квазимногогранные структуры.* Составляют группу центрические замкнутые структуры, имитирующие форму плоскогранных многогранников и образованные отсеками линейчатых или криволинейных поверхностей, соединенных по кромкам.

*5.Составные линейчатые структуры.* Формируют группу структуры, образованные состыкованными одинаковыми/зеркально равными отсеками линейчатых поверхностей отрицательной гауссовой кривизны (гипара, коноида, геликоида и др.) и имеющие плоскостное, сводчатое, куполообразное/пирамидальное, трубчатое, гиперболическое и сложное очертание.

*6.Пластинчато-стержневые/комбинированные структуры.* Составляют группу жесткие или трансформируемые конструктивные системы, в которых многоэлементные блоки из многогранных или криволинейных отсеков соединены со сквозными решетчатыми структурами или единичными трубчатыми/ребристыми/стержневыми элементами.

*7.Замкнутые многогранные структуры.* Составляют группу замкнутые многогранники, имеющие выпуклую или невыпуклую регулярную поверхность, а также их многоэлементные конгломераты.

**3.** Произведена детальная систематизация двадцати шести актуальных *направлений практического использования регулярных дискретных структур в дизайне и архитектуре*, в т.ч. с обозначением «пограничных» сфер, развитие которых могут одновременно эффективно осуществлять специалисты обоих родственных профессий:

1- модульные структуры орбитальных космических комплексов нового поколения в рамках концепции «открытой архитектуры» (свободнолетающие жилые многоблочные орбитальные станции в околоземном космосе, способные произвольно менять пространственную конфигурацию при вариативной стыковке блоков); космические сферические капсулы/летательные аппараты (жилые, грузовые, спутники связи);

2- сборно-разборные многомодульные жилые структуры (в т.ч. военные и геологоразведочные) в труднодоступных районах, а также экстремальных средах и зонах Земли (полярные территории, шельфовые прибрежные зоны, подземное пространство, пустыни, сложный рельеф и т.п.);

3- трансформируемые быстровозводимые сооружения малых и средних пролетов (палатки, укрытия, ангары и временное жилье в районах газовых и нефтяных месторождений, зонах техногенных и природных катастроф, военных

конфликтов и массовой миграции населения; покрытия производственных площадок и сооружений лунных добывающих комплексов);

4- трансформируемое оборудование, гибкие гофрированные поверхности, в т.ч. замкнутые трубчатые (развертывающиеся космические шлюзы и галереи, а также солнечные батареи и радиотелескопы с максимальной степенью пакуемости; коленные и локтевые участки космических скафандров и др.);

5- кристаллографические и ячеистые/решетчатые декоративные и солнцезащитные оболочки фасадов современных имиджевых зданий и сооружений (в т.ч. трансформируемые структуры-жалюзи и многогранные витражи);

6- решетчатые навесные структуры экстерьерного и интерьерного светодизайна (в т.ч. из неоновых или светодиодных трубок);

7- малые формы средового дизайна (абстрактные скульптуры- фирменные знаки/стелы, фонтаны, театральные декорации и сценические элементы в интерьерах при оформлении спектаклей/шоу и телестудий, рекламно-выставочные модули/экспозиционное оборудование, ширмы, рестораны, киоски, выставочные и торговые павильоны, навесы, в т.ч. транспортных сооружений, входные группы, крытые галереи, переходы, наружные вентиляционные установки и др.);

8- развивающие сборные и трансформируемые конструкторы/учебные пособия в школах и университетах на занятиях по геометрии и композиционному конструированию; объемные демонстрационные учебные пособия;

9- игрушки (в т.ч. елочные; сборные конструкторы для детей);

10- упаковка для товаров (в т.ч. декоративная трансформируемая, формуемая или литая; парфюмерные флаконы);

11- изделия одежды (плиссированные юбки и шарфы, детали карнавальных костюмов, головные уборы и проч.) и аксессуары (галстуки, в т.ч. «бабочки»; пуговицы, веера, маски и др.);

12- формы пищевых продуктов (шоколадных плиток, печенья, пирожных);

13- формы разнообразных изделий ювелирного и камнерезного искусства;

14- акустические оболочки в зальных общественных интерьерах (многослойные поглощающие ячеистые конструкции; складчатые и решетчатые звуко-рассеивающие экраны стен и потолков);

15- спортивные мячи (футбольные, баскетбольные, теннисные и др.);

16- абажуры, лампы, фонари и оболочки/лицевые панели бытовых и промышленных светильников;

17- сувениры (в т.ч. трансформируемые и разборные);

18- строительные несущие элементы массового промышленного производства (покрытия- купола и своды; структурные плиты; элементы каркасопоры, фермы, балки, арки; многослойные плиты типа «сэндвич» и др.); навесные ограждающие и несущие стеновые оболочки строительных объектов (спортивных арен, транспортных, выставочных и зрелищных сооружений, оранжерей и др.);

19- модульные облицовочные элементы строительной индустрии (черепица штучная или листовая; литые/вырезные стеновые и потолочные панели и плитки; штампованные/гнуемые/экструзионные профили и листы; листовая металлическая рельефная опалубка и др.);

20- гидротехнические промышленные объекты (плотины, резервуары/водонапорные башни, охладители/градирни и др.);

21- сферические укрытия радаров связи и слежения (исследовательских и пограничных, наземных и корабельных) и астрономических обсерваторий;

22- промышленные сферические газгольдеры;

23- решетчатые и рельефные элементы мебели, мебельная фурнитура;

24- открытки, конструкторы и объемные изделия книжной полиграфии (складывающиеся иллюстрации) из бумаги, картона и пластика;

25- объемные фрагменты/элементы картин, скульптур и других произведений изобразительного, монументально-декоративного и прикладного искусства (барельефы, монументы, постаменты, колонны, подиумы и т.д.);

26- защитно-декоративные кожухи/оболочки, панели (в т.ч. многослойные) и жесткие перегородки динамических и статических машин/механизмов.

4. Произведена углубленная систематизация принципиальных направлений морфологического моделирования в дизайне с упором на *геометрические инструменты формотворчества* (методологии и способы геометрического конструирования, в т.ч. авторские методики и результирующие структуры) с демонстрацией их некоторых специфических качественных особенностей.

*1. Модификация/преобразование исходного прототипа.*

*1.1. Параметрическое или алгоритмическое преобразование/трансформация конфигурации всей исходной структуры или ее фрагментов без изменения топологии/связности структурных элементов.*

*1.2. Топологическое/структурное преобразование всей исходной формы или ее фрагментов.* Операции структурного формообразования: а) отсечение/вырезание (плоское, цилиндрическое, коническое, сферическое, торообразное, гиперболическое, сложное); б) присоединение/добавление (касательное или с взаимным пересечением): -абсолютно идентичных форм (в т.ч. и самопересечение при их повороте либо сдвиге); -самоподобных разномасштабных форм (в т.ч. по принципу построения фрактальных структур, а также по телескопическому принципу- вдоль оси от большего к меньшему); -геометрически однородных форм; -геометрически разнородных форм с образованием сложно-комбинированных структур; в) перемещение частей формы внутри нее без их самопересечения.

*1.3. Аппроксимация/приближение* (замена гладких сплошных оболочек решетчатыми, дырчатыми или многогранными; сильно расчлененных поверхностей- более сглаженными и наоборот и др.).

*1.3.1. Аппроксимация как процесс замены какой-либо исходной формы на другую, близкую по общей конфигурации, геометрии и топологии как в сторону упрощения так и усложнения морфологических качеств прототипа.* Аппроксимация может выступать как бесконечный процесс поэтапного/постепенного дискретного видоизменения исходного объекта-прототипа, где любой фиксированный вариант формы в данной цепочке можно рассматривать в качестве исходного объема-прототипа для иной цепочки последовательных геометрических модификаций, выполняемых другим способом.

*1.3.2. Аппроксимация как перезадание формы исходного объекта-прототипа другими формообразующими элементами.*

*1.4. Инверсия.* Сущность метода заключается в выворачивании формы какой-либо тонкостенной оболочки наизнанку (очертание внутреннего объема тонкостенной оболочки является инверсией по отношению к ее внешнему очертанию). [Чрезвычайно важная деталь: явление инверсии форм проявляет себя исключительно в поисково-экспериментальном *макетировании*; компьютерное же воспроизведение процесса трансформации формы не фиксирует как момента так и факта самой ее инверсии, ограничиваясь лишь параметрическими деформациями осевого сжатия-растяжения. Вывод: компьютерное моделирование отнюдь не всегда служит самым действенным инструментом формообразования и научного анализа, до конца раскрывающим все характерные особенности этого процесса; и в данном контексте актуальность научно-творческого поискового макетирования значительно возрастает].

1.5. *Кинематическое преобразование сплошной или несплошной плоской развертки из многоугольников по заданной сетке сгибов/шарниров- трансформация плоскости* (в т.ч. с искривлением исходных плоских многоугольников, с разрезами и вырезами плоскости, соединением участков поверхности и др.).

1.6. *Кинематическое преобразование стержневой или пластинчатой решетки по шарнирным связям* (в т.ч. с возможностью деформации элементов).

2. *Моделирование форм оболочек с минимальной поверхностью на разнообразных замкнутых пространственных контурах.*

3. *Непрерывное или дискретное движение либо проецирование заданных формообразующих элементов.*

4. *Модульная комбинаторика.*

4.1. *Модульная комбинаторика как процесс составления переменных по форме плоскостных или пространственных структур из одинаковых/однотипных исходных/заданных модулей*, выполненных в виде отсеков различных поверхностей, оболочек или объемных фигур, где структуры преобразуются перестановкой модулей (в т.ч. по фрактальным схемам).

4.2. *Модульная комбинаторика как процесс плотнейшего заполнения либо подразделения/паркетирования (в первую очередь- равноэлементного) плоских или трехмерных исходных объектов*, имеющих замкнутую плоскую конфигурацию (круг, треугольник, шестиугольник и др.) или ограниченный параметрический объем (куб, сфера, многогранники и т.д.), а также безразмерных объектов («плоскость», «пространство»).

4.3. *Модульная комбинаторика как процесс переменного заполнения многоугольных ячеек плоскостных или пространственных решеток* (реальных или виртуальных/графов) модульными элементами (плоскогранными, линейчатыми или нелинейчатыми отсеками поверхностей или составными модулями).

5. *Слоистое формообразование.* Сущность направления заключается в моделировании какой-либо формы массивом плотно составленных слоев-плит (в т.ч. имеющих вариативные толщину и контурное очертание).

6. *Заданные условия оптимального функционирования формы как определяющий фактор формотворчества.* Сюда, например, можно отнести такое направление, как «топологическая оптимизация» (устранение из структуры конструктивно «не работающего», лишнего материала).

7. *Особые свойства применяемых материалов, конструкций и режимов эксплуатации, а также технологические особенности и возможности промышленного производства как определяющий фактор формотворчества.*

8. *Особые художественно-эстетические концепции и предпочтения как определяющий фактор формотворчества.* Основные мотивы создания форм: а) стремление обозначить собственную уникальность за счет яркого эпатажа; б) четкое обозначение/трансляция определенных образно-символических аналогий путем имитации формы какого-либо объекта-прототипа/стилизация; в) обозначение национальных семантических и символических культурных кодов в русле развития национального самосознания и самоидентификации.

9. *Природообразные структуры.* Бионическое формотворческое направление в современном дизайне имеет два четко выраженных аспекта: -использование рациональных конструктивно-технологических принципов и способов природного морфогенеза при создании технически эффективных форм искусственных объектов (конструктивно-технологический аспект); -имитация пластически активных природных форм (художественно-эстетический аспект).

