МОСКОВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ХУДОЖЕСТВЕННО-ПРОМЫШЛЕННАЯ АКАДЕМИЯ
ИМЕНИ С. Г. СТРОГАНОВА

На правах рукописи

ЛЕКСИНА Ольга Игоревна

АРХИТЕКТУРА, ИСКУССТВО, ДИЗАЙН: ЛИНЕЙЧАТЫЕ ПОВЕРХНОСТИ КАК ОСНОВА КОНСТРУКЦИИ И ОБРАЗА

Специальность 17.00.04 –
изобразительное и декоративно-прикладное искусство и архитектура

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата искусствоведения

Научный руководитель:
доктор искусствоведения, профессор
Лаврентьев Александр Николаевич

Москва – 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 7

Глава 1. ЛИНЕЙЧАТЫЕ ПОВЕРХНОСТИ: ОТ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ В ТЕХНИКЕ – К МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ПОНЯТИЮ И К АРХИТЕКТУРНОМУ ФОРМООБРАЗОВАНИЮ 15

1.1. Линейчатые поверхности в математике: понятие, типология 15
1.2. История линейчатых поверхностей как понятия и структуры – от Архимеда до Новейшего времени 16
1.2.1. Линейчатые поверхности в античности и средневековье: научное и интуитивное применение 16
1.2.2. Линейчатые поверхности в Новое время 18
1.2.2.1. Гиперболоид Кристофера Рена 18
1.2.2.2. Коноид Гварини 19
1.2.2.3. «Начертательная геометрия» Гаспара Монжа и математические модели линейчатых поверхностей как визуализация аналитических записей в пространственной форме 20
1.3. Шухов и Гауди – «родоначальники» применения структур линейчатых поверхностей в практическом формообразовании 24
1.3.1. Гиперболоид инженера Шухова 24
1.3.1.1. Превращение математической абстракции в инженерную конструкцию . 24
1.3.1.2. Переосмысление «статуса» гиперболоидной башни Шухова: от «инженерной конструкции» к «архитектурной форме» 26
1.3.2. Формообразование на основе линейчатых поверхностей: соединение рационального и иррационального, геометрического и органического. Природные аналоги 29
1.3.3. Проблемы восприятия и искусствоведческой оценки конструкций на основе линейчатых поверхностей 33
1.3.4. Линейчатые поверхности Гауди в проектной культуре модерна 35
1.3.4.1. Традиционные представления о Гауди как художнике модерна 35
1.3.4.2. Изменение представлений (в конце XX – начале XXI века) о месте конструктивной составляющей в работах Гауди 41
1.3.4.3. Формирование нового архитектурного языка Гауди на основе синтеза природной и линейчатой геометрии и традиционных технологий 43
1.3.4.4. Гиперболический параболоид в конструктивно-композиционном решении Крипты Колонии Гуэль. Создание иррационального художественного образа средствами рациональной конструкции 48
1.3.4.5. Линейчатые поверхности в конструкции Крипты с точки зрения концепции модерна 53
1.3.4.6. Приходская школа Саграда Фамилиа: «тождественность конструктивного дизайна и архитектурной формы» 54
1.3.5. Храм Саграда Фамилиа Антонио Гауди: проект, основанный на геометрии линейчатых поверхностей 58

1.3.5.1. Компьютерные технологии, подтверждающие соответствие моделей Гауди математическому описанию линейчатых поверхностей 58
1.3.5.2. Свод как пространственная композиция пересекающихся гиперболоидов и гиперболических параболоидов. «Симфония» линейчатых поверхностей в храме Саграда Фамилиа 59
1.3.6. Линейчатые поверхности в архитектуре Гауди и новые процессы в искусстве в начале XX века 64
Выводы главы 1 69

Глава 2. ЛИНЕЙЧАТЫЕ ПОВЕРХНОСТИ КАК КОНСТРУКТИВНАЯ И ОБРАЗНО-ХУДОЖЕСТВЕННАЯ ОСНОВА В НОВАТОРСКИХ НАПРАВЛЕНИЯХ АРХИТЕКТУРЫ, ИСКУССТВА И ДИЗАЙНА XX ВЕКА 75

2.1. Линейчатые поверхности в архитектурном проектировании 75
2.1.1. Структуры линейчатых поверхностей как генератор формы в архитектуре 75
2.1.2. Гиперболический параболоид как прогрессивная геометрическая форма для перекрытия протяженных пространств. Эксперименты Э. Каталано. 78
2.1.3. Гиперболические параболоиды Ф. Канделы. Инженерная конструкция как художественное средство 79
2.1.4. Линейчатые поверхности в образном и структурно-композиционном формообразовании Ле Корбюзье 83
2.1.4.1. Капелла в Роншане – «манифест иррационализма», созданный рациональными средствами 83
2.1.4.2. Гиперболоид архитектора Ле Корбюзье 90
2.1.5. Линейчатые поверхности как формообразующее средство в архитектуре и музыке Янниса Ксенакиса 92
2.1.5.1. Ксенакис – инженер, архитектор, музыкант. «Линейчатые поверхности звука» в партитуре «Метастазиса» 92
2.1.5.2. Линейчатые поверхности как структурное и пластическое средство в архитектуре павильона «Филипс» 94
2.1.5.3. Линейчатые поверхности как средство достижения непрерывности в музыке и архитектуре Я. Ксенакиса 97
2.1.5.4. Линейчатые поверхности как основа создания виртуальных пространств свето-музыкальных представлений 99
2.2. Линейчатые поверхности как пластическое средство в искусстве 102
2.2.1. Понятие «линейчатые поверхности» в скульптуре в зарубежном искусствоведении 102
2.2.2. Линейчатые поверхности в скульптуре Мура – Габо – Певзнера – Хепворт: формальное сходство и сущностные различия. 105
2.2.3. Математические модели линейчатых поверхностей как источник экспериментов в скульптуре Генри Мура 106
2.2.4. Линейчатые поверхности в скульптуре Габо: конструирование формы и пространства 109
2.2.4.1. Математические модели линейчатых поверхностей как источник формальных идей 109
2.2.4.2. От имитации струн – к струнной технике: линейчатые поверхности как

генератор формы и пространства скульптуры 111
2.2.4.3. Структура как органический феномен в концепции формообразования Габо. Параллели с Гауди 113
2.2.4.4. Представления исследователей и самого Габо о роли науки в его творчестве 116
2.2.5. Линейчатые поверхности в графике и скульптуре Барбары Хепворт..... 117
2.2.5.1. Роль математических моделей в творчестве Хепворт..... 117
2.2.5.2. Линейчатые поверхности в графике Хепворт военного времени и их отражение в скульптуре 1940-х годов..... 119
2.2.5.3. Ритмы Греции в скульптуре и графике Хепворт 121
2.2.5.4. Линейчатые поверхности в скульптуре и графике Хепворт как пластический символ ее связи с ландшафтом..... 125
2.2.6. Линейчатые поверхности как основа пластической системы А. Певзнера 127
2.2.6.1. Слагаемые нового представления о форме 127
2.2.6.2. Технология как основа формообразования 129
2.2.6.3. Математика в скульптуре Певзнера. Проблема понятий..... 132
2.2.6.4. Габо и Певзнер: проблема первенства. Способ создания пространственной кривизны в скульптуре как признак стиля 134
2.2.6.5. Линейчатые поверхности Певзнера: конструирование человеческого.... 136
2.3. Признаки формального и образного сближения архитектуры и скульптуры с использованием линейчатых поверхностей 138
Выводы главы 2 141

Глава 3. ТИПОЛОГИЯ ЛИНЕЙЧАТЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ КАК ФОРМООБРАЗУЮЩИХ СТРУКТУР В АРХИТЕКТУРЕ, ИСКУССТВЕ И ДИЗАЙНЕ 148

3.1. Основы предлагаемой типологии: структуры линейчатых поверхностей и области искусства..... 148
3.2. Типология архитектурных решений на основе гиперболоида..... 149
3.2.1. Систематизация массива объектов, в конструкции которых использован гиперболоид 149
3.2.2. Гиперболоид как средство организации пространства 151
3.2.3. Гиперболоидные конструкции в дизайне среды. Некоторые аспекты проблематики отношения «конструкция-композиция» 154
3.3. Типология архитектурного формообразования на основе гиперболического параболоида: пространственные и пластические решения. Гиперболический параболоид в модульном проектировании 157
3.4. Линейчатые поверхности и движение 161
3.4.1. Движение как особый типологический признак линейчатых поверхностей161
3.4.2. Линейчатые поверхности и барокко 163
3.4.3. Пластическое и графическое «движение» как свойство структур линейчатых поверхностей..... 164
3.4.4. Составляющие иллюзорного движения в скульптуре Габо, Певзнера, Хепворт..... 168
3.4.5. Линейчатые поверхности и кинетизм в экспериментах отечественных

художников 1960-70-х гг. 170
3.4.6. Линейчатые поверхности как основа модульных конструкций и кинетических композиций Анхеля Дуарте 173
3.5. Типология формообразования на основе коноида: от иллюзии движения – к кинетическим объектам 175
3.5.1. Коноид в конструкции приходской школы А. Гауди как прообраз конструктивных и пластических архитектурных решений в XX и XXI веках 176
3.5.2. Конструкции на основе коноида: превращение иллюзорного движения в реальное 178
3.5.2.1. Развитие конструктивных идей Гауди в кинетических объектах Калатравы178
3.5.2.2. «Механические волны Рубена Марголина» 179
3.5.2.3. Кинетический фасад: волновое движение, порождаемое ветром 180
3.6. Геликоид как наиболее динамичная структура линейчатой поверхности. Типология формообразования на основе геликоида 181
3.6.1. Геликоид и модульное формообразование: от конструкции лестницы к конструкции здания 181
3.6.2. От скульптурной пластики винтовой лестницы – к «скульптуре», организующей пространство 183
3.6.3. Мобили и стабили Кеннета Мартина 184
3.6.4. Кинетические эффекты, обусловленные композицией, в работах Андреу Альфаро 189
3.7. Линейчатые поверхности в формообразовании мемориальной скульптуры 192
3.8. Движение как основа значений и смыслов в скульптуре на основе линейчатых поверхностей 198
3.9. Тенденции к демонстрации (и эстетизации) структур линейчатых поверхностей в архитектуре XXI века 201
3.9.1. Пластика и структура гиперболического параболоида как средство установления образной связи с ландшафтом 201
3.9.2. Структура линейчатых поверхностей как средство реализации биомиметических принципов в архитектурном проектировании 203
3.9.3. Структура и пластические свойства линейчатых поверхностей в дизайне пешеходных мостов 205
3.10. Линейчатые поверхности в сценографии и дизайне выставочных пространств 207
3.10.1. Сценография С. Калатравы с использованием линейчатых поверхостей как средство достижения синергетического эффекта в балете 207
3.10.2. Структуры линейчатых поверхностей как средство создания сложного театрального пространства и регулятор уровня коммуникации участников спектакля 209
3.10.3. Линейчатые поверхности как композиционное средство в дизайне выставочных пространств 211
3.11. Линейчатые поверхности в современном искусстве 212
3.11.1. Архитектурные интенции в использовании структур линейчатых поверхностей в инсталляциях 212
3.11.1.1. Инсталляция как наглядный способ изучения связи между измерениями пространства 212

3.11.1.2. Инсталляция как соединение архитектурного мотива и традиционной ремесленной техники 214
3.11.2. Художественные интенции в использовании структур линейчатых поверхностей в инсталляциях 215
3.11.2.1. Инсталляция как способ артикуляции пространства 215
3.11.2.2. Пространственные инсталляции на основе плоских структур в технике «string art». Модели линейчатых поверхностей (и близкие к ним структуры) как артобъекты 216
3.12. Линейчатые поверхности в предметном дизайне 221
3.12.1. Структура как генератор формы и функции 221
3.12.2. Формообразование на основе линейчатых поверхностей как самостоятельное направление, объединяющее искусства и проектные виды творчества 224
Выводы главы 3 228

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 236

БИБЛИОГРАФИЯ 240

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. В диссертации исследуется недостаточно изученный в отечественном искусствоведении способ формообразования – с использованием линейчатых поверхностей[1]. Начало применения этого способа связывается, главным образом, с именем В. Г. Шухова – его инженерными гиперболоидными конструкциями, а его развитие в архитектуре в 50-60-е годы XX века оценивается как реакция на монотонность и однообразие среды, формируемой функционализмом.

В действительности же этот способ формообразования впервые (в 1884 г.) был применен в архитектуре А. Гауди – за десятилетия до конструктивизма и функционализма. Однако, в то время как стилеобразующими факторами конструктивизма и функционализма явились кубизм, футуризм и супрематизм (определив особую роль *плоскости* в создании пространства), способ формообразования Гауди, позволяющий *генерировать объем и пространство минуя стадию плоскости*, родился без какого-либо влияния изобразительного искусства, опередив и свое время, и возможность его адекватного восприятия. В отечественном искусствоведении деятельность Гауди, по сути являющегося основоположником этого вида формообразования, пока не получила должной оценки.

В XX веке способ формообразования[2] с использованием линейчатых поверхностей получил распространение в скульптуре (и в меньшей степени – в графике), пережил в 1950-60-е годы «бум» в архитектуре и продолжает развиваться в

---

[1] «Линейчатые поверхности» – математический термин, обозначающий класс поверхностей, образуемых движением прямой линии в пространстве. В материальном выражении эти поверхности (включающие гиперболоид, гиперболический параболоид, геликоид и коноид) обладают высокими пластическими и механическими характеристиками, что обусловливает их широкое применение в архитектуре. Этот термин в характеристике формообразования (в архитектуре и скульптуре на основе линейчатых поверхностей) используют, главным образом, зарубежные историки искусства и архитектуры, исследующие творчество Гауди, Ле Корбюзье, Габо, Певзнера, Ксенакиса: Дж. Коллинз, Р. Эванс, Й. Томлов, Ж. Бернем, С. Стеркен. В работах отечественных искусствоведов применяются преимущественно конкретные обозначения этих поверхностей: гиперболоид В. Г. Шухова, гиперболический параболоид (изобретение Т. Макаровой) – у С. О. Хан-Магомедова, гиперболические параболоиды (в формообразовании Ф. Канделы) – у И. А. Азизян. В настоящем исследовании термин «линейчатые поверхности» используется как видовой, объединяющий конкретные: гиперболоид, гиперболический параболоид, геликоид и коноид.

[2] Под способом формообразования на основе линейчатых поверхностей мы понимаем конкретные приемы генерирования форм пространственной кривизны посредством прямолинейных элементов в заданных проектных условиях, в том числе – с применением графических и макетных методов моделирования. Под формообразованием на основе линейчатых поверхностей как отдельной видовой группой мы понимаем совокупность объектов архитектуры, искусства и дизайна, сконструированных с использованием гиперболоидов, гиперболических параболоидов, коноидов, геликоидов и их сочетаний.

XXI в., вовлекая в свою орбиту другие области искусства и дизайн. Таким образом, на основе формообразования с применением линейчатых поверхностей сложилось самостоятельное направление, объединяющее искусства и проектные виды творчества. Интегрирующим признаком его является конструктивно-образная система, в которой конструкция и образ существуют в неразрывном единстве: конструкция с использованием линейчатых поверхностей обладает пространственной кривизной, в значительной степени определяющей характер образа.

Использование потенциала линейчатых поверхностей обогащает творческий арсенал художников, архитекторов и дизайнеров, позволяя создавать формы (в том числе с привлечением современных компьютеризированных систем проектирования) и образно-выразительные, и надежные с точки зрения конструкции. Это обстоятельство и определяет актуальность искусствоведческого исследования линейчатых поверхностей как основы конструкции и образа в архитектуре, искусстве и дизайне.

Степень научной разработанности проблемы: Традиционно в исследовании вопросов формообразования применение линейчатых поверхностей связывается прежде всего с архитектурой, и исследуются эти вопросы, главным образом, историками и теоретиками архитектуры, архитекторами (и инженерами), в числе которых: Й. Томлов, К. Зигель, А.Э. Гутнов, А.В. Иконников, М. Рагон. Что касается искусствоведения (отечественного и работ зарубежных исследователей в русском переводе), вопросы формообразования с использованием линейчатых поверхностей – с разных точек зрения – рассматриваются: в отношении В.Г. Шухова – С.О. Хан-Магомедовым, Н.А. Смуровой, А.Н. Лаврентьевым, Р. Грефе; в отношении Ф. Канделы – И.А. Азизян; в отношении Э. Торрохи – З. Гидионом; Ле Корбюзье – З. Гидионом, А.В. Иконниковым; в отношении А. Гауди – элементы его конструкций анализирует Й. Томлов, а о том, что эти конструкции связаны с линейчатыми поверхностями, упоминают, преимущественно, архитекторы – Х. Бергос, Х.Н. Бассегода, Ч. Дженкс, Е.Д. Положай; из искусствоведов – В.Г. Власов.

На наш взгляд, в искусствоведении существует проблема недостаточного внимания к конструкции. Хотя в случае использования линейчатых поверхностей именно конструкция часто является основой художественного образа, – она дале-

ко не всегда является предметом искусствоведческого анализа; работы Гауди – классический пример: в представлении многих – как отечественных, так и зарубежных исследователей – Гауди является, прежде всего, художником, а художественность его работ с конструкцией часто не связывается.

Что касается общности формообразования на основе линейчатых поверхностей в архитектуре, искусстве и дизайне – с этой точки зрения проблема в отечественном искусствоведении не рассматривается, однако, появившаяся еще в 1976 году – в русскоязычном переводе – работа З. Гидиона «Пространство, время, архитектура» содержит авторское объяснение формообразования оболочек (гиперболических параболоидов) в архитектуре на примере скульптуры А. Певзнера. В зарубежном искусствоведении эта проблема в такой конкретной постановке не исследуется, тем не менее, в настоящее время общность формообразования на основе линейчатых поверхностей в архитектуре и скульптуре становится очевидной для многих зарубежных исследователей, но в большей степени – для связанных с архитектурой (не с искусствоведением), а, вероятно, впервые на эту проблему обратил внимание еще в 1960 г. американский историк искусства Дж.Р. Коллинз, который для объяснения сути линейчатых поверхностей в ряде архитектурных объектов Гауди обращался к конструкциям Габо и Певзнера; в 1968 г. о «*линейчатых поверхностях* линеарных конструкций Габо 1940-х годов» писал американский историк искусства и критик Ж. Бернем.

Объект исследования – архитектура, скульптура, графика, современное искусство и дизайн, в формообразовании которых использованы линейчатые поверхности.

Предмет исследования – способ формообразования на основе линейчатых поверхностей: его зарождение, становление и развитие от архитектуры – к искусству и дизайну.

Цель: раскрытие конструктивно-образного потенциала линейчатых поверхностей как способа формообразования в архитектуре, искусстве и дизайне.

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

1. Искусствоведческий анализ применения линейчатых поверхностей в ху-

дожественной и проектной практике на основе отечественных и, преимущественно, зарубежных публикаций, а также – на основе собственных натурных исследований (с изучением обстоятельств, предшествующих началу практического применения линейчатых поверхностей на научной основе в архитектуре).