10. *Возможности современных информационных технологий, в т.ч. искусственного интеллекта, как определяющий фактор формотворчества.*

11. *Сочетание вышеназванных направлений в различных вариантах.*

5. Исследованы проблемы процесса профессиональной конвергенции *дизайна и архитектуры*- срастания двух родственных профессий (в т.ч. в архитектурно-строительной сфере) по всем направлениям- от общих философских принципов, парадигм и концепций деятельности до объектного диапазона и инструментальных формотворческих платформ.

Впервые определены и систематизированы основные парадигмы использования регулярных дискретных структур в современной архитектуре, средовом и интерьерном дизайне в контексте прогрессирующего развития *национального самосознания/самоидентификации* в различных странах мира, а также показаны наиболее действенные, эффективные композиционные средства/приемы/способы их осуществления.

1. *Прямая трансляция/перенос деталей (иногда объемного решения в целом) широко известных исторических прототипов в современные здания в практически неизменном виде.* В данном случае национальный/региональный колорит привносится в современный объект путем включения в его композиционную структуру имиджевых элементов всемирно известных исторических прототипов.

2. *Трансляция общей композиционной схемы объемного решения исторического прототипа или его фрагмента (иногда- его детализовки) в формы современных объектов.* В данном случае транслируется общая композиционная тема и сюжет известного исторического объекта: для зрителя узнаваемым являются общее очертание/силуэт объема или его фрагмента.

3. *Композиционно-конструктивная интерпретация элементов национальной культуры, деталей быта, знаков-символов, религиозной и эзотерической атрибутики в современных объектах в опосредованном (иногда- явном) виде.* Получила развитие тенденция выполнения имиджевых высотных зданий в форме национальной атрибутики различных культур, например, казахских женских головных уборов «саукеле», арабских и китайских иероглифов, монет, национальных символических артефактов (китайский нефритовый диск Би и др.).

**Во второй главе «Научно-методические основы геометрического моделирования новых регулярных дискретных структур различных морфологических классов» (поисково-экспериментальной)** изложены установленные диссертантом геометрические закономерности и особенности графического и объемного моделирования комплекса новых форм с составной гладкой, многогранной, решетчатой или комбинированной (пластинчато-стержневой) оболочкой, в т.ч. впервые открытых автором и потенциально перспективных для адаптации в профессиональном дизайнерском художественно-техническом творчестве.

1. Определены принципиальные способы конструирования новых *топологических типов многогранников, плотнейшим образом заполняющих трехмерное пространство* (состыкованных без взаимного пересечения и возникновения промежутков между ними). Выявлены возможные *схемы пространственной компоновки* идентичных многогранных модулей плотнейшего заполнения пространства, а также описаны необходимые и достаточные геометрические условия модульной компоновки, обязательные для создания различных топологических типов плотноупакованных трехмерных структур.

Сплошное заполнение трехмерного пространства одинаковыми замкнутыми многогранниками без их самопересечения может осуществляться четырьмя принципиальными путями, определяющими соответствующие методики получения плотноупакованных пространственных структур.

1. *«Слои/плиты».* Они имеют одинаковую/фиксированную толщину, уложены вплотную друг к другу и содержат плотно состыкованные между собой идентичные элементарные многогранники. Внутренняя структура типового слоя

формируется путем плотнейшей состыковки одинаковых прямых или равнонаклонных выпуклых или невыпуклых призматических многогранников.

2. «Стержни/пилонь». Они имеют многоугольное замкнутое поперечное сечение, конфигурация которого позволяет осуществлять плотнейшую пространственную стыковку массы стержней по боковым граням; при этом типовой стержень состоит из одинаковых соосных выпуклых или невыпуклых элементарных многогранников конечной величины, последовательно состыкованных вдоль его продольной оси.

3. «Капсулы». Такие модули не komponуются плотнейшим образом ни в вышеописанные классические «слои» ни в призматические «стержни». Они заполняют пространство «кристаллическими слоями», смежные из которых вкладываются один в другой до полного взаимного соприкосновения. Выпуклые непризматические многогранники-«капсулы» могут быть разделены плоскостями зеркальной симметрии на «половинные», «четвертные» и более мелкие фрагменты, способные образовывать самостоятельные сплошные конгломераты.

4. «Полосы/ленты» и «бруски». Классические *слои* и *стержни* плотнейшего заполнения пространства в ряде случаев имеют особую разновидность- они получают форму бесконечных составных *полос/лент* или *брусков* с индивидуальным поперечным сечением.

Исследованы «кристаллические» многогранные объемные усечения- один из способов создания новых типов непризматических невыпуклых многогранных модулей-капсул плотнейшего заполнения трехмерного пространства путем модифицирования объемов исходных простейших призматических блоков.

По *общей форме и контурному очертанию* кристаллические объемные усечения подразделяются на: -пирамидальные (-с треугольными и трапецеидальными гранями; -трехромбовые; -четырёхромбовые); -клиновидные; -сложные (многогранные полусферические, бутанообразные и др.). По *расположению и структуре многогранной текущей поверхности* кристаллические усечения бывают: -выпуклыми; -вогнутыми; -комбинированными; -регулярными/симметричными; -асимметричными; -однонаправленными; -разнонаправленными.

Для соблюдения обязательного исходного условия- идентичности составляющих многогранных блоков- моделирование торцевых параллельных объемных кристаллических усечений типового модуля имеет четкое ограничение/правило: *геометрия поверхности выпуклого участка многогранного усечения объемного модуля должна точно соответствовать форме, расположению и контуру поверхности многогранной «выемки» на его противолежащем конце.*

В отдельных случаях поверхности противолежащих торцевых «выпуклости» и «выемки» усеченного объемного модуля могут быть развернуты относительно друг друга на  $90^0$  или  $60^0$ . Невыпуклые идентичные «капсулы», содержащие различные кристаллические и призматические усечения противолежащих торцевых участков, стыкуясь по боковым граням, образуют типовые бесконечные «кристаллические слои» плотнейшего заполнения пространства.

Исследованы новые типы «капсул» плотнейшего заполнения трехмерного пространства- *неоднородно деформированные непризматические многогранные выпуклые модули*. Установлено, что одна из автономных «половинок» модуля с любой стороны от разделяющей плоскости симметрии может быть *синхронно трансформирована (вытянута/сжата) в направлении, перпендикулярном данной плоскости симметрии*, без потери главного качества «капсулы»- ее способности плотнейшим образом заполнять все трехмерное пространство. Такие фрагментарно трансформированные модули-«капсулы» каплевидного очертания стыкуются по боковым граням с образованием бесконечных «кристаллических

слоев», смежные из которых в процессе плотного взаимного соединения переворачиваются один относительно другого обратной стороной.

Также возможна последовательная *двухэтапная синхронная трансформация* исходной формы модулей-«капсул» перпендикулярно каким-либо двум взаимно ортогональным плоскостям их зеркальной симметрии, обуславливающая получение двукратно деформированных кристаллических модулей плотнейшего заполнения пространства, имеющих *сплюснутое дискообразное очертание*.

[Последовательная же *трехэтапная синхронная трансформация* исходной формы модулей-«капсул» перпендикулярно всем трем взаимно ортогональным плоскостям их зеркальной симметрии в итоге обуславливает получение *полностью асимметричных результирующих многогранников сплошного заполнения пространства*; однако в этом случае «капсулы» смежных кристаллических слоев плотнейшей трехмерной дискретной упаковки являются зеркально равными, но не идентичными].

**2.** Определены ранее неизвестные типы *самостоятельных выпуклых непризматических многогранных модулей плотнейшего заполнения пространства*, представляющих собой зеркальные/кратные подразделения 14 типов известных базовых исходных многогранников плотноупакованных структур.

Принципиальная методология графического конструирования, осуществленного в исследовании, заключается в том, что данные непризматические базовые модули подвергаются *последовательным зеркальным подразделениям на более мелкие составные части*, которые далее анализируются на предмет определения их способности образовывать новые самостоятельные комбинаторно/топологически неизоморфные составные многогранные структуры с плотнейшей компоновкой этих одинаковых (в т.ч. зеркально равных) частей.

**3.** Изложены алгоритмы структурирования трехмерного пространства новыми *объемными модулями с невыпуклой многогранной структурой*. Такие объемные модули могут быть *плоскогранными* либо содержать на своей поверхности *линейчатые участки/отсеки*. Плотнейшее/сплошное заполнение трехмерного пространства осуществляется модулями, полученными путем *преобразования исходных классических выпуклых многогранников* (усеченный октаэдр, ромбокубооктаэдр, ромбоусеченный кубооктаэдр) либо их *выпуклых модификаций*.

Дискретное сплошное заполнение пространства осуществляется путем стыковки однотипных модулей таким образом, что их центры располагаются в узлах *регулярных сетей с четырехугольными или треугольными ячейками*. Новые типы многогранных модулей образуются путем присоединения к граням выбранных исходных выпуклых многогранников *приставных призматических или пирамидальных элементов*. Одинаковые многогранные модули стыкуются в трехмерном пространстве с образованием сплошных или решетчатых бесконечных *кристаллических слоев*. При этом модули смежных слоев расположены в шахматном порядке (центры модулей одного кристаллического слоя проецируются между соседними модулями вплотную примыкающего смежного слоя).

Каждая группа однородных многогранных модулей, представленных в работе, образует один из 19 принципиальных типов объемной кристаллической структуры сплошного заполнения пространства.

Впервые созданы модули плотнейшего заполнения трехмерного пространства, которые содержат на своем объеме фрагменты классических линейчатых поверхностей двойкой отрицательной кривизны- *гиперболического параболоида, коноида, цилиндроида, однополостного гиперболоида, геликоида*. Определены основные условия/ограничения формирования их структуры, а также вариативные возможности и способы геометрического моделирования плотнейших регулярных дискретных составных структур на их основе.

Сформулирован общий алгоритм образования модулей, заключающийся в *видоизменении сторон (боковых или торцевых граней) простейших призматических объемов путем введения в их поверхностную структуру линейчатых отсеков или составных линейчатых групп.*

Изложены конкретные способы их построения.

1. *Создание выпукло-вогнутой части из одинаковых линейчатых перевернутых половинок на одной или двух противолежащих сторонах призматического объема модуля либо подобное многоэлементное рядное оформление его продольных сторон.*

2. *Перенос отсека линейчатой поверхности или группы линейчатых поверхностей с одной стороны призматического модуля на противолежащую с изменением ее знака (выпуклая линейчатая часть меняется на вогнутую и наоборот). При наличии у призматического модуля поперечного сечения в виде правильного многоугольника (треугольника, квадрата, шестиугольника) допускается осевой разворот линейчатой поверхности или линейчатой группы на его противолежащем его торце.*

3. *Перенос группы линейчатых поверхностей с одной стороны призматического модуля на смежную равную по габаритам сторону с изменением знака группы (выпуклая линейчатая часть меняется на вогнутую и наоборот).*

4. *Оформление одной или двух противолежащих сторон квадратного в сечении призматического модуля поверхностью переноса с одинаковыми симметричными контурными дугами, причем чередующиеся смежные дуги ориентированы в противоположные стороны.*

5. *Оформление противоположных торцов призматического модуля с равносторонним выпуклым поперечным сечением (квадратным и шестиугольным) двумя различными по конфигурации и одинаковыми по знаку группами линейчатых поверхностей. Созданы компьютерные модели двух вариантов таких модулей, а также результирующих составных структур на их основе.*

4. Созданы ранее неизвестные типы замкнутых составных дискретных оболочек с *центрической структурой*, образованных состыкованными по кромкам отсеками линейчатых поверхностей (в т.ч. одинаковыми/зеркально равными), а также сформулированы принципиальные способы/алгоритмы их геометрического конструирования. [Новые типы составных линейчатых структур предложено называть **линейчатыми квазимногогранниками**].

*Первый способ* образования линейчатых квазимногогранников заключается в поиске на поверхности исходного классического выпуклого или звездчатого многогранника равных неплоских ромбовидных участков (реальных или виртуальных), состыкованных по кромкам на поверхности многогранника без зазоров и наложений, при последующем устранении у каждого из них внутренних ребер и вписывании четырехугольных отсеков гиперболического параболоида (гипара) в образовавшиеся четырехугольные неплоские ячейки с прямыми кромками.

*Второй способ* образования линейчатых квазимногогранников заключается в отдалении центра каждой правильной грани исходного классического многогранника по нормали к этой грани на некоторое расстояние с получением новой вершины, которая далее соединяется пучком ребер с серединами всех контурных сторон грани с получением одинаковых неплоских четырехугольных ячеек, заполняемых отсеками гипара (при этом новые вершины отдалены от всех граней многогранника на равное расстояние снаружи от его поверхности либо заглублены *внутрь*, что обеспечивает равенство линейчатых оболочек). Возможен комбинированный вариант (некоторые линейчатые пирамидообразные модули могут выполняться выпуклыми, а некоторые- вогнутыми).

*Третий способ* образования линейчатых квазимногогранников основан на преобразовании исходных классических многогранников путем дополнительного подразделения их граней на одинаковые треугольники путем соединения всех вершин и середин сторон каждой грани с ее центром. Далее устраняются все ребра исходного многогранника, в результате чего получается результирующий сетчатый каркас из неплоских равных четырехугольных ячеек, которые в последующем заполняются одинаковыми/зеркально равными отсеками гипара с соответствующим контуром.

*Четвертый, пятый и шестой способы* образования линейчатых квазимногогранников основаны на дополнительных пространственных подразделениях сетчатых каркасов исходных классических многогранников. Результирующие сетчатые каркасы из равных пространственных четырехугольных ячеек заполняются зеркально равными отсеками гипара с соответствующим контуром. При этом некоторые из контурных ребер, очерчивающих каждую ячейку, могут выполняться в виде равных плоских дуг - в данном случае все четырехугольные ячейки полученного каркаса заполняются зеркально равными отсеками коноида.

*Седьмой способ* образования линейчатых квазимногогранников заключается в присоединении к граням исходного классического многогранника *усеченных линейчатых пирамидообразных модулей*, которые совмещаются большими основаниями с контуром граней исходного многогранника и могут быть ориентированы малыми основаниями как наружу так и внутрь относительно поверхности исходных многогранников.

*Восьмой и девятый способы* образования линейчатых квазимногогранников основаны на конструировании вариативных структурных каркасов, имеющих центральную ось, вокруг которой радиально располагают равные пространственные четырехугольные ячейки, далее размещая в них идентичные отсеки гипара с соответствующим контуром.

*Десятый способ* образования линейчатых квазимногогранников заключается в спрямлении участков контурных геодезических дуг сферических ячеек исходной сферической поверхности соответствующими хордами, а также последующем заполнении полученных неплоских четырехугольных ячеек с прямолинейными контурными кромками одинаковыми/зеркально равными отсеками линейчатой поверхности гиперболического параболоида.

*Одиннадцатый способ* образования линейчатых квазимногогранников заключается в присоединении к выпуклому многогранному ядру, ограниченному правильными многоугольными гранями, *объемных модулей* с соответствующими правильными многоугольными основаниями, либо состыковке однотипных объемных модулей правильными многоугольными основаниями по принципу образования бипирамид. При этом *объемные модули*- составные блоки квазимногогранников- имеют *ячеистую/складчатую боковую поверхность*, образованную состыкованными по кромкам однотипными отсеками линейчатых поверхностей- *гиперболического параболоида (гипара) или коноида* (основные схемы реализации данного алгоритма показаны на рисунке 1а).

*Объемные модули* квазимногогранных структур могут иметь *пирамидообразное* очертание; в данном случае их боковая поверхность составлена из *ячеистых панелей, аппроксимирующих треугольники*; при этом результирующая структура может аппроксимировать форму какого-либо классического звездчатого многолучевого многогранника.

*Объемные модули* квазимногогранных структур могут иметь *куполообразное* очертание; в данном случае их боковая поверхность составлена из отсеков линейчатых поверхностей, имеющих общую центральную вершину, соединенную ребрами с серединами сторон и угловыми вершинами основания.

*Выпуклое многогранное ядро* квазимногогранника может представлять собой один из пяти правильных классических многогранников либо бипирамиду из одинаковых боковых равносторонних треугольников с правильным треугольным, квадратным или пятиугольным основанием.

Центрические квазимногогранники могут быть образованы по схеме компоновки *бипирамид*, когда исходные объемные пирамидальные модули стыкуются по кромкам правильных многоугольных оснований, имеющих произвольное количество сторон.

Впервые созданы компьютерные модели новых центрических линейчатых квазимногогранников, составленных из одинаковых пирамидообразных или куполообразных модулей, включающих равные/зеркально симметричные отсеки поверхности *гиперболического параболоида* (рисунок 1) или *коноида* (рисунок 2). При этом в каждом из *пирамидообразных модулей* отсеки поверхности коноида составлены так, что имеют общее центральное осевое ребро, крайние вершины которого соединены поочередно прямыми ребрами и одинаковыми плоскими дугами с серединами сторон многоугольного основания и его угловыми вершинами. А в каждом из *куполообразных модулей* отсеки поверхности коноида составлены так, что имеют общую центральную осевую вершину, поочередно соединенную плоскими Г-образными и дугообразными ребрами с серединами сторон многоугольного основания и его угловыми вершинами.

5. Описаны новые замкнутые дискретные центрические оболочки, образованные состыкованными по кромкам пространственными модулями с фрактальной внутренней структурой, а также системно изложены способы/алгоритмы их геометрического конструирования. [Новые составные структуры предложено называть **фрактально-ступенчатыми и фрактально-решетчатыми**].

Форму *фрактально-ступенчатых* пирамидообразных модулей с закрученной в какую-либо сторону многослойной складчатой/ступенчатой поверхностью образуют подобные основанию многоугольные слои/плиты/ступени, повернутые относительно друг друга в одну сторону вокруг центральной оси до соприкосновения с контуром нижележащего многоугольника и уменьшающиеся от основания к верхнему слою/ступени. При соединении друг с другом по принципу компоновки формы правильных и полуправильных классических многогранников модули способны образовывать замкнутые *фрактально-ступенчатые псевдомногогранники- псевдооктаэдр, псевдоикосаэдр и псевдокуб* (рисунок 3в). Способ позволяет паркетировать поверхность более сложных объемных фигур (замкнутых или разомкнутых); модули могут стыковаться по нецелым сторонам, т.е. со сдвигом относительно друг друга, образуя сквозные многоугольные проемы различной формы и величины в результирующих структурах.

Структуру *фрактально-решетчатых* модулей образуют вставленные друг в друга подобные многоугольные рамы из ребер или стержней, имеющие очертание правильных многоугольников и уменьшающиеся от наибольшей контурной рамы к наименьшей в центральной зоне; при этом все внутренние рамы повернуты в одну сторону относительно друг друга вокруг центральной оси до соприкосновения со смежными. Такие модули треугольного и квадратного очертания, соединенные между собой по принципу компоновки формы правильных классических многогранников, образуют *фрактально-решетчатые псевдомногогранники* (рисунок 3г).

6. Разработаны научные основы и определен формотворческий потенциал вариативного геометрического моделирования **многозвенных многогранных мегаструктур**, составленных из классических замкнутых многогранников или их частей. Для исследования проблемы выбраны три базовых классических многогранника- *икосаэдр, додекаэдр и ромбоикосододекаэдр*. Экспериментально ис-

следовались их способности образовывать пространственные формы разветвленной и сквозной решетчатой конфигурации при соединении многогранников и их частей друг с другом по целым граням или многоугольным усечениям.

*1. Икосаэдр* характерен наличием на его поверхности трех независимых пирамидальных пятиугольных «чаш», которые в различных комбинациях могут отделяться от целого объема. В результате возможно соединение полученных многогранных отсеков по пятиугольным усечениям с образованием сквозных решетчатых составных структур из шестиугольных ячеек, где использованы все три варианта усечений базового многогранника.

*2. Додекаэдр.* Комбинаторное моделирование составных многозвенных мегаструктур осуществлено без его усечения, и стыковка базовых модулей произведена по целым контактными пятиугольным граням. В результате получен комплекс бесконечных сквозных структур, решетки которых образованы шестиугольными ячейками, варьируемыми по пропорциям. Решетчатые мегаструктуры более сложной конфигурации могут содержать ромбические ячейки, которые дополнительно подразделяются на более мелкие части. [Замкнутые многогранные формы из равных правильных пятиугольных граней предложено называть *пентаэдрами*].

*3. Ромбоикосододекаэдр* характерен наличием на его поверхности трех независимых десятиугольных «чаш», которые в различных комбинациях могут отделяться от целого объема. В результате возможно соединение полученных многогранных отсеков по десятиугольным усечениям с образованием сквозных решетчатых составных мегаструктур из шестиугольных ячеек, где использованы все три варианта многоугольных усечений базового многогранника.

В рамках данного раздела разработаны *одно- и двухслойные сквозные/решетчатые мегаструктуры из многогранных отсеков*, имеющие внутреннюю разветвленную трубчатую полость.

**7. Установлены закономерности геометрического моделирования новых *изоэдральных/равноэлементных сферических разбиений***, где одинаковые/зеркально равные элементы (отсеки сферы) могут быть очерчены геодезическими кривыми, а также произвольными плоскими или неплоскими кривыми различного очертания. Сформулированы алгоритмы получения производных звездчатых и сотовых/ячеистых многогранников с центрической структурой на их основе. *Основной алгоритм форматворческой технологии образования изоэдральных сферических разбиений заключается в создании вариативных дополнительных подразделений исходных разбиений- центральных проекций равноэлементных многогранников- на поверхность сферы.* Реализуется в трех вариантах.

По *первому варианту* производится построение какой-либо линии произвольного очертания (ломаной, кривой, комбинированной) на сферической поверхности, которая обязательно проходит через середину геодезического участка исходной равноэлементной разбивки и приходит к его двум вершинам с разных сторон, обладая лишь осью поворотной симметрии второго порядка. Далее, построенная линия переносится скольжением по сферической поверхности на все геодезические участки исходной разбивки- таким образом получается новая равноэлементная разбивка сферы. Дальнейшая модификация новой разбивки заключается в соединении однотипных вершин каждого из сферических многоугольников новой разбивки с его центром пучком дополнительных одинаковых произвольных линий, исходящих из центра многоугольника и расположенных на поверхности сферы по принципу поворотной симметрии.

По *второму варианту* каждая многоугольная сферическая ячейка исходной разбивки получает дополнительное подразделение пучком одинаковых произвольных линий (плоских геодезических, кривых, ломаных, комбинирован-

ных), исходящих из центра ячейки и расположенных на поверхности сферы по принципу поворотной симметрии. Также изложен *третий вариант*, приемлемый для дополнительного подразделения лишь одной исходной разбивки- центральной проекции куба на поверхность сферы.

Основная последовательность получения новых сферических разбиений, а также звездчатых и сотовых многогранников на их основе представлена на примере преобразования исходной сферической разбивки- центральной сферической проекции додекаэдра, содержащей одинаковые равносторонние пятиугольные ячейки, очерченные геодезическими участками (рисунок 3а).