2. Выявление связи линейчатых поверхностей с природным формообразованием.

3. Исследование характера и особенностей формообразования в архитектуре А. Гауди, Ф. Канделы, Ле Корбюзье, Я. Ксенакиса и скульптуре Г. Мура, Н. Габо, Б. Хепворт, А. Певзнера, А. Альфаро, А. Дуарте с позиции создания образа и пространства посредством линейчатых поверхностей.

4. Сопоставление путей развития архитектуры и скульптуры с использованием линейчатых поверхностей на предмет выявления возможного «перетекания» способа формообразования из архитектуры в скульптуру (или наоборот).

5. Разработка структурно-композиционных основ типологии, позволяющей выявить соотношение «материально-технических» и «материально-выразительных» признаков объекта. Систематизация и типологизация объектов формообразования с использованием линейчатых поверхностей на основе анализа соотношения конструктивно-геометрических факторов и порождаемого ими образа.

6. Исследование соотношения конструкции и формы в архитектуре на основе линейчатых поверхностей.

7. Исследование формообразования на основе линейчатых поверхностей с позиции движения как порождающего принципа этих поверхностей.

8. Выявление тенденций в современном формообразовании на основе линейчатых поверхностей.

Хронологические границы исследования. Исследование охватывает период от начала научного применения линейчатых поверхностей в архитектуре (1884 год, А. Гауди) до настоящего времени, – с экскурсом в предшествующие периоды, связанные с использованием линейчатых поверхностей вне рамок искусства (в технике), с интуитивным их применением в архитектуре и со становлением самого понятия «линейчатые поверхности». Исследование не привязано к конкретным географическим границам: границы исследования определяются

точками приложения творчества представленных в работе персоналий архитекторов, скульпторов, художников и дизайнеров.

Теоретико-методологическую основу исследования составляют работы В. Н. Прокофьева, Е.В. Волковой, Г. Зедльмайра, П. Флоренского, З. Гидиона, Е.Б. Муриной, В. Ф. Маркузона, Ю. М. Лотмана, И. А. Азизян, С.О. Хан-Магомедова, А.Н. Лаврентьева, Е.В. Жердева, А.В. Ефимова, В.Р. Аронова, В.Ф. Сидоренко.

Методы научного исследования. Исследование проводилось с использованием системного и комплексного подхода к изучаемому явлению. Основные методы искусствоведческого исследования: историко-культурный, формально-стилистический (с элементами семантики), структурно-типологический и сравнительный анализ, – применялись в разных сочетаниях в зависимости от специфики творчества отдельного художника и сферы формообразования.

Источниковая база исследования представлена несколькими группами. Основную группу (помимо трудов упомянутых выше авторов) представляют, главным образом, работы зарубежных (англо- и франкоязычных) авторов, исследующих творчество А. Гауди (Д. Хиральт-Миракле, Х. Бонет), Ле Корбюзье (Р. Эванс, Ж.-Л. Коэн), Я. Ксенакиса (Р. Эванс, Н. Матосян, Ш. Канах), Ф. Канделы (М. Гарлок и Д. Биллингтон), М. Бройера (И. Хайман); исследования скульптуры модернизма (В. И. Тасалов, Г. Рид, Ж. Бернем) и творчества отдельных скульпторов: Г. Мура (Дж. Хеджкоу), Н. Габо (К. Лоддер и М. Хаммер, касающиеся в том числе формообразования в скульптуре Певзнера, Мура и Хепворт), Б. Хепворт (А. М. Хаммачер, К. Стеффенс, и др.) и Певзнера (Ж.-К. Маркаде, Д. Лемни, Э. Лебон); а также автобиографическая работа Б. Хепворт.

Следующие группы ***источников*** представляют:

- материалы, объясняющие суть линейчатых поверхностей как математического понятия, а также материалы, связанные с историей становления как самого понятия линейчатых поверхностей, так и формообразования на их основе;

- материалы, посвященные архитектурным конструкциям Гауди (в том числе материалы целевых выставок, освещающие продолжающееся строительство храма Саграда Фамилиа), размещенные на бумажных и электронных носителях;

- материалы музейных и выставочных экспозиций Барселоны (храм Саграда

Фамилиа, Каса Мила, Каса Батло), Реуса (Музей Гауди), Лондона (галерея Тейт, музей Дизайна, Музей Виктории и Альберта), Парижа (Национальный музей современного искусства, Музей архитектурных памятников);

- статьи зарубежных историков искусства, посвященные искусству XX века, размещенные в электронных каталогах коллекций (tate.org.uk, coleccionbbva.com);

- материалы конференций, конгрессов по архитектуре (освещающие проблематику конструкций на основе линейчатых поверхностей);

- интернет-публикации, связанные с текущими событиями по исследуемой проблематике в искусстве и дизайне (а также представляющие современный взгляд на события, происходившие в искусстве XX века).

Помимо этого, диссертация базируется на собственных натурных исследованиях объектов, в конструкции которых использованы линейчатые поверхности: архитектуры А. Гауди (храм Саграда Фамилиа, здание бывшей приходской школы Саграда Фамилиа, Дворец Гуэль, Парк Гуэль в Барселоне, Крипта Колонии Гуэль в пригороде Барселоны), и скульптуры Н. Габо, А. Певзнера и Б. Хепворт, находящейся в музеях Лондона и Парижа.

Научная новизна состоит в выборе в качестве предмета – впервые в искусствоведческом исследовании – формообразования с использованием линейчатых поверхностей. Выявленная общность этого способа формообразования в архитектуре, искусстве и дизайне, заключающаяся в создании поверхностей пространственной кривизны посредством прямолинейных элементов, свидетельствует о сложении самостоятельного направления, объединяющего искусства и проектные виды творчества.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Ретроспективный анализ формообразования с использованием линейчатых поверхностей показывает существование его в культуре (не связанное с искусством) еще во времена Древнего Египта. Настоящее исследование впервые – с позиций искусствоведения – рассматривает использование линейчатых поверхностей как самостоятельный способ формообразования в искусстве, архитектуре и дизайне.

2. В формообразовании с использованием линейчатых поверхностей, харак-

терная черта которого – создание пространственной кривизны посредством прямолинейных элементов, – именно линейчатым поверхностям принадлежит основная роль в создании образа. При этом образ в значительной степени обусловлен конфликтом формообразующей линии и производимой ею поверхности и генерируется одновременно с ней.

3. Обоснование роли А. Гауди как ключевой фигуры в становлении способа формообразования с использованием линейчатых поверхностей: А. Гауди выразил новое «формоощущение», используя традиционные технологии.

4. Применение конструкций на основе линейчатых поверхностей в архитектуре обусловлено сочетанием их высоких механических и пластических характеристик (которые являются функцией самой структуры). Использование линейчатых поверхностей как формообразующего средства в скульптуре – в отличие от архитектуры – обусловлено, главным образом, их пластическими характеристиками.

5. Сопоставление путей развития архитектуры и скульптуры с использованием линейчатых поверхностей позволяет, на основании ряда фактов, говорить об их формальном и образном сближении в середине XX века (при их в целом независимом друг от друга развитии). Кроме того, есть пример существования в пределах одного архитектурного ансамбля (комплекса монастыря Благовещения в Бисмарке М. Бройера) объектов архитектуры и скульптурных элементов, в формообразовании которых использованы линейчатые поверхности. Их взаимодействие можно рассматривать как своего рода синтез на основе линейчатых поверхностей.

6. В основе образности объектов с использованием линейчатых поверхностей лежат геометрические факторы: так, динамизм объектов обусловлен самим способом порождения этих поверхностей – движением прямой (образующей). В то же время линейчатые поверхности могут быть представлены как результат деформации, искажения плоских (в этой связи вводится понятие пластической напряженности), – и эта пластическая напряженность может придавать иррациональный характер очерчиваемому ими пространству. В свою очередь, линии, объективно присущие линейчатым поверхностям, связаны с характеристиками универсума: винтовая линия описывает процессы роста; гипербола и парабола соот-

ветствуют траекториям космических скоростей. Синтез этих факторов обусловливает характер образа в каждом конкретном случае.

7. В настоящее время усиливается интерес к эстетическому потенциалу формообразования на основе линейчатых поверхностей: и к пластической их составляющей, и к структурной.

Теоретическая значимость результатов исследования состоит в представлении формообразования с использованием линейчатых поверхностей в архитектуре, искусстве и дизайне как самостоятельного, объективно складывающегося в XX-XXI вв. направления, а также в выявлении особой роли Гауди в зарождении этого направления.

Практическая значимость результатов исследования определяется возможностью их применения в учебном процессе при подготовке по специальности «Дизайн». Собранный автором иллюстративный материал, демонстрирующий формообразующие возможности линейчатых поверхностей в архитектуре, искусстве и дизайне, может быть использован дизайнерами в практическом формообразовании.

Апробация результатов исследования. Основные положения и результаты исследования отражены в восьми статьях: из них шесть – в изданиях, рекомендованных ВАК, одна – в издании, подготовленном при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках Программы стратегического развития МГХПА им. С. Г. Строганова в 2012-2015 гг., одна – в сборнике «Проба пера 2014»; а также – в тезисах докладов на шести Всероссийских и международных научных и научно-практических конференциях.

Направление исследования связано с темой НИР кафедры: «Композиционно-графическое моделирование и структурное формообразование в дизайне и декоративно-прикладном искусстве».

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из трех томов. Первый том включает введение, три главы основного текста, заключение, библиографический список. Второй том включает иллюстративный материал, третий – приложения, поясняющие и дополняющие основное содержание диссертации.

Глава 1. ЛИНЕЙЧАТЫЕ ПОВЕРХНОСТИ: ОТ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ В ТЕХНИКЕ – К МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ПОНЯТИЮ И К АРХИТЕКТУРНОМУ ФОРМООБРАЗОВАНИЮ

1.1. Линейчатые поверхности в математике: понятие, типология

Линейчатые поверхности являются предметом *линейчатой геометрии* – раздела геометрии, «в котором рассматриваются в качестве элементов пространства прямые линии»[3]. Линейчатые поверхности – это поверхности, создаваемые движением прямой линии, называемой образующей, вдоль некоторой направляющей (прямолинейной или криволинейной) в пространстве.

Линейчатые поверхности делятся на *развертывающиеся* и *неразвертывающиеся*. Развертывающиеся поверхности – это поверхности, изоморфные плоскости, то есть те, которые можно развернуть на плоскости без надрезов и складок; это, в частности, цилиндр и конус. Неразвертывающиеся линейчатые поверхности – это поверхности, которые не могут быть совмещены с плоскостью; их существует огромное количество, причем, большинство их «настолько сложны, что до компьютерной эры их практически невозможно было сконструировать»[4]. К наиболее распространенным линейчатым поверхностям этого вида относятся однополостной *гиперболоид* (далее – гиперболоид)*, гиперболический параболоид, коноид* и *геликоид*, – именно формообразование на их основе является предметом настоящего исследования (рис. 1-1).

Гиперболоид – это поверхность, генерируемая движением наклонной прямой вдоль окружности (или эллипса) вокруг оси симметрии. *Гиперболический параболоид* – поверхность, которая производится движением прямой, лежащей на двух других прямых, не принадлежащих одной плоскости. Гиперболоид и гиперболический параболоид генерируются двумя пересекающимися системами прямолинейных образующих и являются поверхностями двоякой кривизны – содержат выпуклость и вогнутость одновременно.

---

[3] *Позняк Э. Г.* Линейчатая геометрия. Большая Советская Эциклопедия (в 30 т.), Изд-е 3-е. М., «Советская Энциклопедия». Т. 14, 1973. С. 463.

[4] daviddarling.info›encyclopedia…ruled_surface.html

Геликоид – это винтовая линейчатая поверхность, производимая движением прямой (образующей), которая вращается вокруг некоторой оси с одновременным перемещением (поступательным движением) вдоль этой оси. В том случае, когда образующая пересекает ось под прямым углом, генерируемая поверхность называется прямым геликоидом (или винтовым коноидом). Самый распространенный вид *коноида* – прямой, в котором образующая движется по двум направляющим, одна из которых – прямая линия (некоторые дополнительные сведения о линейчатых поверхностях – прил. 1-1).

1.2. История линейчатых поверхностей как понятия и структуры – от Архимеда до Новейшего времени

1.2.1. Линейчатые поверхности в античности и средневековье: научное и интуитивное применение

Об изучении и использовании линейчатых поверхностей до начала нового времени сохранились лишь фрагментарные сведения, точно неизвестно и время возникновения самого понятия «линейчатые поверхности». Известно, что Архимед (ок. 287-212 г. до н. э.) является автором изобретения, называемого «архимедов винт», который служит для подъема воды. В лондонском Музее Науки представлена модель архимедова винта, являющегося составной частью водяной мельницы. В его конструкции отчетливо видна линейчатая поверхность (прямой геликоид, он же коноид), которая образуется движением отрезка прямой вдоль оси механизма и перпендикулярно ей (рис. 1-2). Можно предположить, что практическое использование линейчатых поверхностей в Древней Греции опережало их научное изучение: известно, что работа Архимеда «On conoids and spheroids» («О коноидах и сфероидах») посвящена определению объема тел, но – образуемых вращением гиперболы и параболы[5], в ней речь не идет о линейчатых поверхностях.

А. В. Волошинов, математик и философ, считает, что простейшие линейчатые поверхности (конус и цилиндр) были известны древним римлянам, «которые сооружали цилиндрические своды»[6]. Их существование он связывает с необходимо-

[5] britannica.com›topic/On-Conoids-and-Spheroids

[6] *Волошинов А. В.* Математика и искусство: Кн. для тех, кто не только любит математику или искусство, но и желает задуматься о природе прекрасного и красоте науки. – 2-е изд., дораб. и доп. – Москва: Просвещение, 2000. С. 202.

стью использования при сооружении бетонных сводов «...опалубки, удерживающей жидкий бетон и придающей ему лучшую форму. Опалубку же удобнее всего делать из прямых досок»[7]. Этот способ (если он существовал в действительности) можно отнести к интуитивному использованию линейчатых поверхностей.

Возможно, таким же интуитивным является использование линейчатых поверхностей в конструкции винтовых лестниц в средневековье – винтовая лестница, известная под названием «винт св. Жиля», была типичной для романской эпохи[8], а она (лестница) представляет собой не что иное как материальное воплощение геликоида (и является иллюстрацией того, что практика часто опережает теорию). Если предположить, что научные открытия Древней Греции были неизвестны мастерам романской эпохи, то можно считать существование винтовой лестницы в это время их собственным достижением. Если же принять во внимание, что «в IX-XI вв. работы Архимеда переводились на арабский язык, а с XIII в. они появляются в Западной Европе в латинском переводе»[9], то возможным становится переход конструкции на основе геликоида из научной или практической сферы (сферы механизмов) в область архитектуры.

Как отдельный факт практического применения линейчатых поверхностей (связанного с традиционными технологиями каменной кладки) можно рассматривать приведенный в историческом экскурсе Й. Томлова: он находит аналогии кладки участков стен крипты Колонии Гуэль Гауди в форме гиперболических параболоидов с «не раз применявшейся Цистерцианским Орденом»[10]. В качестве примера он приводит готическую колокольню (относя ее приблизительно к 1400 г.) с барочным завершением в Монастыре Святого Сердца (в 100 км от Барселоны)[11].

---

[7] *Волошинов А. В.* Там же. С. 202.
[8] *Шуази О.* История архитектуры. В 2-х томах / Пер. с франц. – 5-е изд. – М.: Издательство В. Шевчук, 2009. – Том 2, с. 352.
[9] *Стечкин С. Б.* Архимед. БСЭ (в 30 т.), Изд-е 3-е. М., «Советская Энциклопедия». Т. 2, 1970. С. 867.
[10] *Tomlow J.* Gaudí's reluctant attitude towards the inverted catenary. Proceedings of the ICE - Engineering History and Heritage, Volume 164, Issue 4, 01 November 2011, p. 229.
[11] *Tomlow J.* Ibid. p. 229.

1.2.2. Линейчатые поверхности в Новое время

1.2.2.1. Гиперболоид Кристофера Рена

Первое, что удалось установить – это то, что определенное отношение к линейчатым поверхностям (а именно, к гиперболоиду) имеет Кристофер Рен (1632-1723), астроном, математик, архитектор послепожарного Лондона, однако, это отношение сложилось на почве не архитектуры, а астрономии. К. Рэн, работая над созданием прибора для шлифования линз для телескопа, обнаружил и доказал, что гиперболоид является линейчатой поверхностью[12] (то есть он может быть образован движением прямой линии).

История этого открытия связана с тем, что математика XVII в. в Англии – это практическая наука, методы которой применялись в геодезии, картографии, астрономии и навигации. «Многие ученые, имеющие дело с чистой математикой и теоретической астрономией, интересовались и практическими проблемами навигации»[13]. В 1660-е годы К.Рен работал над созданием «80-футового телескопа, который позволил бы увидеть Луну целиком»[14]. Серьезным недостатком линз была сферическая аберрация[15]. В целях ее устранения Рен воспользовался рекомендациями Кеплера и Декарта использовать линзы с гиперболическими поверхностями. Но проблема была в том, чтобы найти подходящий для этой формы метод шлифования и полирования стекла. Автор статьи приводит сохранившееся свидетельство соратника Рена о том, что стало основой решения этой проблемы: Рен однажды увидел в лавке среди других вещей выставленную для продажи корзинку[16], которая была сделана из прямых ивовых прутьев, лежащих под косым углом, так что боковая поверхность ее представляла цилиндр, впалый снаружи.

«Рен видел, что прямой стержень (прут) работает как генератор поверхности, и, следовательно, такого рода поверхность линзы теоретически может быть

---

[12] *Bennett, J. A.* Christopher Wren: Astronomy, Architecture, and the Mathematical Sciences. Journal for the History of Astronomy, Vol. 6, p. 149-184. Режим доступа: adsabs.harvard.edu/full/1975JHA.....6..149B, p. 162.
[13] *Bennett, J. A.* Christopher Wren. P. 152.
[14] *Bennett, J. A.* Ibid. P. 154.
[15] искажение изображения, вызванное дефектами проектировки или неточностями изготовления оптической системы.
[16] Интересно, что это еще один факт, позволяющий говорить о роли плетеной корзины в науке: прямые прутья корзины привели К. Рена к выводу о том, что гиперболоид представляет собой линейчатую поверхность, а спустя более чем два века плетеная корзина натолкнула В. Г. Шухова на мысль о прочностных характеристиках гиперболоида.

произведена просто прикладыванием (наложением) точильного инструмента с прямой кромкой наклонно, под углом к вращающемуся цилиндру. Но какой кривизны поверхность получится в результате, то есть какой будет кривая линия, образуемая в сечении по оси обрабатываемого цилиндра? Последующие исследования показали, что эта линия представляет собой гиперболу, а сама конечная фигура – гиперболоид»[17] (рис. 1-3) .