На основе алгоритмов созданы сферические изоэдры, многоугольные элементы которых очерчены *геодезическими дугами*- отрезками диаметра, а также производные звездчатые и сотовые многогранники. Они получены с использованием компьютерных технологий путем преобразования центральных сферических проекций *девяти основных типов равноэлементных многогранников*.

*Центральная сферическая проекция икосаэдра* (рисунок 3б). С технической точки зрения значительный интерес представляют новые разбиения на выпуклые сферические многоугольники- пятиугольники и четырехугольники, которые стыкуются на поверхности сферы по целым или нецелым сторонам. Они весьма технологичны в изготовлении и образованы 60 одинаковыми выпуклыми сферическими отсеками, что обуславливает их патентоспособность.

*Центральная сферическая проекция додекаэдра*. Здесь выделяются новые звездчатые сферические разбиения, а также структуры из одинаковых выпуклых четырехугольников и пятиугольников. [В рамках додекаэдральной группы с использованием первого варианта алгоритма произведено компьютерное моделирование сферических разбиений из 12 пятилучевых звездчатых многоугольников, очерченных криволинейными контурными линиями].

Также новые сферические разбиения и звездчатые формы получены на основе центральных сферических проекций *куба, тетраэдра, октаэдра, ромбоприантаэдра, ромбододекаэдра, меридианной и меридианно-экваториальной разбивок сферы*.

**8.** Раскрыт формотворческий потенциал геометрического моделирования спектра новых ***регулярных дискретных поверхностей с ячеистой/складчатой периодической структурой*** на основе использования предложенного автором комплекса *симметричных многогранных тонкостенных/оболочечных базовых модулей*. [Комплекс предложенных базовых многогранных модулей в настоящей диссертации представлен 47 типами].

Геометрическое моделирование новых результирующих ячеистых периодических структур предложено осуществлять с использованием двух принципиальных операционных алгоритмов/способов:

1) *дискретным плоскопараллельным перемещением/трансляцией либо с поворотом какого-либо модуля до момента совмещения соответствующих контурных кромок (трансляционно-поворотная схема);*

2) *по принципу «контррельефа»- дискретным перемещением модуля с периодическим его перевертыванием тыльной стороной по типу «скользящего отражения»/инверсией и последующей стыковкой соответствующих контурных кромок либо совмещением соответствующих граней (инверсионная схема).*

В рамках данного направления также созданы новые типы периодических *ступенчатых структур*- их регулярная ячеистая/складчатая поверхность образована ступенчатым расположением односторонних призматических модулей, поперечное сечение которых допускает их плотнейшую пространственную взаимную стыковку. Результирующие ступенчатые структуры могут иметь различное очертание (плоскостное, сводчатое, куполообразное, сложное).

В третьей главе «*Перспективы практического использования полученных регулярных дискретных структур в различных сферах дизайна*» (проектно-прогностической) изложены новые научно обоснованные концептуальные, проектные и изобретательские предложения автора по эффективному практическому использованию комплекса полученных в рамках второй главы сферических, многогранных, складчатых, решетчатых и комбинированных структур в различных отраслях, функционально-типологических группах и направлениях современного дизайна.

1. Создан комплекс новых эффективных патентоспособных технических решений оболочек **модулей космических орбитальных комплексов нового поколения**, имеющих общее очертание октаэдральной бипирамиды или куба и составленных из типовых многогранных блоков, в т.ч. на основе усеченного октаэдра (рисунок 6в), а также ромбоусеченного кубооктаэдра (рисунок 4б). Результатирующие многоблочные составные структуры удовлетворяют комплексу обязательных условий: -обладают высокой степенью *комбинаторной варибельности* (способности к дальнейшему пространственному развитию в различных направлениях); -обладают свойством *плотнейшей пространственной компоновки* составляющих объемных блоков-модулей (качеством предельной *компактности* а, следовательно, минимальным энергорасходом); -имеют возможность быстрого отсоединения контурных блоков при аварийных/нештатных ситуациях.

Предложены принципиальные решения многомодульных оболочек, актуальных при разработке проектов *производственно-жилых комплексов на поверхности Луны*. На основе поисково-экспериментальных исследований определен общий алгоритм образования составляющего *многогранного модуля* многокомпонентных плотнейших составных структур космических комплексов с высокой степенью комбинаторной варибельности, который заключается в создании формы *базового многогранного блока*, к которому присоединены *дополнительные боковые или торцевые призматические или пирамидальные многогранные элементы*, служащие звеньями стыковки и шлюзовыми блоками при переходе из одного модуля в другой.

2. Определены перспективы эффективного практического применения новых **форм с трансформируемой складчатой структурой** в объектах современного дизайна широкой типологической номенклатуры (в т.ч. шлюзы для выхода космонавтов на околоземную орбиту, соединительные пешеходные и эвакуационные галереи, покрытия вертикальных буровых установок; быстровозводимые временные укрытия в зонах массовой миграции населения, стихийных бедствий, вооруженных конфликтов; экспозиционные стенды; покрытия; выставочное и рекламное сценическое оборудование; оболочки светильников).

*Трансформируемые трубчатые конструктивные структуры*, предложенные в работе, основаны на двух принципиально различных концепциях процесса геометрической трансформации объемных фигур и отличаются максимальной степенью пакуемости, что обусловило их патентоспособность.

*Первая концепция*- использование принципа *спирально-осевой трансформации* (*закручивание формы с одновременным поступательным перемещением складок вдоль оси*). При этом процесс трансформации (развертывания или плотнейшей упаковки) трубчатой структуры осуществляется при *фиксированных параметрах/постоянном размере ее многоугольного поперечного сечения*. Установлена строгая параметрическая зависимость принципиальной возможности обратимой трансформации результирующей трубчатой структуры от количества складчатых элементов, образующих кольцевые антипризмы, а также пропорциональных характеристик составляющих одинаковых треугольных панелей.

*Вторая концепция*- использование принципа *гармонической трансформации* (одновременное, синхронное складывание-развертывание формы по гибким связям без деформации граней с одновременным поступательным перемещением складок вдоль оси). При этом очертание и метрические параметры поперечного сечения трубчатой оболочки в процессе ее трансформации существенно изменяются без нарушения целостности структуры изделия.

*Трансформируемые многогранные модули*. Разработан способ трансформации многогранного модуля формы *усеченного октаэдра* из плотно сложенной минимальной по габаритам упаковки в объемную форму. Второе предложение-многозвенная конструкция, способная к обратимой трансформации и включающая пирамидальные *четырёхгранные модули из пятиугольных панелей*, соединенных гибкими связями.

**3.** Разработаны новые дизайнерские решения таких *гидротехнических промышленных сооружений, как градирни* (созданы два проектных концепта этих важнейших объектов современной промышленной инфраструктуры).

*Первый концепт* предусматривает выполнение оросителя градирни в виде *цельных спиральных/геликоидальных оболочек, опоясывающих центральную распределительную трубу*.

*Второй концепт* предусматривает выполнение вытяжной башни и оросителя градирни в виде *отдельных парных соосных оболочек вращения, расположенных ярусами вдоль центральной распределительной трубы в попарно состыкованном виде* (смыкаясь соответствующими кольцевыми основаниями) *либо с кольцевым зазором относительно друг друга*- рисунок 4д.

**4.** С применением предложенных *складчатых, решетчатых, многогранных, слоистых, ступенчатых структур* созданы новые эффективные технические решения компонентов *экстерьеров зданий и сооружений*, а также различных изделий *промышленного дизайна* (лицевые декоративно-защитные панели различных приборов, формы пищевых продуктов, ювелирных и камнерезных изделий, аксессуаров одежды (веера, галстуки)- рисунки ба-е.

Формообразование *решетчатых структур* производится: -вариативной модульной пространственной комбинаторикой исходного структурного элемента; -частичным или сквозным прорезанием различными объемными фигурами (призмами, пирамидами, сферами, торами, гиперболоидами, конусами и др.) или их отсеками исходного сплошного объема; -параметрическим преобразованием исходной сквозной/ячейстой формы путем разнохарактерной деформации (вытягивание, скручивание, изгиб и др.) ее различных участков (рисунок 5в).

Моделирование новых *складчатых форм* производится: -конструированием составных оболочек по принципу «контррельефа»; -складчатой аппроксимацией граней исходных объемов; -двухстадийной трансформацией исходной плоской развертки с образованием первичной складчатой поверхности, которая на втором этапе преобразуется в складчатый объем. Эти формы перспективны в качестве изделий полиграфической промышленности (книжные объемные иллюстрации, гибкие развивающие конструкторы, сувениры из бумаги, картона и пластика)- рисунки бж,з.

На основе установленных закономерностей и особенностей формообразования вышеназванных структур в рамках каждой из трех групп объектов (*покрытия, -структурные плиты, -элементы каркаса зданий и сооружений*) созданы новые эффективные патентоспособные технические решения.

Композиционно-технические перспективы развития *оболочек покрытий*- в использовании различных по очертанию отсеков линейчатых поверхностей (коноида, цилиндрида, гиперболоического параболоида, однополостного гиперболоида, геликоида и др.) в качестве составных тонкостенных элементов покры-

тий зальных сооружений. [Структуры, представленные в данном разделе, могут иметь отнюдь не только строительное назначение; они применимы в других отраслях промышленного дизайна, например, в качестве оболочек светильников].

*Структурные плиты* способны совмещать несущие и ограждающие функции и незаменимы при использовании в качестве конструкций междуэтажных большепролетных перекрытий, несущих перегородок и стеновых ограждений со сложно-комбинированным/экстремальным характером нагружения (стеновые несущие конструкции энергетических блоков АЭС, подземных и подводных транспортных сооружений- тоннелей). [Структурные плиты могут иметь отнюдь не только строительное назначение; они также эффективны в других отраслях промышленного дизайна- в качестве жестких перегородок, лицевых панелей или защитных оболочек/корпусов машин и механизмов].

*Основной формообразующий принцип* создания структурных плит- формирование одного или двух складчатых слоев из модульных четырехугольных отсеков поверхностей двоякой отрицательной кривизны, состыкованных с образованием двух или трех ячеистых поясов, расположенных в параллельных плоскостях, каждый из которых очерчен многоугольными ячейками одного или двух типов, и связанных между собой сетью внутренних ребер, создающих жесткую геометрически неизменяемую структуру. Разработаны три морфологических типа технически эффективных структурных плит.

-*Однослойные* (содержат основной складчатый слой, образованный линейчатыми оболочками и ограниченный двумя противоположащими контурными ячеистыми поясами, расположенными в параллельных плоскостях).

-*Двухслойные* (содержат два складчатых слоя, ограниченных двумя противоположащими контурными ячеистыми поясами, между которыми расположен срединный ячеистый пояс, образованный ребрами стыковки складчатых слоев).

-*Двухслойные с усиленным срединным ячеистым поясом* (содержат оболочки, сопряженные с одним из складчатых слоев для дополнительного подразделения ячеек срединного пояса складками и ребрами на более мелкие части).

**5.** С использованием предложенных *складчатых и решетчатых структур* разработаны новые технические решения компонентов **интерьерного и средового дизайна** (рисунок 5). *Фрактальные решетки* могут образовывать плоскостные, сводчатые, купольные (в т.ч. формы замкнутых многогранников) и сложные по очертанию составные структуры, способные рассеивать звуковые волны широкого диапазона частот (рисунок 5а).