Так необходимость поиска метода вытачивания линзы, свободной от сферической аберрации, способствовала обнаружению Реном того, что гиперболоид вращения является линейчатой поверхностью. В 1669 г. Рен представил свою модель шлифовальной машины Королевскому научному обществу и объяснил геометрические принципы, лежащие в основе ее работы. «Геометрические доказательства того, что *гиперболоид вращения является линейчатой поверхностью*, привлекли больше внимания, чем сама машина (о принципе ее работы – прил. 1-2), и были расценены Королевским научным обществом как серьезный вклад в математику»[18]. Таким образом, в Англии понятие «линейчатая поверхность» с 1660-х годов уже существовало.

1.2.2.2. Коноид Гварини

Еще одной важной фигурой с точки зрения научного осмысления и практического применения поверхностей, позже названных линейчатыми, является архитектор и математик XVII века Гварино Гварини (1624-1683). По мнению З. Гидиона, «Нет ничего более характерного для периода позднего барокко, чем широко распространенное совмещение в одном лице художника и ученого, экспериментатора-архитектора и специалиста в области математики. Здесь проявляется удивительное единство, существующее между методом мышления и характером восприятия, более того, здесь существует прямая связь между художественным познанием мира и математическими знаниями. Как только появлялась новая математическая концепция, она тут же находила выражение в области искусства»[19].

---

[17] *Bennett, J. A.* Christopher Wren. P. 162.
[18] *Bennett, J. A.* Ibid. P. 162.
[19] *Гидион З.* Пространство, время, архитектура. Сокр. пер. с нем. Изд. 2-е, испр. М., Стройиздат, 1976. С. 116.

Именно Гварини «впервые опубликовал свои труды по стереотомии [которая является непосредственной предшественницей начертательной геометрии – О. Л.] в Италии, и именно он первым использовал ее проективные формы в своих зданиях»[20]. Британский архитектор и историк архитектуры Р. Эванс описывает так называемый коноид Гварини – фигуру, изобретенную им для целей архитектурного проектирования (по мнению Эванса, коноид Гварини был выведен им из поверхности надоконной арки в проеме окна). Это – прямой коноид, в сравнении с конусом он ограничивается не точкой, а прямой линией. Его фронтальная и боковая проекции представляют собой треугольник и квадрат; в плане – круг[21] (рис. 1-4). Позже, как пишет Эванс, французский инженер и архитектор А.-Ф. Фрезье (1682-1773) описал эту же фигуру (рис. 1-5), дав целой группе искривленных поверхностей, образованных прямыми линиями, общее «родовое» название: «corps régulièrement irregulier», что можно перевести как «созданные посредством прямых неправильные формы»[22].

З. Гидион считает, что биография Гварини служит превосходной иллюстрацией тесной связи между искусством и математикой в эпоху позднего барокко, а опубликованные им работы «говорят о том, что он в значительной мере предугадал открытие начертательной геометрии, которое было сделано веком позже и принадлежит Гаспару Монжу»[23].

1.2.2.3. «Начертательная геометрия» Гаспара Монжа и математические модели линейчатых поверхностей как визуализация аналитических записей в пространственной форме

Следующий этап в развитии и понимании линейчатых поверхностей связан с Г. Монжем (1746-1818), создателем нового направления в геометрии – начертательной геометрии. Начертательная геометрия – это раздел геометрии, в котором изучаются различные методы изображении пространственных тел на плоскости[24]. В основе ее лежит метод проекций (о задачах начертательной геометрии – прил. 1-3).

---

[20] *Evans R.* The Projective Cast: Architecture and Its Three Geometries. The MIT Press. Cambridge, Massachusetts. London, England. P. 305.
[21] *Evans R.* Ibid. P. 305.
[22] *Evans R.* Ibid. P. 329.
[23] *Гидион З.* Пространство, время, архитектура. С. 116.
[24] *Волошинов А. В.* Там же. С. 276.

В рамках начертательной геометрии Монж разработал свою «теорию поверхностей, рассматривая их с точки зрения образования их формы и кривизны»[25]. Как пишет М. Я. Выгодский, Монж рассматривает *динамику* возникновения поверхности, «он классифицирует поверхности и линии не по порядку их уравнений в декартовой или иной системе координат, а *по характеру "движения", их производящего*»[26]. В частности, Монж описывает поверхности, образованные «движением прямой, которая всегда горизонтальна и постоянно проходит через одну и ту же вертикаль:<...>это нижняя и верхняя поверхность круговых перил, *нижняя поверхность ступеней спиральной лестницы*,<...> они различаются между собой лишь теми кривыми, которые для каждой из них направляют движение образующей прямой»[27] (речь идет об образовании геликоида).

Кроме того, характерным для геометрической школы Монжа, по мнению видного немецкого математика Феликса Клейна (1849-1925), является то, что «в ней естественнейшим образом увязано живое пространственное восприятие с аналитическими представлениями»[28]. Монж писал: «Соответствие между операциями в анализе и методами начертательной геометрии <...> существуют повсюду <...> нет ни одной трехмерной операции в анализе, которая не была бы записью движения, произведенного в пространстве и ею продиктованной»[29]. Стремление Монжа представить *аналитическую запись* (в виде формул) в *пространственной форме и* было воплощено *в математических моделях линейчатых поверхностей* (прил.1-4). Математические модели поверхностей, таким образом, являются ответом на вопрос, как выглядят соответствующие математические уравнения в пространстве[30].

Как пишет Дж. Толанд (институт математических наук Исаака Ньютона) в

---

[25] *Каргин Д. И.* Монж и его «Начертательная геометрия» / Монж Г. Начертательная геометрия. Перевод В. Ф. Газе. Комментарии и редакция проф. Д. И. Каргина.- Под общей редакцией члена корреспондента АН СССР Т. П. Кравца. М.: Изд-во Академии Наук СССР, 1947. – С. 255.

[26] *Выгодский М.Я.* Возникновение дифференциальной геометрии / Гаспар Монж. Приложение анализа к геометрии. Перевод с французского В. А. Гуковской. Под редакцией с предисловием и примечаниями М.Я. Выгодского. Объединеное научно-техническое издательство. Главная редакция общетехнических дисциплин. Москва и Ленинград, 1936. С. 31-32.

[27] *Монж Г.* Приложение анализа к геометрии. Перевод с французского В. А. Гуковской. Под редакцией с предисловием и примечаниями М.Я. Выгодского. Объединеное научно-техническое издательство. Главная редакция общетехнических дисциплин. Москва и Ленинград, 1936. С. 100-101.

[28] *Каргин Д. И.* Монж и его «Начертательная геометрия» /Монж Г. Начертательная геометрия. С. 247.

[29] *Монж Г.* Начертательная геометрия. С. 92.

[30] Модели линейчатых поверхностей, поскольку они визуализируют поверхность, образованную движением прямой, состоят, преимущественно, из прямых элементов (струн), но есть модели другого вида, гипсовые: в них линейчатые поверхности показаны прямолинейными насечками (рис. 1-7, д, е).

материалах к выставке «Пересечения: Генри Мур и струнные поверхности» (подробнее о выставке – в гл. 2), Монж «иллюстрировал свои открытия, используя поверхности, сделанные из нитей, натянутых на криволинейную раму»[31]. Недостатком этих моделей поверхностей было то, что они были фиксированными.

Дело Монжа в изготовлении струнных моделей для педагогических целей продолжил его ученик Теодор Оливье (1793-1855). В своих моделях Т. Оливье удалось преодолеть недостатки монжевых моделей: он использовал сочлененные рамы с подвижными частями и струнами разных цветов, что позволило визуализировать большое количество разнообразных линейчатых поверхностей. Некоторые модели позволяли осуществить трансформацию одной поверхности в другую. В частности, «Т. Оливье мог проиллюстрировать своим студентам трехмерные кривые, которые образуются пересечением двух линейчатых поверхностей»[32]. Изысканные модели Оливье продавались по всей Европе и в Соединенных Штатах. Огромные коллекции его моделей приобретались инженерными факультетами университетов, которые страстно желали – для пользы своих студентов – получить доступ таким образом к этим последним «дизайн-технологиям», которые были для того времени тем же, чем в настоящее время является компьютерная графика и компьютерный дизайн[33].

В Германии интерес к конструированию моделей развивается с 1860-х годов, но это уже модели, визуализирующие более сложные уравнения, чем те, которые иллюстрировали французские модели[34]. К концу XIX века немецкие математики занимают лидирующие позиции в создании математических моделей поверхностей. В 1893 г. Феликс Клейн привез модели, сделанные в его лаборатории в Геттингене, на Всемирную ярмарку в Чикаго. Они были выставлены в витрине павильона технических достижений Германии и были замечены учеными, посетившими ярмарку. Вскоре крупные американские университеты заказали сотни моделей поверхностей, представленных в каталоге, которые были отправлены ад-

[31] *Toland J.* /Intersections: Henry Moore and stringed surfaces. P. 3. newton.ac.uk›files/attachments/1063471/179161.pdf.
[32] *Toland J.* Ibid. P. 3.
[33] *Toland J.* Ibid. P. 3.
[34] *Wess J.* /Intersections: Henry Moore and stringed surfaces. P. 8.

ресатам морем. Большие коллекции и сейчас остаются, к примеру, в университетах Аризоны, Гарварда и других[35].

Модели Ф. Клейна, согласно автору статьи, были частью программы сделать алгебру осязаемой, помочь ее увидеть. Создание моделей – совсем непростая вещь, ведь одно дело – доказать, что поверхность содержит группу прямых линий, и совершенно другое – создать поверхность из этих линий, «строя» ее посредством натягивания струн или нитей. Созданием моделей Ф. Клейн стремился «привязать» математику к физическому миру, поскольку математическая модель делает уравнение реальностью. «Модель дает имени лицо, и ты знаешь, о *ком* ты говоришь»[36].

Производство математических моделей поверхностей прекратилось с началом первой Мировой войны[37]. Это было обусловлено и общим падением производства, и насыщением «рынка», и хрупкостью моделей, требовавших бережного отношения, и рядом других причин. Но жизнь математических моделей на этом не закончилась: по мнению ряда зарубежных исследователей, они оказали существенное влияние на формообразование в скульптуре XX века (об этом – в гл. 2).
Ряд математических моделей линейчатых поверхностей из коллекции Лондонского Музея Науки[38], изготовленных в мастерской Лагранжа в 1872 г. (Париж) в соответствии с дизайном Т. Оливье, а также моделей (конца XIX – начала XX вв.) Технического Университета Вены[39], Гарвардского университета[40], Национального музея науки и технологии «Леонардо да Винчи» в Милане[41] представлен в таблицах (рис. 1-6, 1-7).

[35] *Batson J.* This is what math equations look like in 3-D. http://www.wired.com›2014/06/math-equations-models/
[36] *Batson J.* Ibid.
[37] *Wess J.* Ibid. P. 8.
[38] http://www.newton.ac.uk/files/attachments/1063471/179161.pdf
[39] http://www.geometrie.tuwien.ac.at›modelle/
[40] http://www.math.harvard.edu/history/models/
[41] http://www.museoscienza.org

1.3. Шухов и Гауди – «родоначальники» применения структур линейчатых поверхностей в практическом формообразовании

1.3.1. Гиперболоид инженера Шухова

1.3.1.1. Превращение математической абстракции в инженерную конструкцию

Начало практического применения линейчатых поверхностей в отечественной литературе связывается с В. Г. Шуховым, который «...впервые превратил математическую абстракцию гиперболоида в практическую конструктивную форму»[42] (водонапорная башня на Всероссийской художественной и промышленной выставке в Нижнем Новгороде в 1896 г.).

Башня покорила как специалистов, так и неискушенных зрителей своей легкостью и изяществом. Причем, понятие «изящество» может быть применено не только к силуэту башни, но и к самому решению, лежащему в его основе. Семейное предание повествует, что конструктивное решение пришло к Шухову как озарение при виде перевернутой плетеной корзины, которая выдерживала вес горшка с кактусом и в которой было выразительно «показано образование кривой поверхности из прямых прутиков»[43]. Возможно, корзина из ивовых веток стала «первичным образом, эмпирической моделью для разработки технического принципа гиперболоидной конструктивной формы»[44]. Не исключено, что решение зрело в мастере подспудно и в течение длительного времени. Еще в годы обучения в Техническом училище на лекциях по аналитической геометрии Шухов обратил внимание на особенности поверхностей второго порядка: эти криволинейные поверхности, к которым, в частности, относится и однополостной гиперболоид, являются производными прямолинейных образующих. Позже, в 1880-е годы, он занимался поисками математического обоснования варианта конструкции, который позволил бы минимизировать затраты материалов, времени и труда. Ана-

---

[42] *Арнаутов Л. И., Карпов Я. К.* Повесть о великом инженере. – М.: изд-во «Московский рабочий», 1978. Электронный ресурс litmir.net›bd/?b=115020.

[43] *Шухова Е. М.* Труды и дни инженера В.Г.Шухова. (1853-1939). "Наше Наследие" № 70 2004. Электронный ресурс nasledie-rus.ru

[44] *Петропавловская А. И.* Ажурная башня Шухова и сетчатые сооружения гиперболоидного типа / / Шухов В.Г. (1853-1939). Искусство конструкции: Пер. с нем./ Под ред. Р.Грефе, М. Гаппоева, О.Перчи. – М.: Мир, 1995. С. 78.

литическим путем ему удалось установить, что этим требованиям отвечает гиперболоид вращения. Именно оболочка гиперболоида вращения (использованная в конструкции первой водонапорной башни), явилась новой, никогда раньше не применявшейся строительной формой: прямые стальные профили, концы которых крепятся под углом к кольцевым основаниям, образуют пространственно изогнутую сетчатую поверхность, укрепляемую рядом горизонтальных колец.

Гиперболоидным конструкциям Шухова посвящено наибольшее число отечественных исследований среди всех, касающихся линейчатых поверхностей. Гиперболоид Шухова – явление многогранное, позволяющее рассматривать его (равно как и работу его создателя) с разных позиций. Так, А. Н. Лаврентьев видит в гиперболоидных конструкциях Шухова «сочетание технической изобретательности, математического расчета, моделирования <...> и эстетических предпочтений. Именно поэтому его [В. Г. Шухова] можно считать не только инженером, но и дизайнером»[45]. Ю.С. Лебедев, говоря об использовании достижений в области биологии в строительной технике в конце XIX - начале XX в., отмечает, что особый интерес в этом плане представляют работы В.Г. Шухова[46]. Башню на Шаболовке оценивают как «образец блестящей конструкции и верх строительного искусства»[47] и как «…безмерно обогатившую типологию башен…»[48].

Р. Грефе[49] пишет: «Немало таких водонапорных башен располагалось в центре населенных пунктов, где они, контрастируя с историческими сооружениями, служили одновременно хорошим ориентиром. Еще более разнообразными, чем формы башен, были формы установленных внутри них винтовых лестниц. Очертания ажурных сеток ствола башни, хорошо просматриваемых со всех сторон, точно вписываясь в ее конструкцию, способствовали созданию общего архитектурного ансамбля»[50]. Эти слова Р. Грефе можно расценивать как признание роли гиперболоидных башен (сотни которых были спроектированы и построены

---

[45] *Лаврентьев А.Н.* История дизайна: учеб. пособие / А. Н. Лаврентьев. – М.: Гардарики, 2008. С. 88.
[46] *Лебедев Ю.С., Рабинович В.И.* Развитие теоретических взглядов в вопросе связи формирования архитектуры и живой природы /Лебедев Ю.С. Архитектурная бионика. Москва, Стройиздат, 1990. С. 24.
[47] *Грефе Р., Перчи О.* Жизнь и творчество/Шухов В.Г. (1853-1939). Искусство конструкции. С. 17.
[48] *Азизян И.А.* Диалог искусств XX века: Очерки взаимодействия искусств в культуре. М.: Издательство ЛКИ, 2008. С. 63.
[49] Директор Института теории архитектуры и строительного искусства (Университет Леопольда-Франца, Инсбрук).
[50] *Грефе Р., Перчи О.* Жизнь и творчество/Шухов В.Г. (1853-1939). Искусство конструкции. С. 14.

Шуховым) в создании архитектурного облика населенных пунктов конца XIX – начала XX века.

1.3.1.2. Переосмысление «статуса» гиперболоидной башни Шухова: от «инженерной конструкции» к «архитектурной форме»

Известно, что младший современник Шухова К. С. Мельников называл его выдающимся "художником в конструкциях"[51]. Применительно к использованию Шуховым гиперболоида это выразилось в том, что в процессе моделирования башен, на заключительном его этапе, вращая одно из оснований цилиндра (модели гиперболоида) относительно другого, Шухов улавливал «оптимальный момент, при котором необходимо отсечь часть его высоты, в целях создания гармоничных пропорций гиперболоида-оболочки»[52]. Н. А. Смурова отмечает также «эффект муара», возникающего в перекрещивающихся стойках первой гиперболоидной конструкции, и живописные «рефлексы света и тени»[53].

Такие оценки гиперболоидных конструкций В. Г. Шухова, сделанные уже во второй половине XX века, свидетельствуют о том, что они представляют собой нечто большее, чем инженерные объекты. Вершиной творчества В. Г. Шухова называют радиобашню на Шаболовке (1922), «инженерная конструкция которой воспринимается как совершенная архитектурная форма»[54]. При жизни Шухова, однако, его гиперболоидные конструкции, хотя и вызывали интерес, почти не воспринимались современниками эстетически (сначала неоклассиками, позже – конструктивистами)[55]. С. О. Хан-Магомедов объясняет это тем, что отрицание стилистики модерна в России в 1910-е годы влекло за собой и «отрицательное отношение к стилеобразующим потенциям инженерно-технической сферы»[56], и, соответственно, укрепление позиций неоклассики. И хотя впоследствии стало оче-

---

[51] Цит. по: *Шухова Е. М.* Труды и дни инженера В.Г.Шухова. (1853-1939). Там же.

[52] *Смурова Н. А.* Эволюция инженерной формы гиперболоида вращения в творчестве В. Г. Шухова // Проблемы истории советской архитектуры. - М., 1976. - № 2. - С. 15-17.

[53] *Смурова Н. А.* Роль Шухова в формировании новой эстетики в архитектуре России конца XIX – начала XX вв. // Шухов В.Г. (1853-1939). Искусство конструкции: Пер. с нем. / Под ред. Р. Грефе, М. Гаппоева, О.Перчи. – М.: Мир, 1995. С. 165.

[54] *Арнаутов Л.И., Карпов А. К.* Повесть о великом инженере. – М., 1978. litmir.net›bd/?b=115020.

[55] Мнение самого В. Г. Шухова о возможной причине этого – в прил. 1-5.

[56] *Хан-Магомедов С. О.* Шухов, конструктивисты и стилеобразующие процессы советского архитектурного авангарда / Шухов В.Г. (1853-1939). Искусство конструкции. С. 169.

видно, что «в 1922 году легкие ажурные формы башни на Шаболовке как бы прорвали стилистические одежды традиционной архитектуры, вырвались из интерьеров московских зданий, утверждая красоту чистой математической формы»[57], в действительности в то время «...в оголенных конструкциях неоклассики не видели даже и начальной стадии формообразования в сфере архитектурно-художественного творчества»[58].