*Складчатые звукорассеивающие оболочки как компоненты зальных общественных интерьеров.* Автором запатентованы новые решения звукорассеивающих оболочек (диффузоров) для зальных интерьеров общественных зданий, позволяющих создавать и корректировать переменный акустический режим помещения за счет использования особых механизмов многовариантной трансформации складок, а также за счет применения складчатых систем, состоящих из тонкостенных панелей формы *гипара* или *коноида*.

*Малые формы интерьерного и средового дизайна.* Основные перспективы технического моделирования малых форм- торсионное вариативное формообразование складчатых и многослойных структур с активной оболочечной фактурой (рисунок 5б), а также многовариантная решетчатая интерпретация/аппроксимация сплошных складчатых оболочек, составленных из отсеков линейчатых поверхностей- *гипара*, *коноида*, *цилиндроида*.

**6.** На основе созданных **центрических регулярных структур** (гладкие сферические формы с различной поверхностной разбивкой, а также квазимногогранные сфероподобные оболочки с невыпуклой поверхностью) предложены новые типы капсул жилых отсеков орбитальных космических комплексов (ри-

сунок 4а), куполов (покрытия наземных и корабельных радаров слежения- рисунки 4е-ж) и промышленных газгольдеров (рисунок 4г).

**В заключении** подведены итоги работы, изложены общие выводы и намечены перспективные направления дальнейшего развития теоретических и экспериментально-поисковых аспектов данной научно-творческой сферы.

**1.** Значение совершенного и многофункционального рабочего формотворческого инструментария для моделирования новых и переменных форм объектов современного дизайна, сочетающих комплекс художественно-эстетических, конструктивно-технических и функционально-потребительских/утилитарных достоинств, сегодня трудно переоценить. Представленное диссертационное исследование является именно *«инструментальным»*, где дизайнеру предложен новый морфологический аппарат художественного и технического творчества- готовый к практическому использованию комплекс научных алгоритмов и производных геометрических моделей, потенциально перспективных для реализации их в различных областях современного дизайна.

**2.** Принципиальная методология работы (*от какой-либо новой универсальной абстрактной формы- к спектру разнообразных по функции изделий/объектов дизайна на ее основе*), а также ее принципиальная идеологическая направленность (*абстрактные формотворческие поиски в дизайне как методологическая и инструментальная основа конструирования разнообразных изделий с конкретной функциональной спецификой*) абсолютно правомерны и имеют самостоятельную, весьма значительную научно-практическую ценность.

**3.** Представленное исследование ограничено рассмотрением наиболее перспективных в практическом/технологическом отношении семи морфологических групп *регулярных дискретных структур*: -изоэдральных сферических структур, -складчатых оболочек, -решетчатых структур, -квазимногогранных структур, -составных линейчатых структур, -пластинчато-стержневых структур, -замкнутых многогранных структур. В рамках каждой из данных групп предложены новые алгоритмы геометрического формотворчества с получением комплекса результирующих структур на их основе. Обозначен перечень из 26 разнообразных отраслей и направлений их эффективного практического применения.

**4.** В процессе исследований широко применялось *макетирование* как способ проверки гипотез и графических построений: было установлено, что далеко не все свойства полученных форм раскрываются средствами компьютерного моделирования (создание виртуальных 3D-моделей пространственных объектов и их графическая визуализация).

**5.** Ряд созданных форм получил промышленную апробацию. Основные научно-методические положения работы использованы в практике проектирования и строительства ряда реализованных объектов средового и интерьерного дизайна. Результирующие конфигурации созданных объектов обладают высокой технической эффективностью и расширенным функциональным диапазоном, а, следовательно, высокой патентоспособностью, что позволяет установить государственный приоритет актуальных технических разработок в этой сфере. Созданная в рамках диссертации научно-методическая платформа формотворчества используется в учебном процессе отечественных и зарубежных вузов, а также при проведении дальнейших экспериментально-поисковых исследований.

**6.** Вскрытие новых потенциальных возможностей уже известных методологий и способов, а также создание принципиально новых инструментов экспериментально-поискового виртуального и физического моделирования еще неизвестных на сегодняшний день регулярных дискретных структур- таковы основные перспективы развития сферы формотворчества дизайна и архитектуры нового века. Приоритет неизменно будет отдаваться *комплексному усовершенст-*

вованию объекта, где новая результирующая форма одновременно определяет его высокие художественно-эстетические, конструктивно-технологические, функционально-потребительские/утилитарные качества и характеристики.

**7. Общий итог:** стратегический приоритет в научно-изобретательских достижениях направления *регулярного дискретного структурирования объектов дизайна различных типологических групп* с очевидностью выходит за рамки собственно научных проблем: теперь это вопрос государственного престижа, технологической конкурентоспособности и национальной безопасности в контексте общемирового социального и научно-технического прогресса XXI века.

## **НАУЧНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ ОТРАЖЕНЫ В СЛЕДУЮЩИХ ПУБЛИКАЦИЯХ:**

### **I. Рецензируемая монография**

1. Коротич, А.В. Структурное формообразование в архитектуре и дизайне: некоторые аспекты геометрического моделирования: монография /А.В.Коротич. - Екатеринбург: ООО «Издательство УМЦ УПИ», 2022.- 338с.: ил.

### **II. Статьи в рецензируемых периодических изданиях перечня ВАК РФ (научная специальность 17.00.06; отрасль наук- технические науки)**

2. Коротич, А.В. Инновационные решения архитектурных оболочек: альтернатива традиционному строительству /А.В.Коротич //Академический вестник УралНИИпроект РААСН.- 2015.- № 4.- С. 70-75, ил.

3. Коротич, А.В. Новые архитектурные формы линейчатых квазимногогранников [Электронный ресурс] /А.В.Коротич //Архитектон: известия вузов. - 2015.- № 2(50).- URL: [http://archvuz.ru/2015\\_2/3](http://archvuz.ru/2015_2/3).

4. Коротич, А.В. Новые технологии архитектурного моделирования пространства /А.В.Коротич //Академический вестник УралНИИпроект РААСН.- 2017.- № 2.- С. 38-43, ил.

5. Коротич, А.В. Общая теория плотнейшего заполнения трехмерного пространства равными многогранниками [Электронный ресурс] /А.В.Коротич //Архитектон: известия вузов.- 2017.- № 3(59).- URL: [http://archvuz.ru/2017\\_3/6](http://archvuz.ru/2017_3/6).

6. Коротич, А.В. Конструирование компактных пространственных модульных структур [Электронный ресурс] /А.В.Коротич //Архитектон: известия вузов. - 2017.- № 4(60).- URL: [http://archvuz.ru/2017\\_4/6](http://archvuz.ru/2017_4/6).

7. Коротич, А.В. Гидротехнические промышленные сооружения как объекты современного дизайна /А.В.Коротич //Дизайн.Материалы.Технология.- 2021.- № 3(63).- С. 17-22, ил.

8. Коротич, А.В. Принцип «универсальности формы» в дизайне и классификация регулярных дискретных структур /А.В.Коротич //Дизайн.Материалы.Технология.- 2021.- № 4(64).- С. 9-16, ил.

9. Коротич, А.В. Дизайн акустических звукорассеивающих интерьерных оболочек-экранов /А.В.Коротич //Дизайн и технологии.- 2020.- № 80(122).- С. 20-30, ил.

10. Коротич, А.В. Дизайн изоэдральных сферических оболочек /А.В.Коротич //Дизайн и технологии.- 2021.- № 81(123).- С. 6-15, ил.

11. Коротич, А.В. Дизайн новых типов линейчатых квазимногогранников из коноидов /А.В.Коротич //Дизайн и технологии.- 2021.- № 82(124).- С.129-135.

12. Коротич, А.В. Дизайн новых типов линейчатых квазимногогранников из гиперболических параболоидов /А.В.Коротич //Дизайн и технологии.- 2022.- № 87(129).- С. 75-83, ил.

13. Коротич, А.В. Архитектоника многозвенных мегаструктур из многогранных модулей /А.В.Коротич //Дизайн и технологии.- 2022.- № 88(130).- С. 136-143, ил.

**III. Патенты РФ на полезные модели и промышленный образец**

14. Патент 83263 РФ, МПК E04C 2/24. Экран звукорассеивающий /А.В.Коротич (РФ). - Заявл.31.12.08; № 2008153035/22; Оpubл.27.05.09; Бюл. № 15.
15. Патент 92048 РФ, МПК E04B 7/10. Оболочка сводчатая /А.В.Коротич (РФ). - Заявл.23.11.09; № 2009143402/22; Оpubл.10.03.10; Бюл. № 7.
16. Патент 116536 РФ, МПК E04C 3/04. Элемент каркаса зданий и сооружений /А.В.Коротич (РФ). - Заявл.21.12.11; № 2011152374/03; Оpubл.27.05.12; Бюл. № 15.
17. Патент 116542 РФ, МПК E04H 5/12. Сооружение /А.В.Коротич (РФ). - Заявл.21.12.11; № 2011152380/03; Оpubл.27.05.12; Бюл. № 15.
18. Патент 116543 РФ, МПК E04H 5/12. Сооружение /А.В.Коротич (РФ). - Заявл.16.01.12; № 2012101523/03; Оpubл.27.05.12; Бюл. № 15.
19. Патент 117940 РФ, МПК E04B 1/00. Элемент строительный /А.В.Коротич (РФ). - Заявл.16.01.12; № 2012101522/03; Оpubл.10.07.12; Бюл. № 19.
20. Патент 117946 РФ, МПК E04B 7/10. Покрытие радиальное /А.В.Коротич (РФ). - Заявл.21.12.11; № 2011152368/03; Оpubл.10.07.12; Бюл. № 19.
21. Патент 131026 РФ, МПК E04B 7/10. Покрытие радиальное /А.В.Коротич (РФ). - Заявл.09.06.12; № 2012124192; Оpubл.10.08.13; Бюл. № 22.
22. Патент 201655 РФ, МПК E04B 1/32. Модуль строительный /А.В.Коротич (РФ). - Заявл.28.08.20; № 2020128660; Оpubл.25.12.20; Бюл. № 36.
23. Патент 202447 РФ, МПК E04B 1/32. Плита структурная /А.В.Коротич (РФ). - Заявл.16.11.20; № 2020137458; Оpubл.18.02.21; Бюл. № 5.
24. Патент 202448 РФ, МПК E04B 1/32. Плита структурная /А.В.Коротич (РФ). - Заявл.16.11.20; № 2020137459; Оpubл.18.02.21; Бюл. № 5.
25. Патент 204592 РФ, МПК E04B 1/32. Плита структурная /А.В.Коротич (РФ). - Заявл.05.03.21; № 2021105751; Оpubл.01.06.21; Бюл. № 16.
26. Патент 204593 РФ, МПК E04B 7/08. Купол сфероподобный /А.В.Коротич (РФ). - Заявл.09.03.21; № 2021105942; Оpubл.01.06.21; Бюл. № 16.
27. Патент 204594 РФ, МПК E04B 7/08. Купол складчатый /А.В.Коротич (РФ). - Заявл.12.03.21; № 2021106506; Оpubл.01.06.21; Бюл. № 16.
28. Патент 204595 РФ, МПК E04B 1/00. Модуль составной /А.В.Коротич (РФ). - Заявл.12.03.21; № 2021106507; Оpubл.01.06.21; Бюл. № 16.
29. Патент 204596 РФ, МПК E04B 1/19. Модуль плотнейшей структуры /А.В.Коротич (РФ). - Заявл.12.03.21; № 2021106509; Оpubл.01.06.21; Бюл. № 16.
30. Патент 204597 РФ, МПК E04B 1/19. Модуль плотнейшей структуры /А.В.Коротич (РФ). - Заявл.16.03.21; № 2021106814; Оpubл.01.06.21; Бюл. № 16.
31. Патент 204598 РФ, МПК E04B 1/19. Модуль плотнейшей структуры /А.В.Коротич (РФ). - Заявл.16.03.21; № 2021106845; Оpubл.01.06.21; Бюл. № 16.
32. Патент 204600 РФ, МПК E04B 1/19. Модуль плотнейшей структуры /А.В.Коротич (РФ). - Заявл.16.03.21; № 2021106846; Оpubл.01.06.21; Бюл. № 16.
33. Патент 204604 РФ, МПК E04C 2/30. Плита структурная /А.В.Коротич (РФ). - Заявл.05.03.21; № 2021105750; Оpubл.01.06.21; Бюл. № 16.
34. Патент 204605 РФ, МПК E04B 1/32. Модуль сферический /А.В.Коротич (РФ). - Заявл.09.03.21; № 2021105940; Оpubл.01.06.21; Бюл. № 16.
35. Патент 204649 РФ, МПК E04B 1/19. Модуль плотнейшей структуры /А.В.Коротич (РФ). - Заявл.16.03.21; № 2021106843; Оpubл.02.06.21; Бюл. № 16.
36. Патент 204908 РФ, МПК E04B 7/20. Плита структурная /А.В.Коротич (РФ). - Заявл.05.03.21; № 2021105749; Оpubл.17.06.21; Бюл. № 17.
37. Патент 204910 РФ, МПК E04B 1/00. Модуль строительный /А.В.Коротич (РФ). - Заявл.05.03.21; № 2021105748; Оpubл.17.06.21; Бюл. № 17.
38. Патент 204912 РФ, МПК E04B 1/00. Модуль сферический /А.В.Коротич (РФ). - Заявл.09.03.21; № 2021105939; Оpubл.17.06.21; Бюл. № 17.

39. Патент 205021 РФ, МПК E04B 1/32. Модуль сферический /А.В.Коротич (РФ). - Заявл.09.03.21; № 2021105941; Оpubл.23.06.21; Бюл. № 18.
40. Патент 205022 РФ, МПК E04B 7/00. Модуль пирамидообразный /А.В.Коротич (РФ). - Заявл.12.03.21; № 2021106508; Оpubл.23.06.21; Бюл. № 18.
41. Патент 207516 РФ, МПК E04B 7/10, 1/32, 1/343. Модуль складной /А.В.Коротич (РФ). - Заявл.16.07.21; № 2021121128; Оpubл.01.11.21; Бюл. № 31.
42. Патент 207561 РФ, МПК E04B 1/32. Модуль раздвижной /А.В.Коротич (РФ). - Заявл.16.07.21; № 2021121129; Оpubл.02.11.21; Бюл. № 31.
43. Патент 209140 РФ, МПК E04B 7/10. Покрытие радиальное /А.В.Коротич (РФ). - Заявл.16.07.21; № 2021121126; Оpubл.02.02.22; Бюл. № 4.
44. Патент 210020 РФ, МПК E04C 3/09. Элемент решетчатый /А.В.Коротич (РФ). - Заявл.12.01.22; № 2022100391; Оpubл.24.03.22; Бюл. № 9.
45. Патент 210428 РФ, МПК E04B 1/18. Элемент каркаса зданий /А.В.Коротич (РФ). - Заявл.12.01.22; № 2022100386; Оpubл.15.04.22; Бюл. № 11.
46. Патент 210470 РФ, МПК E04B 1/19. Модуль плотнейшей структуры /А.В.Коротич (РФ). - Заявл.12.01.22; № 2022100380; Оpubл.15.04.22; Бюл. № 11.
47. Патент 210472 РФ, МПК E04B 1/19. Модуль плотнейшей структуры /А.В.Коротич (РФ). - Заявл.12.01.22; № 2022100385; Оpubл.15.04.22; Бюл. № 11.
48. Патент 210473 РФ, МПК E04B 7/10. Покрытие радиальное /А.В.Коротич (РФ). - Заявл.12.01.22; № 2022100396; Оpubл.15.04.22; Бюл. № 11.
49. Патент 210934 РФ, МПК E04B 7/08. Купол пирамидообразный /А.В.Коротич (РФ). - Заявл.12.01.22; № 2022100388; Оpubл.13.05.22; Бюл. № 14.
50. Патент 210960 РФ, МПК E04B 1/19. Модуль плотнейшей структуры /А.В.Коротич (РФ). - Заявл.12.01.22; № 2022100383; Оpubл.16.05.22; Бюл. № 14.
51. Патент 210962 РФ, МПК E04B 1/00. Модуль строительный /А.В.Коротич (РФ). - Заявл.12.01.22; № 2022100387; Оpubл.16.05.22; Бюл. № 14.
52. Патент 210963 РФ, МПК E04B 1/32. Плита структурная /А.В.Коротич (РФ). - Заявл.12.01.22; № 2022100392; Оpubл.16.05.22; Бюл. № 14.
53. Патент 210971 РФ, МПК E04B 1/32. Плита структурная /А.В.Коротич (РФ). - Заявл.12.01.22; № 2022100381; Оpubл.16.05.22; Бюл. № 14.
54. Патент 210972 РФ, МПК E04B 1/32. Плита структурная /А.В.Коротич (РФ). - Заявл.12.01.22; № 2022100384; Оpubл.16.05.22; Бюл. № 14.
55. Патент 210973 РФ, МПК E04B 1/00. Модуль строительный /А.В.Коротич (РФ). - Заявл.12.01.22; № 2022100389; Оpubл.16.05.22; Бюл. № 14.
56. Патент 210974 РФ, МПК E04B 1/32. Плита структурная /А.В.Коротич (РФ). - Заявл.12.01.22; № 2022100390; Оpubл.16.05.22; Бюл. № 14.
57. Патент 210975 РФ, МПК E04B 7/08. Купол пирамидообразный /А.В.Коротич (РФ). - Заявл.12.01.22; № 2022100393; Оpubл.16.05.22; Бюл. № 14.
58. Патент 211031 РФ, МПК E04B 7/08. Покрытие складчатое /А.В.Коротич (РФ). - Заявл.12.01.22; № 2022100397; Оpubл.18.05.22; Бюл. № 14.
59. Патент 82406 РФ, МКПО 21-01. Конструктор гибкий /А.В.Коротич (РФ). - Заявл.23.05.11; № 2011501536; Оpubл.16.07.12; Бюл. № 7.

**IV. Статьи в рецензируемых периодических изданиях перечня ВАК РФ (научная специальность 17.00.06; отрасль наук- «искусствоведение»)**

60. Коротич, А.В. Фасадная детализация как важнейший компонент художественного имиджа современной высотной архитектуры [Электронный ресурс] /А.В.Коротич //Архитектон: известия вузов.- 2019.- № 1(65).- URL: [http://archvuz.ru/2019\\_1/1](http://archvuz.ru/2019_1/1).
61. Коротич, А.В. Морфология высотной архитектуры: творческие аспекты [Электронный ресурс] /А.В.Коротич //Архитектон: известия вузов.- 2019.- № 3(67).- URL: [http://archvuz.ru/2019\\_3/3](http://archvuz.ru/2019_3/3).

62. Коротич, А.В. Графическое конструирование непризматических выпуклых многогранников плотнейшего заполнения пространства [Электронный ресурс] /А.В.Коротич //Архитектон: известия вузов.- 2019.- № 3(67).- URL: [http://archvuz.ru/2019\\_3/15](http://archvuz.ru/2019_3/15).

63. Коротич, А.В. Актуальные аспекты формирования национальной архитектуры и средового дизайна [Электронный ресурс] /А.В.Коротич //Архитектон: известия вузов.- 2020.- № 1(69).- URL: [http://archvuz.ru/2020\\_1/2](http://archvuz.ru/2020_1/2).

64. Коротич, А.В. Дизайн и архитектура: проблемы взаимодействия [Электронный ресурс] /А.В.Коротич //Архитектон: известия вузов.- 2021.- № 1(73).- URL: [http://archvuz.ru/2021\\_1/17](http://archvuz.ru/2021_1/17).

65. Коротич, А.В. Некоторые морфологические аспекты фомообразования регулярных дискретных структур в дизайне [Электронный ресурс] /А.В.Коротич //Архитектон: известия вузов.- 2021.- № 2(74).- URL: [http://archvuz.ru/2021\\_2/14](http://archvuz.ru/2021_2/14).

66. Коротич, А.В. Основные направления геометрического формообразования регулярных дискретных структур в дизайне [Электронный ресурс] /А.В.Коротич //Архитектон: известия вузов.- 2021.- № 3(75).- URL: [http://archvuz.ru/2021\\_3/24](http://archvuz.ru/2021_3/24).

67. Коротич, А.В. Формотворческие стратегии моделирования регулярных дискретных структур в дизайне [Электронный ресурс] /А.В.Коротич //Архитектон: известия вузов.- 2021.- № 4(76).- URL: [http://archvuz.ru/2021\\_4/29](http://archvuz.ru/2021_4/29).

**V. Статьи в прочих специализированных периодических изданиях, материалы международных и всероссийских научных конференций**

68. Коротич, А.В. Методика архитектурного формообразования изоэдральных сферических оболочек /А.В.Коротич //Градостроительство.- 2014.- № 4.- С. 49-52, ил.

69. Коротич, А.В. Формообразование складчатых акустических конструкций зальных интерьеров с использованием листовых материалов KNAUF /А.В.Коротич //Технологии KNAUF.- 2014.- № 22.- С. 18, ил.

70. Korotich, A.V. Shaping the folded acoustic structures of the hall interiors using KNAUF board materials.- Reports digest of International Conference «Acoustics in Architecture as an element of a high-quality building», 2014, October 22, Moscow.- p.61-66, il.

71. Коротич, А.В. Архитектурно-дизайнерское формообразование в контексте развития современных информационных технологий //Материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Новые информационные технологии в архитектуре и строительстве» НИТАС' 2019, 5-7 ноября 2019г.- Екатеринбург: УрГАХУ, 2019.- С. 24.

72. Коротич, А.В. Графическое моделирование новых форм архитектурно-дизайнерских объектов //Материалы III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Новые информационные технологии в архитектуре и строительстве» НИТАС'2020, 5-6 ноября 2020г.- Екатеринбург: УрГАХУ, 2020.- С. 13.

73. Коротич, А.В. Информационные технологии в параметрическом дизайне //Материалы IV Международной научно-практической конференции «Новые информационные технологии в архитектуре и строительстве» НИТАС'2021, 2-3 ноября 2021г.- Екатеринбург: УрГАХУ, 2021.- С. 22.

74. Коротич, А.В. Зодчество и дизайн: эффективный диалог или конфликт интересов? //Материалы научной конференции «Современная архитектура мира: основные процессы и направления развития», 5 октября 2020г.- Москва: НИИТИАГ (филиал «ЦНИИП Минстроя России»), 2020.