Е.М. Шухова объясняет сложившуюся ситуацию так: «Архитекторы господствовавшего тогда конструктивизма, провозглашавшие своим кредо функциональность и рациональность построек, и В. Г. Шухов, давно с успехом воплощавший эти принципы в строительной практике, существовали как бы в параллельных мирах, творчески никак не соприкасаясь: конструктивисты были идеологами нового пространства, а он *создавал* новое, решая конкретные задачи»[59]. Еще одну причину, по которой шуховские конструкции (и, прежде всего, радиобашня) не были оценены в свое время как художественные, С. О. Хан-Магомедов видит в том, что они и не были заявлены таковыми, в отличие от башни Татлина, которая «уже своим назначением (Памятник III Интернационала) была поставлена в ряд архитектурных монументов, что придало ей огромную силу художественного воздействия»[60].

С течением времени интерес к гиперболоидным конструкциям Шухова, как показала Международная научно-практическая конференция, посвященная 160-летию со дня его рождения, состоявшаяся в Москве 13-14 ноября 2013 г., не ослабевает: в частности, ставятся вопросы о «роли башни Шухова и его исследовательских новаций в творчестве мастеров последних десятилетий (Н. Фостера, С. Калатравы и др.)»[61]; а сама фигура Шухова видится все более масштабной – его

---

[57] *Смурова Н.А*. Шухов и архитектура Москвы / Шухов В.Г. (1853-1939). Искусство конструкции. С. 156.
[58] *Хан-Магомедов С. О.* Архитектура советского авангарда: В 2 кн.: Кн. 1: Проблемы формообразования. Мастера и течения. М.: Стройиздат, 1996. С. 44.
[59] *Шухова Е.М.* Владимир Григорьевич Шухов. Биографический очерк/Архитектоника инженера В.Г. Шухова: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 160-летию со дня рождения В.Г. Шухова, 13-14 ноября 2013 г. - М.: МАРХИ, 2013, с. 25.
[60] *Хан-Магомедов С. О.* Пионеры советского дизайна. – М.: Галарт, 1995, с. 219.
[61] *Волчок Ю.П*. В. Г. Шухов и формирование технической культуры в России /Архитектоника инженера В.Г. Шухова, там же, с. 47.

открытия в разных сферах деятельности оцениваются как «проникновение в суть явлений»[62].

Маурицио Мериджи, профессор Школы гражданской архитектуры Политехнического университета Милана, видит особенность конструкции Шухова в том, что она – не «подчиненный аспект композиции»[63], – конструкция башни есть «есть также и ее форма»; он пишет, что только сегодня «мы способны распознать в конструкциях башен Шухова <...> подлинные произведения архитектуры, эстетический потенциал которых все еще не до конца исследован»[64].

Следует подчеркнуть, что научный подход Шухова к конструкции и аналитический метод работы («для каждой конструкции он разрабатывал специальную систему математических уравнений»[65]) в то же время содержал и композиционные начала (что характерно для художественного типа мышления): варьированием соотношения верхнего и нижнего диаметров гиперболоида, угла наклона стержней, их количества, толщины, Шухову удалось соединить технические, функциональные, экономические требования к конструкции в композиционную целостность. Интересно отметить, что в некоторых конструкциях В. Г. Шухов применял «скручивание прямых стержневых элементов профильного сечения»[66] на всю длину элемента (сам принцип аналогичен преобразованию цилиндра в гиперболоид, то же самое движение), – что, будучи технически оправданным (и необходимым – для плотного соединения профилей в местах пересечения, в то же время, на наш взгляд, усиливало и композиционный эффект (скручивание элементов «накладывалось» на эффект «скручивания» самого гиперболоида). Это позволяет сделать вывод, что конструктивные решения Шухова в то же время являются композиционными. Более того, в формообразовании многих его гиперболоидных башен задействованы линейчатые поверхности двух видов: гиперболоида и геликоида (внутренняя винтовая лестница, осевой рисунок которой идет «контрапунктом»

---

[62] *Есаулов Г.В.* Архитектоника инженера В.Г. Шухова /Архитектоника инженера В.Г. Шухова, там же, с. 16.
[63] *Мериджи М*. Роль «конструкций» в архитектуре советского авангарда и творчестве В.Г. Шухова/Архитектоника инженера В.Г. Шухова. Там же, с. 49.
[64] *Мериджи М.* Там же, с. 50.
[65] *Томлов Й.* Введение новой формы конструкции Шуховым и Гауди // Шухов В.Г. (1853-1939). С. 113.
[66] *Томлов Й.* Там же. С. 112.

к внешнему рисунку сетки гиперболоида), – и вместе они составляют сложное композиционное целое.

Необходимо, однако, отметить, что на родине Шухова после Шухова интерес к его гиперболоидной конструкции был утрачен, и в этом тоже следует видеть проблему. В то же время, тот факт, что она была неоднократно применена в разных странах в XX и продолжает использоваться в XXI веке, говорит о ее структурном, художественном и градостроительном потенциале. С модернизацией техники и технологии гиперболоидные конструкции становятся более высокими; новые материалы позволяют делать их более динамичными, как бы закручивающими пространство вокруг себя, и, таким образом, они продолжают играть роль доминанты в пространстве города, которая усиливается и их колористическими решениями, не используемыми прежде.

1.3.2. Формообразование на основе линейчатых поверхностей: соединение рационального и иррационального, геометрического и органического. Природные аналоги.

Стилевые направления и течения в архитектуре XX века сменяют друг друга, но через весь XX век проходят формы, основанные на линейчатых поверхностях, занимая особое место в художественном процессе. В чем же особенность формообразования на основе линейчатых поверхностей, позволяющее ему сохранять особое положение относительно господствующего стиля? Напомним, что в работе рассматриваются неразвертывающиеся линейчатые поверхности (к которым относятся гиперболоид, гиперболический параболоид и коноид), поскольку именно они представляют особый интерес в качестве конструкций – и в отношении пластических характеристик формы, и в отношении ее механических свойств.

Как пишет А. Э. Гутнов, «Через всю историю архитектуры проходит давний спор прямой и кривой, геометрической правильности и органической нерегулярности формы. Это два в корне отличных понимания пластики архитектурной формы, которые тесно соседствуют и непрерывно спорят друг с другом»[67]. Причем, «...тяготение к прямой, к геометрии, к регулярности связано с определенной

[67] *Гутнов А. Э.* Мир архитектуры: язык архитектуры. М.: «Молодая гвардия», 1985. С. 241.

мировоззренческой стабильностью, с оптимистической апелляцией к разумным основаниям коллективного порядка и с верой в гармонию. Мир неправильных криволинейных форм в большей мере обращен к эмоциональной сфере человека, к его индивидуалистическому началу, ассоциируется скорее с неустойчивым состоянием ожидания изменений, <...> и движения к новым целям»[68].

Особенность же формообразования на основе линейчатых поверхностей, на наш взгляд, состоит в том, что оно как бы соединяет в себе оба мировидения и является наглядной иллюстрацией «диалектики прямой и кривой», но – в рамках одного способа формообразования, позволяющего создавать пространственную кривизну посредством прямолинейной образующей.

Созданная таким способом архитектура, как правило, ассоциативно связывается с понятием органического, природоподобного. При этом, в отличие, например, от работ Штайнера и Мендельсона, в которых «рациональное преодолевалось на основе раскованного интуитивного выражения в архитектурной форме комплексов эмоций»[69]; а архитектурная композиция освобождалась «от контроля рассудочными критериями функциональной и конструктивной целесообразности»[70] и «переводилась в плоскость закономерностей, используемых скульптурой»[71], в архитектуре с использованием линейчатых поверхностей внешняя иррациональность формы основана на рациональных структурах[72], функциональных и конструктивно целесообразных, то есть, в то время как работы Штайнера и Мендельсона обладают признаками скульптуры потому, что их архитектурная композиция «по законам» скульптуры и создается, скульптурность архитектурной формы, основанной на линейчатых поверхностях, обусловлена ее конструкцией и имеет абсолютно рациональную «подоплеку».

Ассоциации же с природным формообразованием вполне закономерны: они обусловлены существованием аналогов линейчатых поверхностей в природе.

Так, согласно Ю. С. Лебедеву, форму, близкую к *гиперболоиду*, в процессе роста могут приобретать стволы некоторых деревьев, стебли растений, кости жи-

---

[68] *Гутнов А. Э.* Там же. С. 241.
[69] *Иконников А.В.* Функция, форма, образ в архитектуре. – М.: Стройиздат, 1986. С. 178.
[70] *Иконников А.В*. Там же. С. 178.
[71] *Иконников А.В.* Там же. С. 178.
[72] О соотношении понятий «структура» и «конструкция» – прил. 1-6.

вотных, которые для «большей устойчивости усложняют свою форму за счет закручивания вокруг оси без изменения при этом (или с малым изменением) формы поперечного сечения»[73] (рис. 1-8); на этом основании Ю. С. Лебедев гиперболоидную радиобашню В.Г. Шухова относит к «проявлениям практической бионики»[74]. Е. М. Шухова отмечает, что В. Г. Шухов создавал конструкции, основываясь, в том числе, на наблюдении природных форм, «требующих высокой прочности при минимальной затрате материала: костей скелета, древесных стволов»[75].

Аналог *гиперболическому параболоиду* Джозеф Лим, сингапуский архитектор, автор книги «Био-структурные аналоги в архитектуре»[76], находит в строении мадагаскарской пальмы (Madagascar Palm). Он работает со студентами Школы дизайна Национального Университета Сингапура в направлении изучения природных форм как базиса для создания архитектурных структур (поиска архитектурного потенциала в природных биологических структурах). Биологические организмы исследуются на предмет понимания того, каким образом их структура придает форме устойчивость, гибкость, способность выдерживать нагрузку. [Заметим в скобках: обучение студентов на ранних стадиях базируется, в том числе, на изучении труда шотландского биолога и математика, к тому же специалиста по греческой античной философии и литературе Д'Арси Томпсона (1860-1948) «О росте и форме»[77], в котором автор исследует природные организмы с позиции конструирующих их сил[78], и к которому обращался и А. Гауди[79]].

Изучение строения мадагаскарской пальмы показало, что ее листья, несмотря на массивность, не обламываются, поскольку каждый из них плотно удерживается своеобразным кожухом, растущим из ствола и расположенным непосредственно под листом. В попытке смоделировать криволинейные формы этого кожуха, который мог бы удерживать пальмовый лист, студенты создавали макеты, и в

---

[73] *Лебедев Ю.С.* Проблема единства технологии и архитектурной формы. Конструктивная система – турбосома / Архитектурная бионика. М.: Стройиздат, 1990. С. 184.
[74] *Лебедев Ю.С.* Инженерно-биологические исследования / Лебедев Ю.С. Архитектурная бионика. М.: Стройиздат, 1990. С. 40.
[75] *Шухова Е. М.* Труды и дни инженера В.Г.Шухова. (1853-1939). "Наше Наследие" № 70 2004. Электронный ресурс nasledie-rus.ru.
[76] *Lim J.* Bio-structural analogues in architecture. BIS Publishers, Amsterdam, 2011.
[77] *Lim J.* Ibid. P. 11.
[78] *Thompson D'Arcy*. On Growth and Form. Cambridge at the University Press. 1942, 1116 p. – впервые опубликован в 1917 г. и впоследствии переиздававшийся пять раз.
[79] *Angles, J. C.* Gaudi's Sagrada Familia: A monument to natura. Editorial Milenio, 2011. P. 36.

итоге этих экспериментов пришли к выводу, что структурной интерпретацией кожуха пальмового листа является гиперболический параболоид[80],– то есть они одинаково ведут себя под нагрузкой: обладают способностью переносить механические нагрузки к краям (рис. 1-8, д, е).

Связь формообразования посредством линейчатых поверхностей с формообразованием природным отчетливо видна на примере *геликоида* (рис. 1-8, з), – геликоидальное движение лежит в основе многих процессов органического роста и развития; в частности, природным аналогом геликоида является ДНК (точнее, схема ее строения). Согласно представлениям Д. Уотсона и Ф. Крика (открывших структуру молекулы ДНК), ДНК представляет собой «скрученную в правостороннем направлении двойную спираль, в которой пары азотистых оснований А–Т и Г–Ц в комплементарных полинуклеотидных цепях подобны *перекладинам* в лестнице, а сахарофосфатные цепи являются каркасом этой лестницы»[81] (рис. 1-8, ж).

Кроме того, можно увидеть еще один уровень связи между линейчатыми поверхностями (гиперболоидом и гиперболическим параболоидом) и объективными физическими характеристиками нашего мира. Известно, что парабола и гипербола (которые являются линиями сечений гиперболоида и гиперболического параболоида) в то же время представляют собой, соответственно, траектории второй и третьей космических скоростей[82], позволяющих телу освободиться от гравитационного воздействия Земли. Таким образом, линии, объективно присущие линейчатым поверхностям, являются характеристиками универсума, что может также служить свидетельством естественности, объективности формообразования на основе линейчатых поверхностей.

Что касается прямой – собственно элемента, порождающего линейчатую поверхность, – то, пользуясь суждением Е. В. Жердева, который связывает с ней одно из главных направлений формообразования – «так называемый "астральный стиль", определяемый прямыми линиями наподобие звездных лучей, кристаллов камней и других геометрических форм природы»[83], можно рассматривать и саму

---

[80] *Lim J.* Ibid. P. 32.
[81] Химическая структура ДНК. *robotlibrary.com/book/485-biologiya-s...pexov.../101-Page101.html*
[82] *Рябов Ю. А.* Космические скорости. БСЭ. Т. 13, 1973. С. 246.
[83] *Жердев Е.В*. Метафора в дизайне /Жердев Е.В.: Учеб. пособие. издание 2-е, переработанное и дополненное. – М.:

прямую как порождение (и характеристику) универсума.

1.3.3. Проблемы восприятия и искусствоведческой оценки конструкций на основе линейчатых поверхностей

Непризнание в течение длительного времени башни В. Г. Шухова как художественного явления – это проблема, связанная, помимо причин, описанных в предыдущем разделе, и с ее абсолютной новизной, и с назначением (не художественным), и со сложившейся иерархической системой, в которой архитектор занимает гораздо более высокое место, чем инженер[84]. Но если форма шуховского гиперболоида вращения и не была вначале оценена по достоинству, она, во всяком случае, была понятна с точки зрения конструкции – благодаря ее «прозрачности». Другое дело – конструкции на основе гиперболического параболоида, которые не всегда с легкостью могут быть идентифицированы.

С. О. Хан-Магомедов так описывает ситуацию с восприятием линейчатых поверхностей в 1920-е годы: «формы двоякой кривизны, даже если их структура оставалась открытой, *не прочитывались зрителем как рационально-технические*. Силовые напряжения в этом классе конструкций зрительно не воспринимались сами по себе даже подготовленным специалистом. Эти инженерные конструкции лежали *вне привычной образно-конструктивной тектоники*, основанной на стоечно-балочной и арочно-купольной системах» [85]. [Заметим в скобках, что проблема восприятия этого вида конструкции не перестала быть актуальной и в 1960-70-е годы: В. И. Тасалов, характеризуя павильон фирмы "Филипс" на брюссельской выставке 1958 г., называет его архитектуру (представляющую собой композицию из гиперболических параболоидов) «стилизованной» и «иррационалистической», а формы – «запутанными»[86] (подробнее – прил. 1-7]. Далее, в коллективной монографии отмечается, что в здании капеллы в Роншане Ле Корбюзье «...*нет никаких новейших технических форм* [выделено мной – О.

Архитектура-С, 2010. С. 22.

[84] Мнение самого В. Г. Шухова в отношении этой проблемы приведено в Прил. 5

[85] *Хан-Магомедов С. О.* Архитектура советского авангарда: В 2 кн.: Кн. 1: Проблемы формообразования. Мастера и течения. М.: Стройиздат, 1996. С. 462.

[86] *Тасалов В. И.* Прометей или Орфей. Искусство технического века. М.: Изд-во «Искусство»,1967. С. 204.

Л.]; определенный образный эффект создают здесь пластика формы и пространства»[87]. В действительности же «пластика формы и пространства» в значительной мере обусловлены использованием линейчатых поверхностей: гиперболического параболоида в конструкции южного фасада и коноида в конструкции крыши (об этом подробнее в гл. 2)].

К числу проблем, связанных с восприятием конструкций на основе гиперболических параболоидов, можно отнести и тот факт, что «выдающееся изобретение Т. Макаровой, которая первой (в мировом масштабе) теоретически обосновала и дала принципиальную схему перекрытия в виде гиперболического параболоида из прямых стержней, подтвержденное патентом»[88] (1928 г.), осталось незамеченным и невостребованным. С. О. Хан-Магомедов связывает это в значительной степени с неприятием, недооценкой такого рода конструкций (как это было и в отношении работ В.Г. Шухова) конструктивистами. Он приводит и описание патента и схемы двух вариантов перекрытия квадратного в плане помещения: пирамидального – с опиранием на весь периметр стен, и куполообразного – с опиранием лишь по углам[89] (рис. 1-9, а). Таким образом Хан-Магомедов, в частности, отвечает на фразу К. Зигеля, который пишет, что «...трудно установить, кому принадлежит заслуга составления первого проекта оболочек в форме гиперболических параболоидов. Как это часто бывает, вероятно, многие одновременно и независимо друг от друга имели бы право подать заявку на это изобретение»[90]. Причину того, что на Западе не была известна работа Т. Макаровой, Хан-Магомедов видит в том, что журнал конструктивистов «СА», известный за рубежом, не опубликовал этого выдающегося изобретения[91].

Однако, изобретению Т. М. Макаровой 1928 г. предшествовало изобретение А. Гауди в церкви колонии Гуэль (1898-1914), где своды крипты и портика (рис. 1-9, б) представляют собой композиции из гиперболических параболоидов (которые, вероятно, не каждый мог идентифицировать как таковые: выпукло-

---

[87] Архитектура Запада. Мастера и течения (отв. ред. С. О. Хан-Магомедов). М.: Стройиздат, 1972. С. 210.
[88] *Хан-Магомедов С. О.* Архитектура советского авангарда: В 2 кн.: Кн. 1: Проблемы формообразования. Мастера и течения. М.: Стройиздат, 1996. С. 463.
[89] *Хан-Магомедов С. О.* Там же. С. 464.
[90] *Зигель К.* Структура и форма в современной архитектуре. М., 1965. С. 213.
[91] *Хан-Магомедов С. О.* Там же. С. 464.

вогнутые своды портика наступали на зрителя, «бросая вызов силе тяготения»[92]).

Так проблема установления автора первого проекта оболочек в форме гиперболических параболоидов делает очевидным и тот факт, что имя А. Гауди не связывается с этим изобретением, и обнажает, в свою очередь, проблему недооцененности Гауди как конструктора.