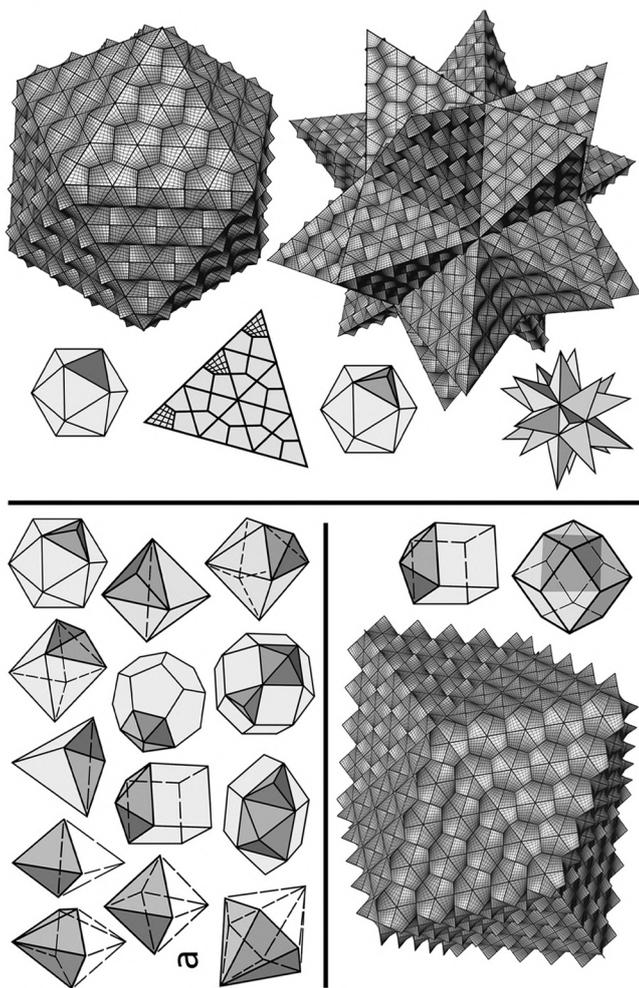


Рисунок 1 - Новые типы линейчатых квазинногогранников из оболочек формы тупара. Компоночные схемы образования составных структур из пирамидообразных и куполообразных модулей. Автор разработок, алгоритмов и рисунков Коротич А.В.

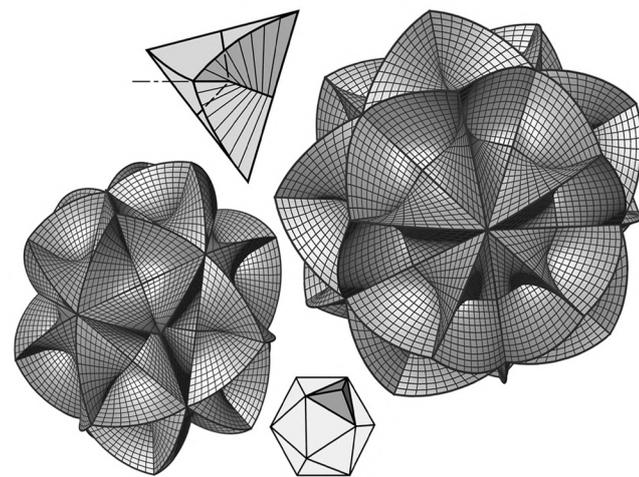
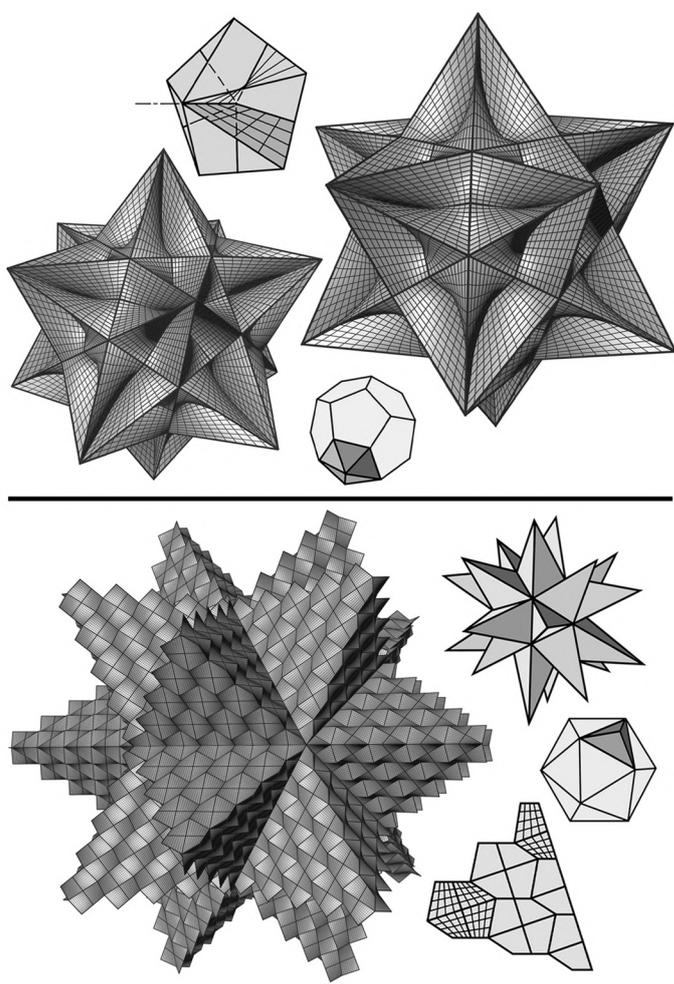
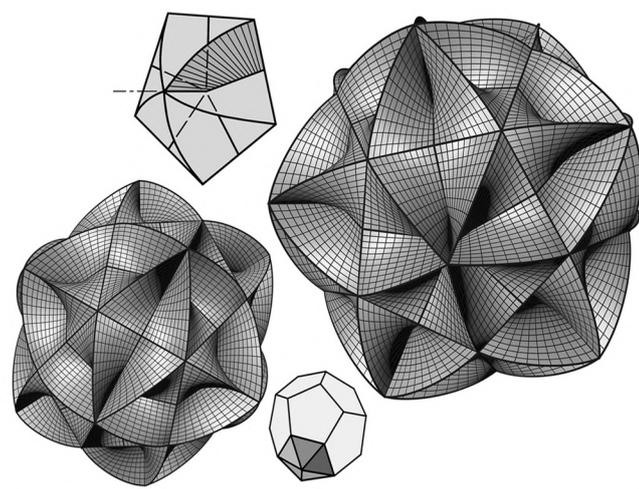
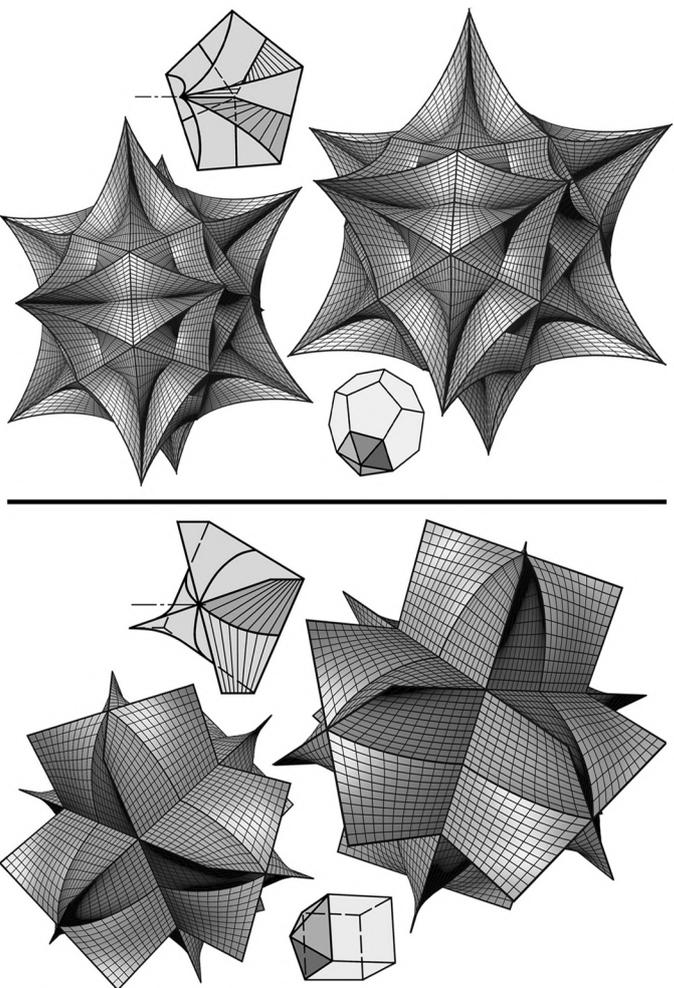


Рисунок 2 - Новые типы линейчатых квазинногогранников из оболочек формы коноида. Компоночные схемы образования составных структур из пирамидообразных и куполообразных модулей. Автор разработок, алгоритмов и рисунков Коротич А.В.



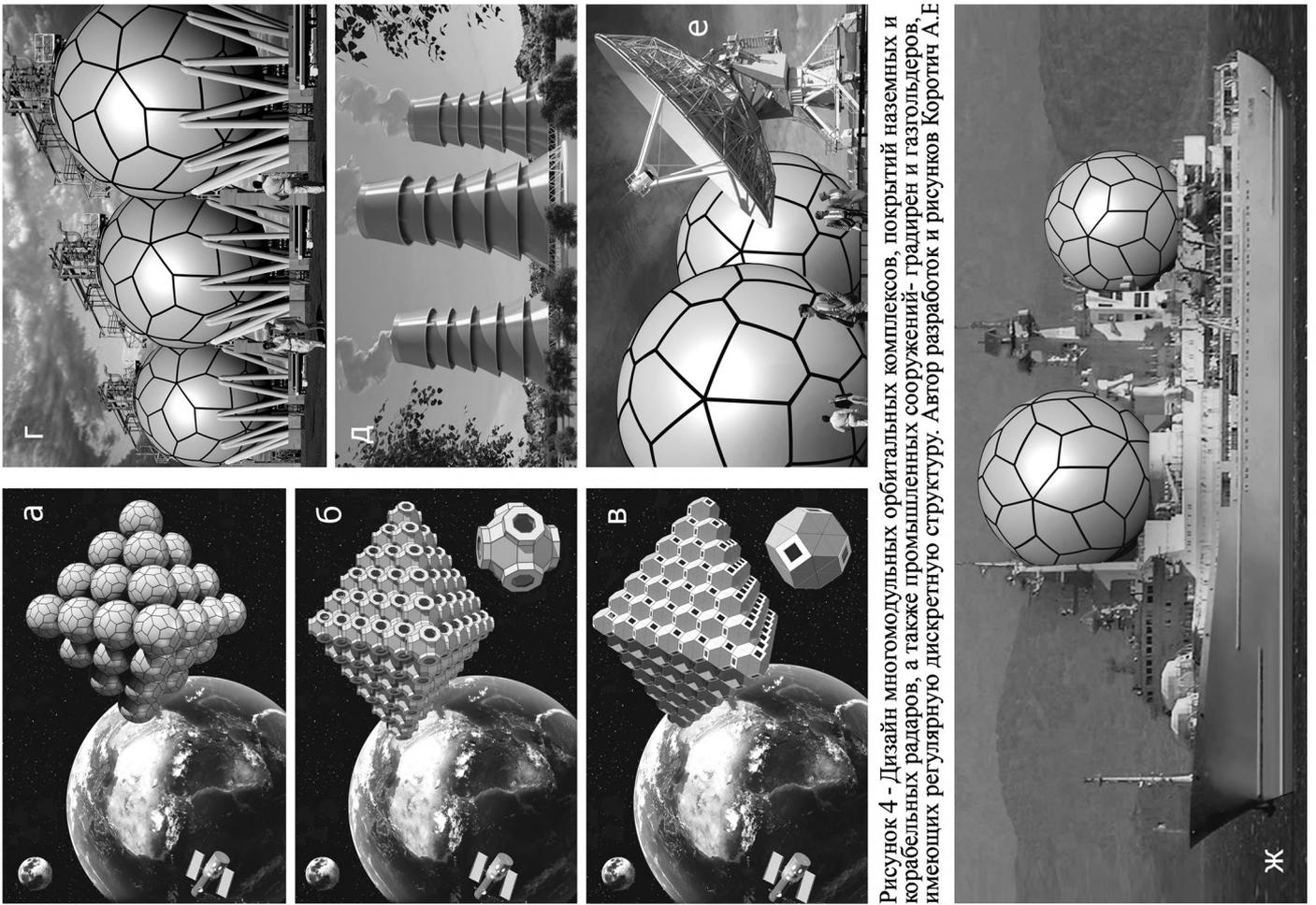


Рисунок 4 - Дизайн многомодульных орбитальных комплексов, покрытий наземных и корабельных радаров, а также промышленных сооружений - градирен и газгольдеров, имеющих регулярную дискретную структуру. Автор разработки и рисунков Коротич А.Е.

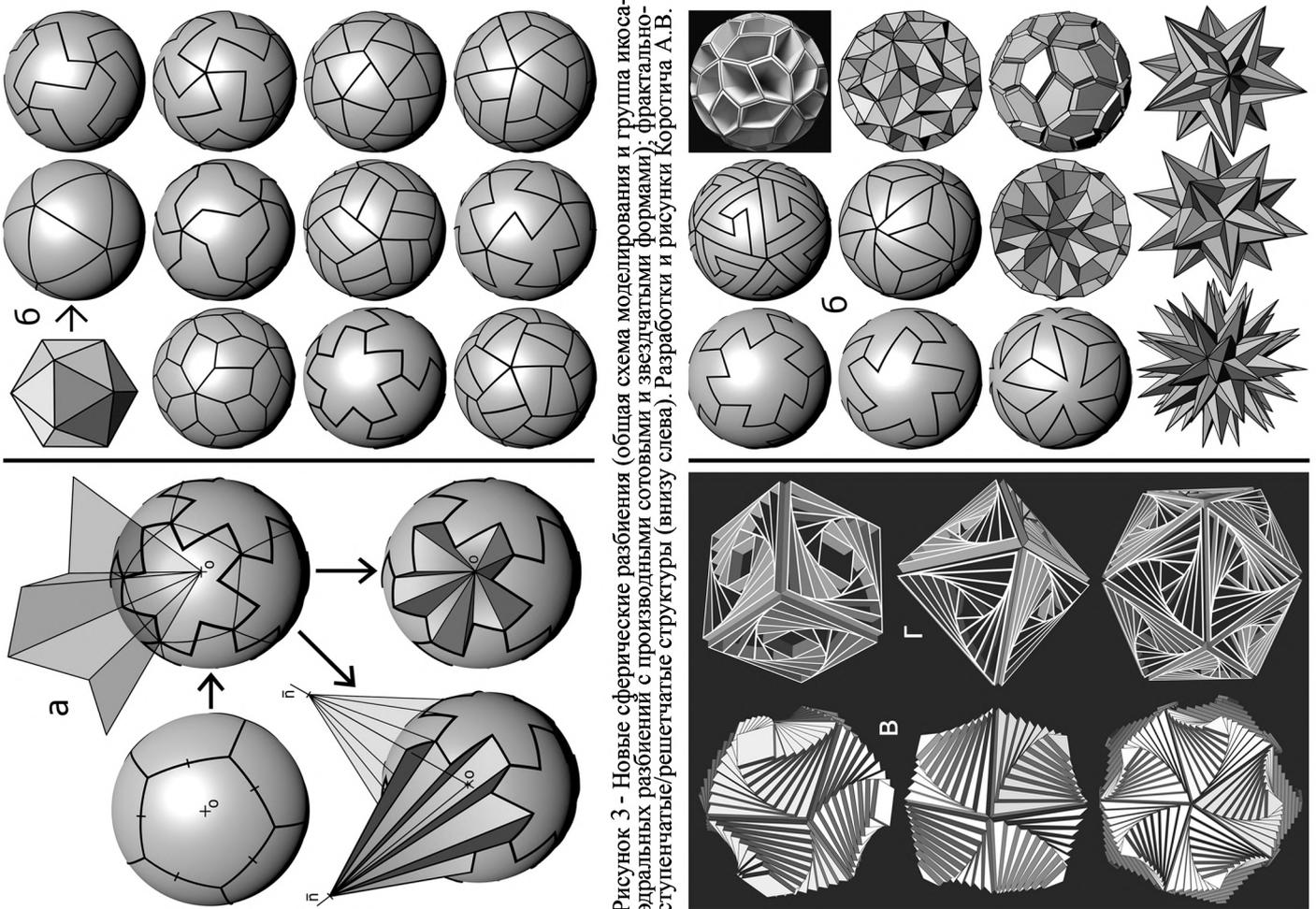


Рисунок 3 - Новые сферические разбиения (общая схема моделирования и группа икосаэдральных разбиений с производными сотами и звездчатыми формами); фрактально-столбчатые/решетчатые структуры (внизу слева). Разработки и рисунки Коротича А.В.

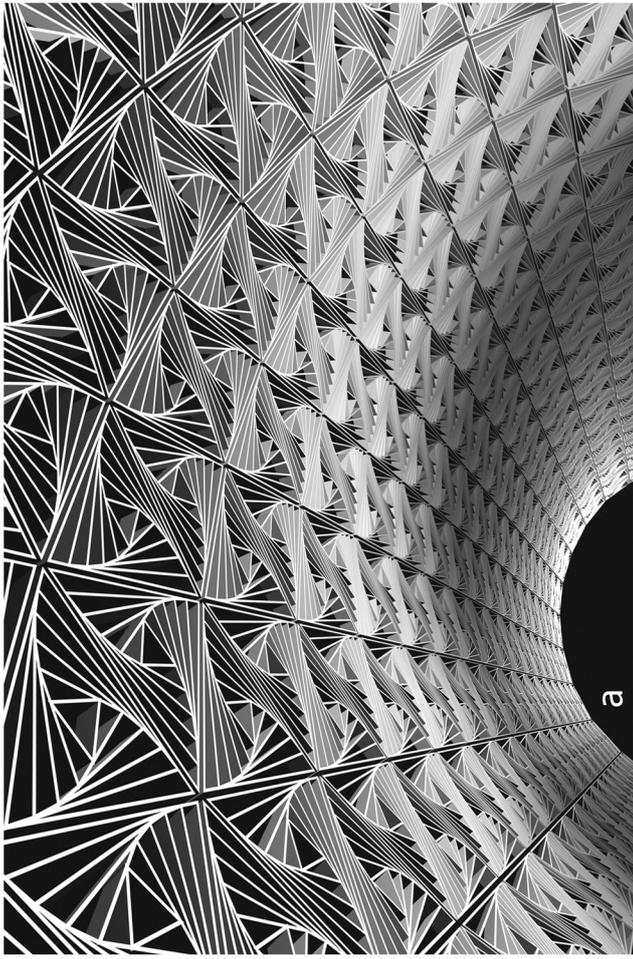


Рисунок 5 – Складчатые, решетчатые, слоистые, гиперболические структуры различной конфигурации как важнейшие элементы имиджевых интерьеров и малые формы дизайна на городских пространствах. Автор дизайн-концептов и рисунков Коротич А.В.

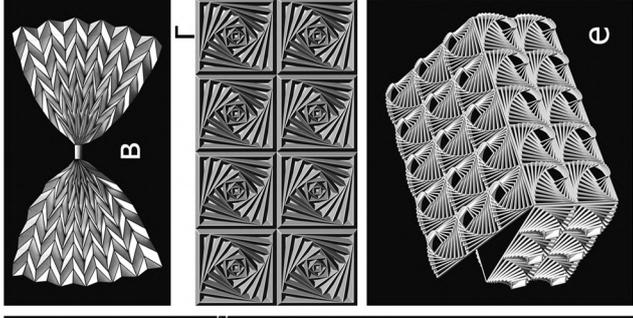
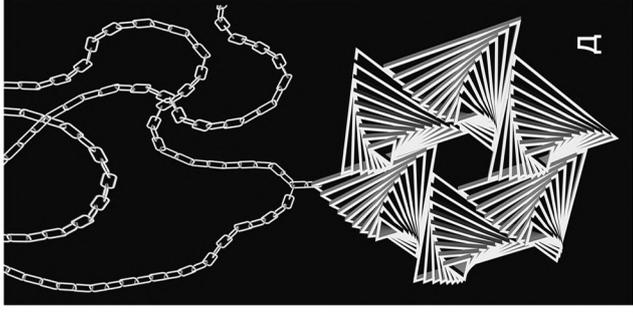
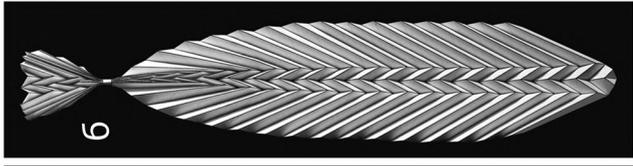
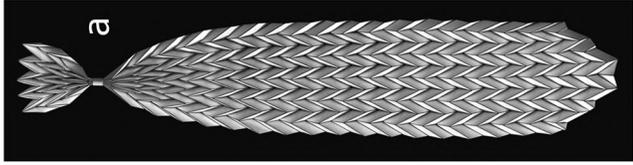
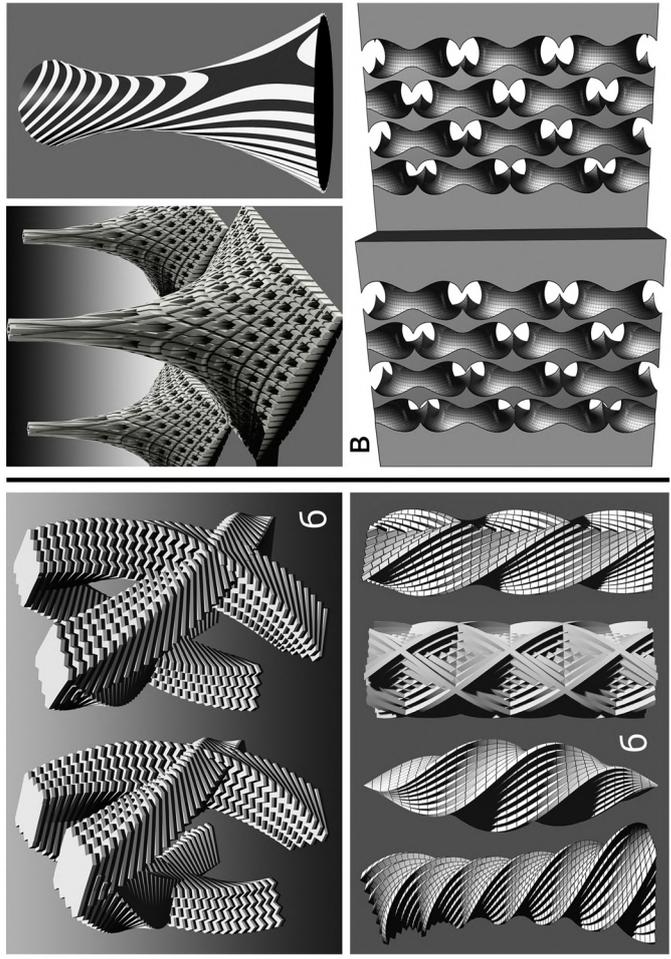


Рисунок 6 - Формотворческие решения аксессуаров одежды, ювелирных изделий, пищевых продуктов, изделий полиграфической промышленности с использованием складчатых и решетчатых регулярных структур. Разработки, модели и рисунки Коротича А.В.