1.3.4. Линейчатые поверхности Гауди в проектной культуре модерна

1.3.4.1. Традиционные представления о Гауди как художнике модерна

Антонио Гауди признан одним из ярчайших художников, гением каталонского модерна, творчество которого из-за чрезвычайно выразительного характера форм получило специальный термин – «гаудизм»[93] (прил. 1-8). В отечественной и зарубежной литературе значительное место занимают оценки Гауди-художника, и существенно меньше внимания уделено конструкторскому аспекту его работ. Отчасти это можно объяснить тем, что в творчестве Гауди конструктивное и художественное (а часто и символическое) начала слиты в неразрывном единстве, и на передний план выступает экспрессивная пластика форм, декора, богатство текстуры и цвета: как «растущие из земли»[94] (объясняя это «...эпической мощью дарования»[95] Гауди, которая позволила ему «...вернуться к первозданному единству и художественной цельности бытия, когда теряется грань между созданным человеком и рожденным природой»[96]) характеризует эти формы Д. О. Швидковский; о «беспокойной Красоте» его зданий и «невозможности подвести их под какую бы то ни было классификацию»[97] говорит У. Эко; исследуется роль символов культурно-исторического, мифологического, религиозного характера в архитектуре Гауди [98]. В работе итальянского исследователя Л.-В. Мазини творчество Гауди

---

[92] *Хенсберген Г.* Гауди – тореадор искусства: - М.: изд-во Эксмо, 2004. С. 302.
[93] *Бергос Ж.* Гауди: личность и творчество. Русская книжная компания «Библион» и «Библио-глобус», 2004. С. 54.
[94] *Швидковский Д.О.* Антонио Гауди: стиль модерн на языке каталан / Д.О. Швидковский // От мегалита до мегаполиса: очерки истории архитектуры и градостроительства. – М.: Архитектура-С, 2009. С. 148.
[95] *Швидковский Д.О.* Там же. С. 144.
[96] *Швидковский Д.О.* Там же. С. 148.
[97] История Красоты / под редакцией Умберто Эко; перевод с итал. А. А. Сабашниковой. – М.: Слово/SLOVO, 2009. С. 375.
[98] *Калимова Е. В.* Символизм в архитектуре Гауди // Символизм как художественное направление: Взгляд из XXI века. Сб. ст. / Отв. ред.: Н. А. Хренов, И. Е. Светлов. – М.: Государственный институт искусствознания, 2013. С. 158-164.

эпохи модерна рассматривается, в основном, с точки зрения использования органических форм и орнамента. Автор, в частности, говорит о биоморфизме окон нижнего яруса Каса Батло, «будто вырастающих из стен и создающих тем самым волнообразную поверхность»[99]; о развитии этого мотива в волнообразной стене Каса Мила, балюстрада которого «выглядит как моллюск, удерживающийся на скале»[100].

Несмотря на то, что «...чистота стиля никогда по-настоящему не занимала Гауди»[101], в его творчестве можно найти абсолютное соответствие ряду важнейших положений теории модерна, сформулированных таким выдающимся архитектором – разработчиком стиля, как О. Вагнер (в его работе «Современная архитектура» провозглашены новые принципы стиля, среди которых – требование к архитектору «развивать художественные формы только из конструкций»[102]). Кроме того, Гауди – как и другие выдающиеся архитекторы европейского модерна, – В. Орта, Г. Гимар и Х. П. Берлаге – был приверженцем и последователем Э. Виолле-ле-Дюка, поборника «принципа примата конструкции в архитектуре»[103], а потому конструкция для него имела определяющее значение. Следует подчеркнуть, что Гауди для своего времени был весьма образованным человеком. Он знал языки, читал Рёскина и Морриса, «труды которых служили ему теоретическим фундаментом»[104]. К. Фремптон включает в «культурный фундамент Гауди» и Рихарда Вагнера[105] (подробнее – прил. 1-9).

В оценке конструктивной составляющей работ Гауди в отечественном искусствоведении немало противоречий. Известно, что с увеличением временной дистанции расклад событий меняется: прошедшая эпоха предстает перед исследователем как завершенная, и это дает ему «иной угол зрения»[106] (по отношению к

---

[99] *Masini L.-V.* Art Nouveau. Chartwell books, inc. 1984. P. 130.
[100] *Masini L.-V.* Ibid. P. 130.
[101] *Цербст Р.* Гауди. Жизнь, посвященная архитектуре. Арт-Родник. 2009 г. С. 19.
[102] Мастера архитектуры об архитектуре. Зарубежная архитектура. Конец XIX-XX век / Под ред. Иконникова А. В. М., 1972. С. 15.
[103] *Фар-Беккер Г.* Искусство Модерна. Konemann, 2000. С. 75.
[104] *Хенсберген Г.* Там же. С. 70.
[105] *Фремптон К.* Современная архитектура: Критический взгляд на историю развития / Пер. с англ. Е. А. Дубченко; Под ред. В. Л. Хайта.— М.: Стройиздат, 1990. С. 98.
[106] *Прокофьев В.Н.* «Художественная критика – история искусства – теория общего художественного процесса: их специфика и проблемы взаимодействия в пределах искусствоведения» / В.Н. Прокофьев. Об искусстве и искусствознании. Статьи разных лет. – М.: Советский художник, 1985. С. 269.

критику-современнику); В. М. Петров (ссылаясь на исследования по социодинамике культуры А. Моля) говорит о том, что «"истинное" признание многих явлений искусства приходит к ним лишь спустя примерно 100 лет после их создания»,[107] – так, полвека назад советские искусствоведы видели в Гауди лишь формалиста, но не конструктора, характеризуя его как «...скорее лепившего, чем конструировавшего свои сооружения и создававшего "текучую и растущую" архитектуру, основанную на фантастических формах, напоминающих формы живой природы»[108].

Один из наиболее авторитетных отечественных искусствоведов, Д. В. Сарабьянов, называя Гауди неожиданностью, своим появлением нарушающей «закономерность общего движения»[109]; мастером, которому свыше «был указан путь к самостоятельному и значительному творчеству»[110], поскольку и в эклектике, на почве которой сформировался его архитектурный язык, «Гауди находил возможность архитектурных открытий»[111], тем не менее, считает, что «...его манера мало менялась на протяжении развития, а если и менялась, то не в соответствии с общим ходом архитектурной мысли, которая направлялась к все большей конструктивности»[112]. (Отметим и тот факт, что ни К. Зигель [113], ни З. Гидион[114] в своих работах 1960-х гг. о Гауди не упоминают).

О достоинствах конструкций Гауди говорит А. В. Коротич (доктор архитектуры): «Гауди <...> наряду с богатейшей пластической и цветовой разработкой деталей сооружений создавал необычный конструктив и был автором ряда изобретений в этой области. Ставка на использование всего арсенала средств пластической выразительности, на внешний эффект превратила его фантастические по формам сооружения в уникальные "архитектурные скульптуры", украшающие

---

[107] *Петров В. М.* Количественные методы в искусствознании. Выпуск 1. Пространство и время художественного мира. – М.: Смысл, 2000. С. 74.
[108] *Швидковский О., Хан-Магомедов С.* Архитектура капиталистических стран. - В кн.: Всеобщая история искусств, т. VI, книга первая. – М., 1965. С. 56.
[109] *Сарабьянов Д.В.* Модерн. История стиля. – М.: Галарт, 2001. С. 118.
[110] *Сарабьянов Д.В.* Там же. С.120.
[111] *Сарабьянов Д.В.* Там же. С.120.
[112] *Сарабьянов Д.В.* Там же. С. 118.
[113] *Зигель К.* Структура и форма в современной архитектуре. М., 1965.
[114] *Гидион З.* Пространство, время, архитектура. Сокр. пер. с нем. Изд. 2-е, испр. М., Стройиздат, 1976.

Землю»[115].

Многие исследователи обращают внимание на рациональность конструкций Гауди. Так, А. В. Иконников, рассматривая храм Саграда Фамилиа как развитие его утопической идеи «воплотить в зримых символах все содержание Нового завета...», отмечает, что «конструкции Гауди, предназначенные для воплощения логики смыслов, *рациональны и эффективны*, если их рассматривать с инженерных позиций»[116]. В. Л. Хайт считает, что «произведения Гауди вполне *рационалистичны* по своему функционально-пространственному, конструктивно-техническому и по своему образному решению»[117]. Однако, это его высказывание оспаривает М. П. Тубли, по мнению которого «рационализм Гауди лежал не в области стиля и образа, а *в области проектной практики*. Он обслуживал реализацию в материале его иррациональных образов. Но в образной сфере Гауди, прежде всего, убежденный символист, принципиально противостоящий эстетике рационализма»[118],– и с этим в целом нельзя не согласиться.

Ч. Дженкс, характеризуя гаудианскую версию Ар Нуво как «чрезвычайно инклюзивную, даже каннибальскую», которая «поглощала мавританские элементы, <...>, заимствовала природные растения и животных, метафоры живых существ», отмечает при этом, что она «*включала новые перспективные инженерные формы*»[119] (имеются в виду основанные на параболических и гиперболических кривых), а уже в XXI веке он называет А. Гауди «архитектором столетия» (и ставит его в один ряд с Ле Корбюзье), основываясь на его выдающемся таланте «превращать городское строительство и *конструкцию в высокое искусство*»[120].

---

[115] *Коротич А.В.* Формирование составных линейчатых оболочек в архитектуре зданий и сооружений: Диссертация ... доктора архитектуры: 18.00.02 / Коротич Андрей Владимирович. – Екатеринбург, 2004. С. 88.

[116] *Иконников А. В.* Архитектура XX века. Утопии и реальность. Издание в двух томах. Том I. М: Прогресс – Традиция, 2001. С. 179.

[117] *Хайт В. Л.* Антонио Гауди и архитектура Запада XX в. / В.Л. Хайт // Нонель Х. Б. Антонио Гауди. – М.: Стройиздат, 1986. С. 7.

[118] *Тубли М. П.* «Общее и особенное в творчестве Антонио Гауди». Альманах кафедры эстетики и философии культуры Санкт-Петербургского государственного университета. №3 Юбилейный выпуск. - СПб., Санкт--Петербургское философское общество, 2012. Стр. 155-174. alyoshin.ru›Files/publika/tubli/tubli_gaudi.html

[119] *Jencks C.* “Post-Modern Architecture,” from The Language of Post-Modern / Architecture Theory since 1968 edited by K. Michael Hays. The MIT Press Cambridge, Massachusetts London, England. 1998. p. 313.

[120] *Jencks C.* Canons in Crossfire. Harvard Design Magazine, No. 14, 2001. www.harvarddesignmagazine.org/.../canons-in-

Наибольшего внимания со стороны зарубежных исследователей творчества Гауди удостоены параболические арки, которые являются главным мотивом многих его сооружений (причем, «арки параболической формы Гауди применил во Дворце Гуэль намного раньше, чем была доказана расчетом логичность подобной конструкции»[121]); подвесная модель Крипты Колонии Гуэль; частично – наклонные колонны, которые позволили, сохранив готический облик Саграда Фамилиа, избавиться от контрфорсов и аркбутанов, и некоторые другие конструкции.

Вместе с тем, наибольший интерес представляют конструкции Гауди, основанные на линейчатых поверхностях – это именно те конструкции, в использовании которых Гауди является «первопроходцем» (он начал применять их в 1884 г. то есть несколько раньше В. Г. Шухова), и благодаря которым творения Гауди особенно выделяются из традиционно понимаемого модерна: церковь Колонии Гуэль, школа при храме Саграда Фамилиа и сам храм, проектирование которого было начато в период модерна), причем здание школы можно назвать «манифестом» линейчатых поверхностей (отдельные его характеристики, данные зарубежными авторами Р. Цербстом[122] и М. А. Криппой[123], приведены в приложении 1-10).

Тот факт, что Шухов и Гауди независимо друг от друга «выявили конструктивные и производственно-технические преимущества применения таких поверхностей в строительстве»[124], отмечает Й. Томлов (имея в виду гиперболические параболоиды Гауди, которые он использовал «как конструкционное решение для форм стен и сводов кирпичных построек»); причем, это одна из весьма немногочисленных отечественных публикаций (а, возможно, единственная), в которой Гауди назван «выдающимся конструктором»[125] – вероятно, именно потому, что сам автор, имеющий (в том числе) образование инженера, изучил творчество Гауди с этой точки зрения, и в 80-е годы XX века участвовал в факсимильном

---

[121] *Гарсиа М.* Архитектура Испании / Всеобщая история архитектуры в 12 томах. Том 10. Архитектура XIX – начала XX вв. – М.: Издательство литературы по строительству, 1972. С. 363.
[122] *Цербст Р.* Гауди. Жизнь, посвященная архитектуре. Арт-Родник, 2009. С. 213.
[123] *Криппа М. А.* Антонио Гауди. О влиянии природы на архитектуру. TASCHEN/Арт-Родник. 2004. С.79.
[124] *Томлов Й.* Введение новой формы конструкции Шуховым и Гауди / Шухов В.Г. (1853-1939). Искусство конструкции: Пер. с нем./ Под ред. Р. Грефе, М. Гаппоева, О.Перчи. – М.: Мир, 1995. С. 110.
[125] *Томлов Й.* Там же. С. 110.

воспроизведении утраченной стереофуникулерной модели Гауди в команде под руководством Ф. Отто (Институт Легких конструкций, Штутгарт). (В настоящее время Й.Томлов – историк искусства и архитектуры[126], Университет Прикладных Наук г. Циттау, Германия).

Е.М. Шухова отмечает, что «...единственным мастером, который на рубеже XIX-XX вв. обращался к той же конструктивной форме гиперболоида, был испанский архитектор Антонио Гауди. По смелости замыслов, по новаторству, он, безусловно, стоит в одном ряду с Шуховым»[127].

Вместе с тем, исследования, касающиеся места конструкций на основе линейчатых поверхностей в архитектуре Гауди, в отечественном искусствоведении отсутствуют: о линейчатых поверхностях есть лишь отдельные упоминания, не раскрывающие сути конструкций, в которых они используются. Так, известно, что «Гауди использовал в своих зданиях конструкции (параболические арки, *гиперболоиды*, спирали, наклонные колонны и т.д.), геометрия которых предвосхитила поиски не только архитекторов, но и инженеров XX в.»[128]; «Постройки Гауди всегда необычны. У него своя геометрия формообразования: мир парабол*, гиперболоидов, геликоидов*»[129].

В ряде работ о Гауди (переводных и – отечественных авторов) содержатся упоминания о сводах Крипты Колонии Гуэль, которые «выполнены в виде *гиперболических параболоидов*, характерных для традиционной каталонской архитектуры»[130]; а также – упоминаются «...поверхности *гиперболических* сводов, с отверстиями, подобными цветкам подсолнуха»[131] – в храме Саграда Фамилиа. Отдельные аспекты конструкций Гауди затронуты, в частности, в работе младшего его соратника – Х. Бергоса, который пишет, что Гауди был убежден в красоте и функциональности гиперболического параболоида, и потому использовал эту

---

[126] *Tomlow J.* Gaudı’s reluctant attitude towards the inverted catenary. Proceedings of the Institution of Civil Engineers. Engineering History and Heritage 164 November 2011 Issue EH4. P. 219. http://dx.doi.org/10.1680/ehah.2011.164.4.219

[127] *Шухова Е.М.* Владимир Григорьевич Шухов. Биографический очерк/Архитектоника инженера В.Г. Шухова. Там же, с. 21.

[128] *Хайт В.Л.* Антонио Гауди и архитектура Запада XX в. / В.Л. Хайт // Нонель Х. Б. Антонио Гауди. – М.: Стройиздат, 1986. С. 7.

[129] *Власов В. Г.* Стили в искусстве. Словарь имен. Том 2. СПб., «Кольна», 1996. С. 234.

[130] *Артигас И.* Гауди. Полное собрание работ в 2-х томах. Изд-во Арт-Родник, 2008. С. 414.

[131] *Бассегода Н. Х.* Антонио Гауди /Пер. с исп. М. Гарсиа Ордоньес; Под ред. В. Л. Глазычева. – М.: Стройиздат, 1986. С. 73.

форму «при возведении стен и отделке»[132]. О гиперболических параболоидах свода Крипты упоминается в работах Ч. Дженкса[133] и отечественного исследователя Е. Д. Положай[134].

Изучением работ Гауди, связанных с линейчатыми поверхностями, долгое время занимался американский историк искусства Дж. Р. Коллинз[135] (1917-1993), пионер в исследовании этого вопроса за пределами Каталонии и Испании, который еще в 60-е годы XX века понял значительность Гауди как конструктора (его именем в знак благодарности за вклад, который он внес в понимание и признание Гауди в мире, названа улочка, примыкающая к усадьбе Гуэль в Барселоне).

1.3.4.2. Изменение представлений (в конце XX – начале XXI века) о месте конструктивной составляющей в работах Гауди

Согласно Г. Зедльмайру, «Никогда нельзя исключить того, что в произведении, уже превосходно проанализированном, не проступят ранее не замеченные черты, которые потребуют совершенно новой интерпретации не только этих вновь обнаруженных сторон, но и всего художественного произведения»[136]. Применительно к работам Гауди этот процесс связан с переоценкой и художественной, но главным образом – их конструктивной составляющей.

Коренному изменению представлений о месте *конструкции* в архитектуре Гауди способствовали исследования, активизировавшиеся во многих странах мира в связи со 150-летней годовщиной со дня его рождения (2002 г.). Оценить масштаб конструктивного гения Гауди (в особенности в отношении линейчатых поверхностей) помогло и развитие компьютерных технологий, применение которых было вызвано необходимостью продолжения, в соответствии с проектом автора, строительства храма Саграда Фамилиа. Эти технологии способствуют

---

[132] *Бергос Ж.* Гауди: личность и творчество. Русская книжная компания «Библион» и «Библио-глобус», 2004. С. 206.
[133] *Дженкс Ч.* Язык архитектуры постмодернизма / Пер. с англ. А. В. Рябушина, М. В. Уваровой. Под ред. А. В. Рябушина, В. Л. Хайта – М.: Стройиздат, 1985. 136 с., ил. – Перевод изд.: The language of Post-Modern Architecture / Charles A. Jencks. – Rizzoli. С. 83.
[134] *Положай Е. Д.* Формирование теории органической архитектуры //Архитектурная бионика. Под ред. Ю. С. Лебедева. – М: Стройиздат, 1990, с. 31.
[135] *Collins, G.R.* Antonio Gaudi. Braziller, New York, 1960. 136 p. *Collins, G.R.* Antonio Gaudi: Structure and form. Perspecta, 1963, 8, pp. 63-90.
[136] *Зедльмайр Г.* Искусство и истина: Теория и метод истории искусства / Перевод с немецкого Ю. Н. Попова. Послесловие В. В. Бибихина. — СПб.: Axioma, 2000. С. 11.

новому «прочтению» Гауди, помогают проникнуть в суть его конструктивной системы и понять логику его форм. Как подчеркивает один из наиболее авторитетных критиков и историков искусства, дизайна и архитектуры в Испании, Д. Хиральт-Миракле, – работы, связанные с применением этих технологий, делают очевидным для всех тот факт, что «...за Гауди художником, скульптором, мастером пластического языка возвышается фигура Гауди – мастера геометрического синтеза, который никогда не создавал необоснованных форм»[137].

Дополнить представление о Гауди-художнике представлением о нем как о гениальном конструкторе была призвана и состоявшаяся в Барселоне в 2002 году, объявленном международным годом Гауди, масштабная выставка: «Gaudi. La recerca de la forma» («Гауди. Исследование формы»). Выставка была организована городским Историческим музеем Барселоны, городским Советом Барселоны, Институтом Культуры и Политехническим университетом Каталонии. Она проходила в зале Тинель – жемчужине каталонской готики XIV века; пространство готики (приверженцем которой был Гауди) способствовало зрительскому восприятию пространственных конструкций самого Гауди. В последующие шесть лет выставка была показана в Леоне (Испания), Генуе, Токио, Сан-Паулу, Неаполе, Пекине и Шанхае.

На выставке были продемонстрированы модели, объясняющие конструктивные решения, которые использовал архитектор. Куратор выставки Д. Хиральт-Миракле поясняет, что ее организаторы ставили задачу приблизиться к *научным* основам работы Гауди; буквально – рассмотреть его работы в «научном измерении»[138], показать, что Гауди был «по существу геометром»[139], который создал новый язык архитектуры, произвел революцию в архитектуре своего времени и открыл новые возможности в строительстве. Основную часть экспозиции составили модели конструкций на основе линейчатых поверхностей, которые Гауди использовал в крипте Колонии Гуэль, храме Саграда Фамилиа и здании приходской

---

[137] *Giralt-Miracle D*. Essential Gaudi. Librosdevanguardia, 2013. p. 24.

[138] Gaudi. La recerca de la forma. La busqueda de la forma. Exploring form. DVD, Triangle Postals.

[139] В комментарии к выставке ее куратор Д. Хиральт-Миракле приводит следующие слова Гауди: «Я геометр, а значит – синтетик. Своим хорошим пространственным воображением я обязан тому, что я сын, внук и правнук котельщика. Я учитываю все – и потому *возникает* логическая форма» (Источник: Gaudi. La recerca de la forma. La busqueda de la forma. Exploring form. DVD, Triangle Postals.)

школы при храме.

1.3.4.3. Формирование нового архитектурного языка Гауди на основе синтеза природной и линейчатой геометрии и традиционных технологий

Гауди обладал необыкновенным пространственным воображением, которое сам объяснял своим происхождением из рода котельщиков, – людей, как он считал, хорошо ощущающих пространство, поскольку, прежде чем превратить в объем плоскую поверхность, котельщик должен представить себе результат. По мнению Д. Хиральт-Миракле, то обстоятельство, что отец Гауди, оба деда и прадед были котельщиками, помогло ему приобрести ремесленнические навыки и получить доскональное знание материалов, а кроме того, развить свои способности в понимании пространства – «...всего, что связано с объемами, впадинами и выпуклостями, что впоследствии дало ему возможность *с поразительной легкостью переходить от двух измерений к трем*»[140].

«Поле» деятельности, на котором Гауди с легкостью придавал плоскости объем, – это «поле», а, точнее, «пространство» линейчатой геометрии, раздела геометрии, в котором «существуют» *линейчатые поверхности.* В экспозиции музея Гауди в Реусе представлены интерактивные модели, демонстрирующие процесс превращения плоскости, образованной из прямолинейных элементов, в линейчатые поверхности: гиперболический параболоид и коноид; и цилиндра в однополостный гиперболоид (рис. 1-10).

Согласно материалам экспозиции храма Саграда Фамилиа «Гауди и природа» в Барселоне, «в студенческие годы Гауди обратил внимание на огромные возможности *линейчатых поверхностей* и начал интенсивное изучение их, а сравнение их с геометрией, которую он открывал в природе, вдохновило его на применение этих поверхностей в архитектуре»[141] (слабое здоровье в детстве заставило его проводить большую часть времени в общении с ней, а наблюдение и изучение природы предопределили создание в будущем его уникального стиля в архитектуре).

---

[140] *Giralt-Miracle D.* Ibid. p. 34.

[141] О том, что эти поверхности некоторым образом *связаны с природными*, впервые на русском языке можно было прочесть в книге Бассегоды Н. Х. «Гауди» (прил. 1-11).

В фильме о Гауди, демонстрирующемся в пространстве экспозиции, звучит фраза, которой руководствовался Гауди: «Дерево за окном – вот мой Учитель» (дерево содержит в себе участки поверхностей, которые по форме ассоциируются с линейчатыми). Как уже сказано выше, ствол дерева в процессе роста может приобретать форму *гиперболоида*[142]. Форму *гиперболического параболоида* имеют ответвления ствола у поверхности почвы (рис. 1-11, А); форму *коноида* могут иметь листья (рис. 1-11, Б). Кроме того, в качестве примера гиперболоида в природе на выставке «Гауди и природа» приводятся радиолярии – предмет особого интереса Гауди – морские одноклеточные микроорганизмы размером от 40 мкм до 1 мм; их скелет, представляющий собой минимальную поверхность с многочисленными отверстиями в форме гиперболоида, необыкновенно прочен (рис. 1-11, В).

Информационный стенд постоянной экспозиции «Пространство Гауди» в Каса Мила (Барселона), посвященный природным источникам творчества Гауди, сообщает, что «Архитектура и дизайн Гауди не просто копируют природу; они являются результатом внимательного и вдумчивого наблюдения природных форм, структур и функциональных характеристик». В разделе, иллюстрирующем источники инспирации архитектурных форм Гауди, представлены экспонаты, характеризующиеся наличием поверхностей двоякой кривизны: фигурные тыквы, череп козы, ствол и ветви можжевельника (рис. 1-12); тазовые, бедренные и плечевые кости шимпанзе – в них Гауди увидел кривизну, сопоставимую с кривизной структур линейчатой геометрии (гиперболоида и гиперболического параболоида)

Эти природные формы, веками существующие, явились для Гауди подсказкой того, что аналогичные формы могут быть осуществлены в архитектуре средствами линейчатой геометрии. Они послужили для него своеобразной моделью, в которой соединены пластика будущей архитектурной формы и конфигурация сил, конструирующих эту форму. И, возможно, не будь Гауди столь глубоко вовлечен в изучение строения природных форм, процессов их роста и развития, в его проектном сознании не мог бы осуществиться этот синтез геометрии природной и линейчатой, ставший основой его нового архитектурного языка.

---

[142] Гауди, кроме того, исследовал процесс трансформации поперечного сечения растения во время роста (прил. 1-12).

Испанский архитектор Сантьяго Уэрта (Высшая техническая школа архитектуры, отделение структурного дизайна, Мадрид) видит особый вклад Гауди в архитектуру именно в том, что он «...перевел формы начертательной геометрии в действующую конструкцию»[143] (имеются в виду линейчатые поверхности: гиперболоид, гиперболический параболоид и геликоид, описание и изображения которых были приведены в трактате по начертательной геометрии С. Ф. А. Лероя, опубликованном в 1855 году). (Любопытно, что примерно теми же словами в одной из отечественных публикаций оценивается и вклад Шухова, который «превратил математическую абстракцию гиперболоида в практическую конструктивную форму»[144]). В зрелый период творчества Гауди эти геометрические поверхности составили основу созданного им совершенно нового языка архитектуры.

Формирование же этого нового языка началось в восьмидесятые годы XIX века: в одной из ранних его работ (конюшне усадьбы Гуэль, 1884 г.) использован *гиперболоид*. Это, вероятно, было первым включением линейчатых поверхностей в структуру здания: часть помещения конюшни перекрыта гиперболоидом (рис. 1-13, а). Окна, расположенные по верхнему его краю, обеспечивают «центрическое распределение света»[145]. Т. о., уже в ранних работах Гауди использовал линейчатые поверхности для организации пространства и освещения.

Первой работой Гауди с использованием *гиперболических параболоидов* является беседка в усадьбе Гуэль (1884 г.), где они входят в конструкцию пола смотровой площадки. Над балконами Дворца Гуэль устроены жалюзи на основе *коноида*, защищающие от солнца и создающие живописные светотеневые эффекты; коноид использован и в конструкции потолка верхнего этажа Дворца (рис. 1-13, г, д).

В Коллеже Святой Терезы (1888-1889) углы в верхней части здания акцентированы *геликоидальными* колоннами с гербом Коллежа. Винтовое движение колонн направляет взгляд к завершающим аккордам – пинаклям, увенчанным четырехсторонними крестами. Такой же конструкции несущая колонна расположена

---

[143] *Huerta S.* Structural Design in the Work of Gaudi. University of Sydney. Architectural Science Review Volume 49.4, 2006, p. 332.

[144] *Арнаутов Л.И., Карпов А. К.* Повесть о великом инженере. – М., 1978. Электронный ресурс: ownlib.ru

[145] Gaudi: art and technique. An interactive visit to the Espai Gaudi. CD-ROM, Fundacio Caixa Catalunya. ISBN 84-89860-36-X.

внутри здания. Таким образом, в этих зданиях линейчатые поверхности наделены и конструктивными, и экспрессивно-формальными функциями. На этих примерах, где линейчатые поверхности «обнажены», их «графика» легко читается, видна непосредственная связь конструкции и формы (рис. 1-13, б, в).

Гиперболоид использован в конструкции несущих колонн в нижнем этаже Дворца Гуэль, а также в конструкции колонны, поддерживающей свод своеобразного «грота» для разворота экипажей в Парке Гуэль (1900-1914). Здесь вес свода распределяется на значительную по размерам площадь верхнего основания гиперболоида и концентрируется в узкой нижней части, которая передает его на землю и служит одновременно осью, вокруг которой происходит разворот экипажей. Эта конструкция позволяет сосредоточить функцию разворота на небольшой площади и одновременно эстетически организовать необходимое для этого пространство. С аналогичной целью – концентрации и передачи веса – гиперболоид используется в капителях наклонных колонн, поддерживающих рукотворную каменную подпорную стену с навесом (виадук) в Парке Гуэль (рис. 1-13, е, ж, з).

В каталонских (англоязычных) источниках в отношении ряда объектов Гауди есть ссылки на то, что в их конструкции присутствуют линейчатые поверхности. Так, известно, что в конструкции колпаков дымовых труб на крыше Дворца Гуэль[146], а также в конструкции крыши дома привратника в Парке Гуэль использованы гиперболические параболоиды[147] (при этом их конкретное местоположение не указывается[148]). В уже упомянутой выше работе Д. Хиральт-Миракле есть сведения о том, что в конструкции фантастического вида фигур на крыше Ла Педрера (1906-1912 г.г.), которые являются завершением лестничных колодцев, вентиляционных шахт и дымовых труб, использованы линейчатые поверхности (местоположение также не конкретизируется). Причем, как считает автор, с помощью линейчатых поверхностей, благодаря их выпукло-вогнутому характеру, Гауди удалось «смягчить объемы этих фигур» и придать им коническую форму,

---

[146] *Alsina C., Gómez-Serrano J.* Geometria gaudiana /Gaudí.La búsqueda de la forma. P. 40. www.almendron.com/blog/.../CatalogoGaudi.

[147] Gaudi: art and technique. An interactive visit to the Espai Gaudi. CD-ROM.

[148] но по внешнему виду это предположительно следующие (прил. 1-13).

что в итоге «позволило облегчить профильный силуэт здания»[149].

По свидетельству Дж. Коллинза, крыша Каса Батло «...состоит из гиперболических параболоидов, несомых параболическими арками (разной высоты) верхнего этажа; тем же способом произведена и крыша Каса Мила»[150].

Путем личной переписки с директором Кафедры Гауди Высшей технической школы архитектуры Барселоны г-ном Хауме Санмарти автору настоящего исследования удалось лишь выяснить, что сейчас уже никто не сможет дать точный «адрес» этих поверхностей, поскольку Гауди часто использовал их интуитивно, и в основе многих экспрессивных форм Гауди лежат линейчатые поверхности.

Приведенные примеры показывают, что уже на начальной стадии формирования нового архитектурного языка Гауди использовал эти поверхности с разнообразными функциональными, конструктивными и формально-эстетическими целями. Эти эксперименты с различного рода линейчатыми поверхностями позволили с уверенностью применить их в будущих масштабных проектах.

В разработке нового архитектурного языка Гауди, основанного на линейчатых поверхностях, значительная роль принадлежит традиционной технологии каменной кладки, которую называют «каталонским сводом», «каталонской техникой» (рис. 1-14). Коллинз описывает ее как происходящую из древнейшей средиземноморской традиции возведения сводов, в которой испанские и французские каталонцы всегда были лидерами. Эта традиция включает набор техник, которые позволяют создавать поверхности, сравнимые с теми, что дает клееная фанера[151].

«Каталонская техника» основана использования особо прочного плоского кирпича – черепицы, толщиной около дюйма и площадью от 6 до 12 дюймов. Черепица укладывается в несколько слоев (причем каждый слой ориентирован в определенном направлении) и скрепляется строительным раствором, толщина слоя которого составляет до 50% толщины кладки. В результате кладка получается настолько прочной, что трещина, если и возникает, то проходит по черепице, а не

---

[149] *Giralt-Miracle D.* Ibid. p. 165.
[150] *Collins, G.R.* Antonio Gaudi: Structure and form. Perspecta, 1963, 8, p. 75.
[151] *Collins, G.R.* Antonio Gaudi and the Uses of Technology in Modern Architecture, in Civil Engineering: History, Heritage and the Humanities (Prinston, 1971), p. 61. Цит. по Garlock, M., Billington, D. Felix Candela: Engineer, Builder, Structural Artist. Princeton University Art Museum. 2008. P. 42.

по связке[152]. Благодаря многослойности кладка способна выдерживать напряжение как сжатия, так и растяжения[153]. Соотношение толщины черепичной плитки и слоя раствора, характерное для каталонской техники, позволяет оперировать плиткой как условно прямолинейным отрезком, и таким образом создавать пространственную кривизну, свойственную линейчатым поверхностям, что и использовал Гауди в Крипте Колонии Гуэль, здании приходской школы и ряде других работ.

Таким образом, новый архитектурный язык Гауди сформировался в результате синтеза глубоких знаний природы, геометрии и традиционных технологий.

1.3.4.4. Гиперболический параболоид в конструктивно-композиционном решении Крипты Колонии Гуэль. Создание иррационального художественного образа средствами рациональной конструкции

Первым сооружением Гауди, где линейчатые поверхности, применявшиеся прежде локально, получили развитие (главным образом *гиперболический параболоид*), стала Крипта Колонии Гуэль (1894-1908). В аннотации к первому изданному в Каталонии документальному фильму об этом объекте («Крипта Колонии Гуэль») сказано, что это первое творение Гауди, включающее почти все его архитектурные новшества; вместе с тем «этот шедевр, включенный в Список Всемирного Наследия ЮНЕСКО», «является наименее изученной»[154] работой мастера.

Вопросам конструкции Крипты Колонии Гуэль (которая послужила базой для создания храма Саграда Фамилиа) посвящен один из разделов сопроводительных материалов к выставке «Gaudi Unseen: Completing the Sagrada Familia»[155], состоявшейся во Франкфурте-на-Майне осенью 2007 г. Выставка, освещавшая ход продолжающегося в соответствии с проектом Гауди строительства Саграда Фамилиа, была организована Немецким Музеем Архитектуры (DAM), Архитектурной лабораторией пространственных данных (SIAL) Королевского Мель-

---

[152] *Collins, G.R.* Antonio Gaudi: Structure and form. Perspecta, 1963, 8, p. 64.
[153] *Lane B., Winchurch M.* with co-authors. Modern Spanish Masters of Thin Shell Roof Forms / Garlock, M., Billington, D. Felix Candela: Engineer, Builder, Structural Artist. Princeton University Art Museum. 2008. p. 42.
[154] The Crypt of Colonia Guell. DVD. Deposito Legal B-25338-2012. www.twosecondsfilms.com.
[155] «Gaudi Unseen: Completing the Sagrada Familia». The Catalog published on the occasion of the exhibition held at the Deutsches Architekturmuseum (DAM), Frankfurt am Main, 15 September 2007 to 2 December 2007. Berlin: Jovis, 2007, 158 p.

бурнского Института Технологии (RMIT) и конструкционным бюро церкви Саграда Фамилиа. Куратор выставки Марк Бурри (один из ведущих архитекторов в Саграда Фамилиа) считает, что «...если бы церковь Колонии Гуэль была закончена в соответствии с дизайном Гауди[156], это был бы его самый всеобъемлющий, самый глубокий инновационный проект»[157].

«Будучи насквозь романтико-символическим сооружением, крипта является одновременно сверхрациональной конструктивной системой»[158], что обусловлено, в первую очередь, самим процессом ее моделирования, основанном на цепной арке (арка самоопорна, она не нуждается в контрфорсах и аркбутанах)[159] (рис. 1-15), а также применением в конструкции стен, сводов самой крипты и портика гиперболических параболоидов – рациональных элементов. Вместе с тем, гиперболические параболоиды способствуют – благодаря двоякой кривизне – созданию таинственного, иррационального художественного образа Крипты.

Й. Томлов видит роль гиперболических параболоидов в конструкции стен Крипты в следующем. Инвертированная модель представляет собой сложную в плане конструкцию – с разного размера треугольными выступами и уступами, которые образуются из-за разницы нагрузок в разновысоких арках модели (рис. 1-16,а). Гауди «...решал проблему их соединения посредством гиперболических параболоидов»[160], – укладывая каждый ряд кирпичной кладки таким образом, что участок соединения представлял собой гиперболический параболоид (рис. 1-16,в).

Таким образом, гиперболический параболоид использован в конструкции стен Крипты как средство достижения слитности, непрерывности. Й. Томлов отмечает, что Гауди «...искал непрерывности формы и нашел решение в использовании линейчатых поверхностей», «комбинируя прямые линии [автор имеет в виду плоские участки стены – О. Л.] с замысловатыми поверхностями сложного сечения – параболическими и гиперболическими»[161] (об этом стремлении Гауди как

---

[156] Реализована только нижняя часть.
[157] *Burry M.* Innovative aspects of the Colonia Guell Chapel project/Gaudi Unseen: Completing the Sagrada Familia. p. 59.
[158] *Бассегода Н. Х.* Антонио Гауди. Там же. С. 43.
[159] С помощью веревочной подвесной модели с системой грузов Гауди спроектировал здание, где все элементы имеют ту форму и тот наклон, которые позволяют выдержать вес всего сооружения с максимальной эффективностью (подробнее – прил. 1-14).
[160] *Tomlow J.* Ibid. p. 225.
[161] *Tomlow J.* Ibid. p. 226.

о наиболее важным элементе его творческого склада говорит и Хенсберген[162]). Получившаяся в результате складчатая конструкция стены позволяет ей быть очень прочной и устойчивой при необычайно малой толщине (рис. 1-16, г).

Крипта – первое в истории архитектуры сооружение, в своде которого применены гиперболические параболоиды[163]; к сожалению, их очень трудно рассмотреть за частыми ребрами арок (рис.1-16, б), они имеют довольно сложные очертания и расположены таким образом, что «образуют три нефа и четыре перетекающих друг в друга пространства»[164] (рис.1-16, д) – подробнее о конструкции и новшествах, введенных в ходе реставрационных работ – прил. 1-15.

Крипту предваряет портик: сложная композиция выпукло-вогнутых, словно нависающих над посетителями сводов портика создает ощущение движения пространства – то надвигающегося, то отступающего, – особенно в нижней его части. С. Уэрта расценивает своды портика как своеобразную «игру мастера», в которую, по его предположению, Гауди «...играл со зрителем, намереваясь создать у того ощущение неустойчивости, и это ему удалось»[165]. Между тем, необыкновенная форма сводов, их экспрессивная пластика всецело обусловлена конструкцией, которая представляет собой пересечение гиперболических параболоидов.

Своды портика поддерживаются арками (которые, как говорилось выше, являются основой всего проекта), расположенными по линиям пересечения гиперболических параболоидов, через которые нагрузка передается колоннам, напоминающим ствол пальмы. Пересечение происходит под разными углами, поэтому участки свода имеют различную, но близкую к треугольнику форму (рис. 1-17, б). Треугольные участки свода, которые по-разному ориентированы относительно «стволов-колонн», зрительно образуют «крону пальмы» (рис. 1-17, а-в).

Как считает Томлов, Гауди в треугольных секциях свода портика крипты нашел «интересное применение гиперболического параболоида: здесь он предложил свободную интерпретацию проблемы объединения сводом трех наклонных

---

[162] *Хенсберген Г.* Гауди – тореадор искусства: - М.: изд-во Эксмо, 2004. С. 297.
[163] *González, J. L. and Casals,* A. Gaudí's approach to building. Ibid. p. 23.
[164] *González X. T.* The colònia Guell church: Gaudí. Barcelona. La Terra, 2007. P. 15.
[165] *Huerta S.* Structural Design in the Work of Gaudi. University of Sydney. Architectural Science Review Volume 49.4, 2006. p. 333.

арок»[166]. Таким образом, в портике Крипты, как и в конструкции стен, *гиперболические параболоиды играют связующую роль*: здесь они использованы с целью объединения несимметричных, разноуровневых частей свода. Одновременно с их по-мощью Гауди решает и *пластические задачи*, создавая невиданную до тех пор по экспрессии форму. (И конечно, в использовании Гауди гиперболического параболоида существенную роль играет его высокая механическая эффективность[167]). Таким образом, выразительность композиционного решения сводов портика в значительной степени обусловлена конструктивным решением: пересекающиеся гиперболические параболоиды по-разному ориентированы в пространстве (так что по-разному оказываются ориентированы выпуклости и вогнутости каждого), что пластически обогащает композицию. Выразительность, обусловленная конструкцией, усиливается декоративным оформлением поверхности. Композиция декора подчинена конструкции – структуре гиперболического параболоида. Декор не просто упорядочен, он «конструктивен»: треугольные (самые крупные) элементы орнамента, композиционно поддерживая близкую к треугольнику форму секций свода, ориентированы определенным образом вдоль образующих и направляющих гиперболического параболоида, выявляя его конструкцию: боковые грани противоположно направленных треугольников, параллельные друг другу, совпадают с направлением прямолинейных образующих конструкции[168] (рис. 1-17, д). Оставшиеся участки заполнены фрагментами керамики в свободном ритме (о технике декора – прил. 1-16).

Тринадцать секций свода портика отмечены крестами разного цвета, выложенными глазурованной керамикой. Лучи крестов совпадают с направлением образующих и направляющих скрытой конструкции (рис. 1-17, а). М. Медагре, доктор археологии, посвятивший девятнадцать лет сбору и изучению документов, связанных с проектированием и строительством Крипты, ассоциирует эти кресты с возрастом христианской мученицы Св. Эулалии[169]. По мнению Й. Томлова, крест здесь не только традиционный религиозный символ, но и символ, иллюстрирую-

[166] *Tomlow J.* Ibid. p. 229.
[167] *Collins,* G.R. Ibid. p. 23.
[168] *González J. L., Casals, A.* Ibid. p. 24.
[169] The Crypt of Colonia Guell. DVD. Deposito Legal B-25338-2012. www.twosecondsfilms.com

щий способ формообразования на основе геометрии линейчатых поверхностей[170].

Он считает полне вероятным, что этим графическим решением Гауди дал намек на конструкцию, хотел привлечь к ней внимание (известно, что его приводили в восхищение линейчатые поверхности: и способ, которым они производятся, и их формальные качества[171]). Особые чувства Гауди испытывал к гиперболическому параболоиду, называя его «отцом геометрии», и в то же время он в буквальном смысле обожествлял эту конструкцию, считая ее символом Святой Троицы – Триединства, в котором одно семейство прямых олицетворяло Отца, второе – Сына. Третья прямая, поддерживающая оба семейства прямых и принадлежащая им обоим, символизировала Святой Дух, который «устанавливает связь между ними»[172], – то есть для Гауди в конструкции гиперболического параболоида парадоксальным образом слилось рациональное и иррациональное.

В этом отношении представление Гауди о гиперболическом параболоиде кажется сопоставимым с представлением С. С. Аверинцева о символе вообще. По его мнению, «...символ тем содержательнее, чем более он многозначен: в конечном же счете содержание подлинного символа через опосредующие смысловые сцепления всякий раз соотнесено с «самым главным» – с идеей мировой целокупности, с полнотой космического и человеческого «универсума». ... Сама структура символа направлена на то, чтобы погрузить каждое частное явление в стихию «первоначал» бытия и дать через это явление целостный образ мира»[173]. Многое пока скрыто от нас. Однако, то, что уже известно о гиперболе и параболе как о своего рода универсалиях нашего мира (в частности, то, что они являются траекториями космических скоростей), в определенной степени приближает нас к пониманию отношения Гауди к гиперболическому параболоиду.

Еще один вид линейчатых поверхностей, использованный в конструкции Крипты, пластически обогащающий ее интерьер, – геликоид оставшейся незавершенной лестницы, ведущей на второй уровень церкви (рис. 1-18).

---

[170] *Tomlow J.* Ibid. p. 228.

[171] *Huerta S.* Structural Design in the Work of Gaudi. University of Sydney. Architectural Science Review Volume 49.4, 2006, p. 333.

[172] *Collins, G.R.* Antonio Gaudi. Braziller, New York, 1960. p. 75.

[173] *Аверинцев С.* Символ художественный //Собрание сочинений / Под ред. Н. П. Аверинцевой и К. Б. Сигова. София – Логос. Словарь. – К: ДУХ І ЛІТЕРА, 2006. С. 387.

1.3.4.5. Линейчатые поверхности в конструкции Крипты с точки зрения концепции модерна

Одним из источников формообразования в модерне является природа, интерес к которой в это время во многом обусловлен развитием естественнонаучного знания. Теоретик искусства и архитектуры Е. И. Кириченко так оценивает этот процесс: «Стремление проникнуть в суть явлений природы, понять механизм строения и функционирования органов животных и растений, раскрыть зависимость между их структурой, функцией и внешним обликом, то есть исследовать характер системных связей, переносило акцент с воспроизведения внешней формы на установление более сложных, «внутренних» зависимостей»[174]. В реальной архитектуре это воплощается, по словам Е. И. Кириченко, «не буквально, а *метафорически*»: «Архитектурный организм мыслится и конструируется по принципу природного организма, уподобляясь растениям и живым существам: остову, стеблям и оболочке растений, скелету, мышечной ткани и форме высших организмов. Характер стенной плоскости, особенно в каркасных постройках, напоминает строение листа: тонкое заполнение, оболочка между стойками каркаса»[175].

Рассматривая Крипту с точки зрения формообразования в модерне и роли в нем линейчатых поверхностей, можно отметить, что это формообразование соответствует требованию модерна «...не выдавать декор за конструкцию и не пытаться выражать с его помощью функцию, но найти и суметь показать красоту в действительно конструктивном и функциональном»[176], – Гауди удалось превратить конструкции на основе линейчатых поверхностей в художественное средство.

Вместе с тем, вероятно, вследствие более глубокого проникновения Гауди в «геометрию» природных форм, сами конструкции (во всяком случае, элементы конструкций) Гауди превосходят концепцию модерна. В частности, это касается гиперболического параболоида (как элемента формообразования условной кроны пальмы), который, согласно современным исследованиям, является «структурной

---

[174] *Кириченко Е. И.* Русская архитектура 1830–1910-х годов. – М.: Искусство, 1982. С. 210.
[175] *Кириченко Е. И.* Там же. С. 211.
[176] *Кириченко Е.* И. Там же. С. 197.

интерпретацией кожуха пальмового листа»[177] (пункт 1.3.2.), что означает не только *метафорические*, но и более сложные основы использования Гауди природных структур для имитации объектов природы (и может быть охарактеризовано как своего рода «структурный биоморфизм»). По нашим представлениям, Гауди, несомненно, знал о структурных свойствах этого так называемого «кожуха», удерживающего лист пальмы: об этом можно судить на основании того, что он оставил «знаки» этих «кожухов» (маленькие гиперболические параболоиды) на местах, соответствующих им в природной форме (рис. 1-19, а), – в пальмообразных колоннах портика крипты Колонии Гуэль (рис. 1-19, б).

В документальном фильме, посвященном Крипте, М. Медагре приводит слова Ф. Канделы, который во время посещения Крипты сказал, что Гауди «...более чем на семьдесят лет опередил свое время в применении гиперболических параболоидов в конструкции сводов и стен», и охарактеризовал Крипту как сооружение, немыслимое для того времени[178] (прил. 1-17).

1.3.4.6. Приходская школа Саграда Фамилиа: «тождественность конструктивного дизайна и архитектурной формы»

Еще одним примером использования линейчатых поверхностей в конструкциях периода модерна является здание приходской школы Саграда Фамилиа, построенное Гауди в 1909-1910 гг. (рис. 1-20). Рядом с храмом здание школы выглядит маленькой, хитроумно устроенной шкатулкой.

Как следует из экспозиции музея Саграда Фамилиа и некоторых других источников, формальное решение крыши является результатом пластического осмысления Гауди формы листьев некоторых деревьев (магнолии)[179]. Геометрическому образу этой поверхности соответствует и поверхность морского ската (вид Манта)[180] (рис. 1-21), у Дж. Коллинза крыша ассоциациируется с другим природным объектом (прил. 1-18). Хотя существующее сейчас здание – не оригинальное, а четвертое по счету, оно построено в 2002 г. в точном соответствии с проек-

[177] *Lim J.* Bio-structural analogues in architecture. BIS Publishers, Amsterdam, 2011. P. 32.
[178] The Crypt of Colonia Guell. DVD. Deposito Legal B-25338-2012. www.twosecondsfilms.com
[179] *Angles, J. C.* Gaudi's Sagrada Familia: A monument to natura. Editorial Milenio, 2011. P. 42.
[180] *Angles, J. C.* Ibid. P. 43.

том Гауди[181]. Надпись на выставочном стенде во дворе Саграда Фамилиа гласит, что «...благодаря простоте, функциональности и красоте формы, в основе которых поверхности двойной кривизны, конструкция расценивается сегодня как флагман современной архитектуры». Примечательно и то, что Гауди здесь успешно решил задачу минимизации материальных, трудовых и временных затрат (как и В. Г. Шухов при создании первой гиперболоидной водонапорной башни).

В этом здании с особой силой, на наш взгляд, проявилось необыкновенное пространственное мышление Гауди: внешняя оболочка здания представляет собой пространственную композицию из линейчатых поверхностей – коноида и гиперболического параболоида[182], и именно эта оболочка, одновременно являясь конструкцией, обеспечивает выразительность здания (рис. 1-22, е). Причем, следует учитывать, что эта конструкция, не имеющая аналогов в истории, которую часто называют «простой», сначала была создана в уме проектировщика, воплощена в здании школы, а уже потом стала казаться простой.

Основой несущей конструкции здания является горизонтальная металлическая балка, установленная на трех опорах вдоль продольной оси здания (рис. 1-22, а). Как можно судить по представленным в экспозиции музея Саграда Фамилиа фотографиям, зафиксировавшим начальную стадию строительства, сначала возводятся стены переднего и заднего фасадов. Ориентиром для стены являются тросы (рис. 1-22, б), закрепленные между двумя направляющими: синусоидальной, проложенной по земле, и прямой – на уровне будущей крыши. Эта конструкция представляет собой линейчатую поверхность – коноид, соответственно, и возводимые стены, следуя заданному направлению, обретают волнообразную форму коноида. Причем, по мере увеличения высоты стены амплитуда синусоиды уменьшается, и на уровне крыши стена становится плоской, – таким образом, стены, синусоидальные у основания, подведены под крышу по прямой, образуя в плане прямоугольник (стены наклонены в сторону интерьера на величину максимума синусоиды).

При этом верхний край стены выкладывается также по линии синусоиды, в

[181] *Angles, J.* C. Ibid. P. 40.
[182] Gaudi. La recerca de la forma. La busqueda de la forma. Exploring form. DVD, Triangle Postals.

итоге стена оказывается ограниченной двумя синусоидами, расположенными во взаимно перпендикулярных плоскостях, а верхние синусоиды противоположных стен находятся в противофазе, то есть максимуму синусоиды одной стены соответствует минимум другой. На несущую балку (перпендикулярно ей) укладываются деревянные стропила, концы которых автоматически располагаются по синусоидам противоположных стен, образуя коноид. На крышу укладывается черепичное покрытие, при этом сама «графика» коноида остается видимой внутри помещения (рис. 1-22, а). Конструкция крыши (вместе с черепичным покрытием), помимо формальной выразительности, обеспечивает дополнительную ее функциональность – отвод воды с обеих сторон[183].

Фасадные стены соединены с помощью участков гиперболических параболоидов, которые образуют боковые стены. Гиперболический параболоид и здесь, как и в конструкции Крипты, служит для связи участков стен, обеспечивая их непрерывность (рис. 1-23).

Уникальность этого здания, на наш взгляд, в том, что здесь художественная форма практически совпадает с конструкцией, и выразительность здания обеспечивается, в первую очередь, конструкцией. Поддержкой этого утверждения может служить мнение Дж. Коллинза, который отмечал, что многим работам Гауди свойственны «тождественность конструктивного дизайна и архитектурной формы» и оценивал эту тождественность как «феномен, уникальный в истории архитектуры»[184].

Хотя «каталонская техника», в которой выполнены и стены, и крыша, придает дополнительную выразительность архитектурной форме, сама эта техника в то же время является конструктивным средством: именно посредством этой техники – ориентируясь на протянутые тросы, – каменщики выкладывают стену, которая представляет собой линейчатую поверхность «коноид». Инженер Х. Роджерс отмечает, что в здании школы А. Гауди «..использовал конструкцию одновременно и как силовой элемент, и как эстетический»[185]. Ле Корбюзье, посетив

[183] Крыша имеет еще одно интересное свойство – прил. 1-19.
[184] *Collins, G.R.* Antonio Gaudi: Structure and form, 1963. Perspecta, 8, p. 89.
[185] *Rogers H.* Structural Form in History and the Construction of Complex Forms. Proceedings of the Third International Congress on Construction History, Cottbus, May 2009. Режим доступа: www.bma.arch.unige.it

Барселону в 1928 году, вероятно, одним из первых почувствовал и оценил новизну конструкции и назвал здание школы «вехой на пути архитектуры двадцатого столетия»[186].

Конструктивные решения, найденные Гауди, не потеряли актуальности и спустя десятилетия (об этом – в главе 3) – в частности, С. Калатрава «использовал в своих впечатляющих винных погребах "Бодегас Исиос" ту же самую геометрию, базирующуюся на коноидах, что и Гауди в своей маленькой школе у Саграда Фамилиа в Барселоне»[187] (рис. 1-24). Такая жизнеспособность конструкции (хотя в этом несомненна и заслуга С. Калатравы) позволяет заключить, что и она превосходит концепцию модерна, более того, приобретает надстилевое значение.

Подтверждением этого заключения могут служить высказывания о Гауди некоторых авторитетных специалистов. Так, крупный испанский архитектор, один из лидеров новейшего направления в архитектуре капиталистических стран[188] О. Боигас (директор Высшей архитектурной школы в Барселоне) считает самым важным в творчестве Гауди его «...полный разрыв со стилями прошлого и создание нового пластического языка»[189], который проявился в работах зрелого периода, в том числе, в церкви Колонии Гуэль и приходской школе Саграда Фамилиа. «Эти здания – несомненно индивидуальная, свободная экспериментальная архитектура, результат движения по пути, который уже не связан с Романтизмом, но наполнен духом Современного движения»[190]; а по мнению Н. Фостера, «Гауди оказался способным создать новый лирический пространственный язык, в основе которого – конструкция. Его методы и столетие спустя остаются революционными» (из материалов экспозиции Музея Гауди в Реусе).

Гауди принадлежат слова: «красота и конструкционная логика не признают границ исторических стилей»[191], – и то, что конструкция, разработанная Гауди, в том или ином виде используется до настоящего времени, является их подтвер-

---

[186] *Хенсберген Г.* Там же. С. 281.
[187] *Barrallo J., Sánchez-Beitia S.* The Geometry of Organic Architecture: The Works of Eduardo Torroja, Felix Candela and Miguel Fisac. Proceedings of Bridges 2011: Mathematics, Music, Art, Architecture, Culture (2011), p. 66; электронный ресурс: bridgesmathart.org
[188] Такую оценку О. Боигасу дают авторы издания: *Рябушин А.В., Шукурова А.Н.* Творческие противоречия в новейшей архитектуре Запада. М.: Стройздат, 1986. С. 3.
[189] *Giralt-Miracle D.* Gaudí: nature in architecture. www.iemed.org/publicacions/.../4/agiralt. P. 2.
[190] *Giralt-Miracle D.* Gaudí: nature in architecture. www.iemed.org/publicacions/.../4/agiralt. P. 2.
[191] *Хенсберген Г.* Там же. С. 282.

ждением. Таким образом, Гауди, оставаясь в хронологических рамках модерна, преодолел его стилистические рамки, создав с помощью конструкций на основе линейчатых поверхностей свой собственный архитектурный язык, который в XX веке открыли для себя многие выдающиеся архитекторы, и который продолжает жить и в XXI веке.

1.3.5. Храм Саграда Фамилиа Антонио Гауди: проект, основанный на геометрии линейчатых поверхностей

1.3.5.1. Компьютерные технологии, подтверждающие соответствие моделей Гауди математическому описанию линейчатых поверхностей

Максимальное развитие формообразование на основе линейчатых поверхностей получило в «opus magnum» Гауди – храме Саграда Фамилиа. Продолжение строительства храма поставило перед необходимостью использования компьютерных технологий, что, в свою очередь, способствовало постепенному осознанию грандиозности замысла Гауди в Саграда Фамилиа как беспрецедентной пространственной композиции, представляющей собой перетекание друг в друга геометрических форм, главным образом линейчатых поверхностей; а вместе с тем – и признанию его конструктивного гения.

В 80-е годы XX века компьютерные технологии впервые были привлечены для анализа частей Саграда Фамилиа, которые были закончены при Гауди, а также – для реконструкции разрушенных в годы Гражданской войны гипсовых моделей, от которых остались отдельные фрагменты. Над расшифровкой конструкции храма работали специалисты высочайшего уровня нескольких стран. «...Исследования показали, что в дизайне сохранившихся до наших дней моделей отдельных частей храма Гауди использовал систему геометрических форм, преимущественно гиперболоидов, гиперболических параболоидов, коноидов и геликоидов разных размеров и в различных сочетаниях»[192]. Применение компьютерных программ в ходе совместной работы специалистов Университета королевы Виктории (Веллингтон, Новая Зеландия) и Каталонского политехнического уни-

[192] *Schmal P.C., Forster Y.* Foreword / «Gaudi Unseen. Completing the Sagrada Familia». p.7.

верситета позволило установить, что спроектированные Гауди экспериментальным путем, на уровне моделей, архитектурные формы на основе гиперболоида и гиперболического параболоида точно соответствуют математическому описанию этих поверхностей[193] (рис. 1-25, а).

При этом не все задачи, связанные с расшифровкой конструкции, можно было решить с помощью традиционных компьютерных технологий. Марк Бурри (Архитектурная лаборатория пространственных данных Королевского института Технологий, Мельбурн, в последние годы – один из ведущих архитекторов в Саграда Фамилиа), нашел способ применить «программное обеспечение, первоначально использовавшееся в кораблестроении, для перевода комплекса дизайнерских идей Гауди в 3D-набор данных»[194], на основе которых теперь продолжается работа каменщиков по завершению строительства храма. Тот факт, что для распознавания составляющих конструкции и для последующего осуществления проекта, созданного почти столетие назад на интуитивном уровне, потребовались компьютерные технологии, свидетельствует об авангардности проектного мышления автора.

1.3.5.2. Свод как пространственная композиция пересекающихся гиперболоидов и гиперболических параболоидов. «Симфония» линейчатых поверхностей в храме Саграда Фамилиа

Саграда Фамилиа – пятинефная церковь базиликального типа, имеющая в плане форму латинского креста. Напомним, что Гауди был привлечен к работе над храмом в качестве ведущего архитектора проекта (вместо ушедшего Вийяра) уже в то время (1883 г.), когда строительство – в готическом стиле по проекту Вийяра – шло полным ходом. Гауди имел вполне «...определенное представление о том, какую именно церковь он хотел построить – образ столь же поэтичный и символичный, сколь и практичный, поскольку он хотел максимально возможно приспособить его к потребностям культа и литургии»[195].

Гауди видел внутреннее пространство Храма как аллегорию леса: колонны имитируют стволы деревьев, сквозь листву которых днем пробивается солнечный

---

[193] *Кастельяр-Гассоль Ж*. Гауди. Жизнь провидца. – Издательство 1984. Барселона, 2000. Вкладка XXII.
[194] *Schmal P.C., Forster Y.* Foreword. Ibid. p.7.
[195] *Giralt-Miracle D.* Essential Gaudi. Librosdevanguardia, 2013. p. 209 .

свет, а ночью видны звезды. В поисках конструкции, соответствующей этому его видению литургического пространства, Гауди постепенно, шаг за шагом, перешел от первоначального проекта в готическом духе – через второй, параболический, – к третьему, окончательному (основанному в значительной степени на геометрии линейчатых поверхностей), над которым он, согласно материалам музея Саграда Фамилиа, работал с 1918 по 1926 гг., и в соответствии с которым осуществляется строительство по сегодняшний день. «Многолетние эксперименты позволили ему достичь, наконец, гармоничной связи между несущими и несомыми элементами»[196].

Существенную роль в выборе этого конструктивного решения сыграл и положительный опыт сооружения церкви Колонии Гуэль, который не только убедил его в осуществимости проекта с наклонными колоннами (возможности распределения нагрузки посредством системы наклонных колонн), но и «...побудил использовать потенциал линейчатых поверхностей в полном объеме»[197], что избавляет от необходимости использовать контрфорсы и аркбутаны.

Гауди стремился в решении интерьера храма создать иллюзию нахождения в природе и одновременно уединения, и эту задачу ему удалось решить средствами конструкции, инспирированными природой. Несущая часть представлена наклонными колоннами в форме дерева, которые, разветвляясь на разных уровнях высоты храма, формируют сбалансированную, устойчивую конструкцию, удерживающую вес свода, крыши и башен церкви. Колонны, расположенные на границе центрального и бокового нефов, наклонены в сторону центральной оси храма, а находящиеся между двумя боковыми нефами (поддерживающие хоры и словно прорастающие сквозь них), наклонены в сторону от центра (рис. 1-25, в).

По достижении определенной высоты – 45 м в центральном нефе, 30 м в боковых и 15 м в галерее певчих – *несущая конструкция плавно переходит в несомую – свод, представляющий собой пересечение гиперболоидов и гиперболических параболоидов*. Вместе они образуют устойчивую пространственную сеть, наглядно иллюстрируя непрерывность как главную черту пространственной концепции Гауди, которому «...удалось достичь непрерывности, свойственной при-

[196] *Giralt-Miracle D.* Ibid. p. 213.
[197] *Bonet J.* The Essential Gaudi. The geometric modulation of the Church of the Sagrada Familia. English translation by M. Burry. Portic, 2001. p. 35.

роде»[198].

Представление об этой «пространственной сети» дает графическая интерпретация (компьютерная) части конструкции бокового нефа – экспонат Музея Саграда Фамилиа (рис. 1-26). Она является иллюстрацией того, какую именно систему математических абстракций Гауди – силой своего пространственного мышления – превратил в архитектурную композицию, причем, по свидетельству младшего соратника Гауди, С. Мартинеля, пластическая интуиция Гауди «позволяла ему *симультанно* ощутить *механику, конструкцию и форму*»[199].

Устойчивость, жесткость системы сводов определяется самой структурой линейчатых поверхностей, которые генерируются прямолинейными элементами; пересекаются отдельные структуры также по прямой линии. При этом пересечение полых и сплошных гиперболоидов (сплошных – в капителях колонн, как воронка «собирающих» нагрузки и передающих их колоннам, и являющихся средством соединения колонны и свода) и гиперболических параболоидов происходит таким образом, что образует недеформируемую пространственную структуру[200] (рис. 1-27). Возможно, эта структура представляет собой один из наиболее ранних примеров модульного формообразования, где в качестве модулей[201] используются гиперболоид и гиперболический параболоид.

Главным композиционным элементом свода является гиперболоид (рис. 1-28). Хотя основную функцию гиперболоида Гауди видел в «улавливании, "захватывании" света снаружи и распределении его в интерьере»[202] – (гиперболоид служит световым «каналом», его поверхность сложной кривизны способствует многократному отражению лучей света, и, следовательно, рассеиванию его), – в Саграда Фамилиа он «работает» и как средство, «улучшающее распределение звука»[203], т. е. Гауди использовал и его акустические возможности, поскольку звуки пения и органной музыки являются важной составляющей церковной службы. В отдельные отверстия гиперболоидов установлено оборудование для искусствен-

---

[198] www.sagradafamilia.cat
[199] *Giralt-Miracle D.* Ibid. p. 208.
[200] *Bonet J.* Ibid. p. 46.
[201] разного размера на разных участках свода
[202] *Giralt-Miracle D.* Ibid. p. 213.
[203] Gaudi: art and technique. An interactive visit to the Espai Gaudi. CD-ROM, Fundacio Caixa Catalunya.

ного освещения, чтобы ночью свод выглядел как звездное небо.

Рассмотрим подробнее композицию свода центрального нефа и трансепта (рис. 1-29, а), где гиперболоиды выполнены в технике «каталонского» свода и монтируются на месте, – при этом используется вспомогательная металлическая конструкция гиперболоида (рис. 1-30, а). Внутренний слой кирпича (обращенный в интерьер) укладывается вдоль прямых образующих гиперболоида, формируя лучи. В пространство между лучами укладываются треугольные элементы, декорированные зеленым и золотым стеклом. Образующийся рисунок, повторяющий конструкцию гиперболоида в сочетании с фигурной «обрезкой» (результат пересечения гиперболоидов), символизирует пальмовые листья, как их представлял Гауди[204] (рис. 1-31).

Свод «собран» из гиперболоидов разного размера и по-разному организованных: линеарно – в центральным нефе и трансепте, полуокружностью – в апсиде, и концентрическими окружностями – в средокрестии. Центром композиции – пунктом, откуда как бы «разбегается» свод, является средокрестие, расположенное на пересечении двух ветвей латинского креста (образуемого центральным нефом, ведущим к апсиде, и трансептом). Здесь на уровне 45 м свод перекрывает пространство средокрестия, образуя своего рода купол над ним – при этом «пространство явно фокусируется в центре»[205] [храма – О. Л.] (рис. 1-32, в).

В центре купола расположен огромный гиперболоид (4 м в диаметре). Эффект центральности подкупольного пространства достигается и конструктивно-композиционным решением купола: расположением гиперболоидов меньшего размера двумя концентрическими окружностями вокруг центрального, причем, в первом кольце – 12 гиперболоидов одного размера (1,5 м в диаметре), расположенных под углом 15 градусов к центральной оси (таким образом формируя купол). Следующее кольцо образовано также двенадцатью гиперболоидами, четыре из которых, диаметром 3 м, расположены по осям центрального нефа и трансепта, между ними – остальные 8, диаметром 1,5 м[206]. Эти гиперболоиды поддерживаются ветвями четырех колонн из порфира, артикулирующих смысловой центр храма.

---

[204] *Espel R. R., Fauli J. O.* The construction of the project / Gaudi Unseen. Completing the Sagrada Familia. p. 151.
[205] *Coll J. G.* The transept and crossing ceiling vaults / Gaudi Unseen. Completing the Sagrada Familia. p. 131.
[206] *Coll J. G.* Ibid. p. 133.

«Пересекающиеся гиперболоиды дополнительно связываются между собой с помощью гиперболических параболоидов (для достижения непрерывности и жесткости конструкции) по общей прямолинейной образующей»[207] (рис. 1-32, г) – не только в средокрестии, но и во всем своде. Связующие гиперболические параболоиды «пробиты» насквозь самыми маленькими гиперболоидами, направленными внутрь храма. «Они спроектированы таким образом, что их оси сходятся в центре средокрестия, и, стоя в центре, можно видеть лучи дневного света, проникающего сквозь эти маленькие гиперболоиды»[208]. Они хорошо видны на гипсовой модели секции свода (рис. 1-33).

Гиперболоиды сводов боковых нефов и галереи певчих изготовлены промышленным способом из бетона – методом отливки по шаблонам, сделанным в соответствии с геометрией гиперболоида. Заводским способом изготовлены и секции гиперболических параболоидов с «вписанными» в них гиперболоидами (наименьшего размера)[209] (рис. 1-34).

Храм Саграда Фамилиа можно назвать «симфонией» линейчатых поверхностей. Необходимо отметить, что Гауди, возможно, планировал, что большая часть конструкций будет создана на месте, но в реальности во многих случаях используются изготовленные фабричным способом, на основе линейчатых поверхностей, части, и уже на месте осуществляется их монтаж: помимо сводов, гиперболоиды использованы в конструкции окон (заменяющих готическую «розу») центрального и боковых нефов; верхняя часть апсиды (ее свод) представляет собой гигантский гиперболоид; часовня Вознесения Богоматери, свод которой представляет композицию из гиперболоидов, а постамент – композицию гиперболических параболоидов; своды сакристий, каждый из которых образован пересечением 12-ти гиперболических параболоидов; трифорий, построенный «исключительно на пересечении гиперболических параболоидов»[210] (рис. 1-35) – колонны трифория, кажущиеся вылепленными, на самом деле образованы сложным пересечением восьми гиперболических параболоидов (рис. 1-35-доп.), таким образом, ги-

[207] *Coll J. G.* Ibid. p. 133.
[208] *Coll J. G.* Ibid. p. 135.
[209] *Espel R. R., Fauli J. O.* Ibid. p. 149.
[210] *Bonet J. A.* The relationship between the Sagrada Familia and other works by Gaudi / Gaudi Unseen. Completing the Sagrada Familia. p. 66.

перболический параболоид является генератором формы галереи; гиперболические параболоиды на стыках стен и сводов и во множестве других случаев – как средство объединения поверхностей для создания впечатления непрерывности; как элементы наклонных колонн портика (рис. 1-36); наконец, геликоиды винтовых лестниц (рис. 1-37), расположенные в интерьере храма и придающие дополнительную динамику пространству, и внутри башен – придавая им прочность, в этом случае геликоид следует рассматривать как одно из формообразующих башню средств[211]. В этой «симфонии» сливаются не только разные виды линейчатых поверхностей, но разные их свойства – конструктивные и художественные.

1.3.6. Линейчатые поверхности в архитектуре Гауди и новые процессы в искусстве в начале XX века

Формообразование на основе линейчатых поверхностей, начатое А. Гауди и В. Г. Шуховым, стоит особняком по отношению к существующей концепции зарождения архитектуры XX века, согласно которой оно (зарождение) в значительной степени связано с процессами, происходившими в искусстве в начале XX века, и является следствием этих процессов, – в особенности кубизма, супрематизма и футуризма. Изменения в искусстве, в свою очередь, были обусловлены возникновением в науке новых идей о пространстве и времени, появлением понятия «четвертого измерения», введенного математиком Г. Минковским в 1908 г. Оно означало, что «...отныне время само по себе и пространство само по себе становятся пустой фикцией, и только единение их сохраняет шанс на реальность»[212].

В искусстве понятие «пространство-время» исследовалось кубистами – путем моделирования пространства, а футуристами – путем изучения процесса движения[213]. З. Гидион видел особую роль *плоскости* в рождении новой архитектуры: в интенсивном подчеркивании плоскости – в разных направлениях искусства – он видел «путь, который приводил к архитектуре[214]. И. А. Азизян, анализируя Манифест «Стиля», опубликованный в 1924 г., отмечает, что первый его принцип

---

[211] Gaudi: art and technique. An interactive visit to the Espai Gaudi. CD-ROM, Fundacio Caixa Catalunya.
[212] *Яу Ш., Надис С.* Теория струн и скрытые измерения Вселенной. Электронный ресурс: scisne.net›…Shintan…Stiv_Nadis._Teoriya…i_skritie… С. 15.
[213] *Гидион З.* С. 320.
[214] *Гидион З.* С. 316.

«констатировал генезис новейшей архитектурной формы из изобразительного искусства», что она считает естественным для группы «Стиль», художественное мировоззрение членов которой сформировалось «под непосредственным воздействием кубизма»[215]. Уже в XXI веке о роли новых направлений в искусстве говорит А. В. Ефимов: «Пространство, объем и цвет, заново переосмысленные в кубизме, подготовили формальную основу беспредметной живописи, которая, в свою очередь, стала базисом достижений архитектуры и дизайна 20-го века»[216], а «пространственные "контр-рельефы" Татлина отделял от архитектуры только один шаг»[217].

Однако, параллельно с отмеченными процессами в искусстве (и даже несколько опережая их) уже создавалась – совершенно самостоятельно – архитектура Гауди, основанная на линейчатых поверхностях (в частности, Крипта Колонии Гуэль и здание приходской школы Саграда Фамилиа), использование которых позволяет формировать объем и пространство *минуя стадию плоскости*. При этом в формообразовании этого вида архитектуры можно усмотреть нечто общее с некоторыми формальными экспериментами художников этого же времени (первых двух десятилетий XX века). Гауди пришел к формообразованию с использованием линейчатых поверхностей в процессе поиска новых выразительных форм в архитектуре. Художниками же руководила идея поиска средств выражения в живописи четвертого измерения.

При этом понимание четвертого измерения художниками очевидно отличалось от научного (прил. 1-20); четвертое измерение в искусстве это не более чем метафора, и апелляция к нему – это реализация потребности в новой пластике (что совпадает с поисками Гауди в архитектуре). Одним из способов реализации этой потребности в живописи стали, в частности, отдельные работы М. Дюшана и Дж. Баллы, связанные с визуализацией стадий движения человека, – и в этом можно усмотреть определенные параллели с формообразованием Гауди. Так, «структура» живописной поверхности в работах М. Дюшана «Обнаженная, спускающаяся

---

[215] Теория композиции как поэтика архитектуры – М.: Прогресс-Традиция, 2002. С. 218.
[216] *Ефимов А.* Цвет + форма. Искусство 20-21 веков (живопись, скульптура, инсталляция, лэнд-арт, дигитал-арт) / Андрей Владимирович Ефимов. – М.: БуксМАрт, 2014. С. 85.
[217] *Ефимов А.* Там же. С. 223.

по лестнице» (1911 г.) и Дж. Баллы «Девушка, выбегающая на балкон» (1912 г.), основана на фиксации перемещения фигуры вдоль некоторой линии (рис. 1-38). Новый способ формообразования Гауди также связан с движением вдоль некоторой линии (или линий), но – с движением *формообразующей прямой*, результатом которого является линейчатая поверхность (пространственная структура).

Сравнение архитектурных экспериментов Гауди с экспериментами в живописи позволяет увидеть, что Гауди в овладении новой пластикой по времени даже несколько опередил аналогичные процессы, происходящие в живописи, хотя известно, что из всех искусств архитектура является наименее динамичным. В. Л. Глазычев, рассматривая эволюционные процессы в архитектуре, отмечает, что «архитектура, в силу инерционности долгого и дорогостоящего строительного процесса, всегда несколько отстает от более динамичных искусств, отмеченных меньшей емкостью труда и капитала. Культура едина и потому многое из того, что в архитектуре проявляется нескоро, уже оказывается подготовлено в литературе, живописи, музыке, иногда в технике»[218]. Однако, в данном случае можно наблюдать противоположный процесс: то, что *потом* проявилось в скульптуре, графике, инсталляциях, дизайне, было – если и не подготовлено архитектурой, – то, во всяком случае, появилось прежде всего в ней – в архитектуре Гауди.

Как считают исследователи, художники, искавшие способ выразить движение, скорость, динамику в живописи, пользовались результатами фотографических экспериментов французского физиолога Э.- Ж. Маре (1830-1904), который в 80-е годы XIX века в ходе исследований механики тела изобрел хронофотографию[219] – фотографирование движущегося объекта через равные малые промежутки времени. Высокоскоростная фотосъемка на одну пластину позволила получить последовательность мгновенных фаз движения, из которых складывается непрерывная динамика[220].

Так, согласно А. В. Ефимову, Дж. Балла в своих работах «сопрягал принципы живописи с концепцией фотоэтюдов движения Этьена Жюля Маре»[221]. Отно-

[218] *Глазычев В. Л.* Эволюция творчества в архитектуре. – М: Стройиздат, 1986. С. 10.
[219] Усовершенствовав движущуюся фотографию, изобретенную Э. Майбриджем.
[220] *Лаврентьев А.Н.* История дизайна: учеб. пособие / А. Н. Лаврентьев. – М.: Гардарики, 2008. С. 103.
[221] *Ефимов А.* Там же. С. 107.

сительно «Обнаженной» М. Дюшана М. Ю. Герман высказывает мнение, что в этой картине с эффектом «словно бы наложенных друг на друга движений»[222] художник использовал хорошо знакомый футуристам прием (имея в виду и фото-эффекты), хотя при этом замечает, что сам Дюшан это отрицал[223]. Тем не менее, нельзя не увидеть сходства его «Обнаженной» (1911) с хронофотографией Маре «Спуск по наклонной плоскости», 1882 г. (рис. 1-38, в). Эксперименты Гауди с линейчатыми поверхностями непосредственно не связаны с экспериментами Маре в фотографии: целью Гауди был поиск новой пластики (но – основанной на рациональных конструкциях), а целью Маре – исследование механики тела[224], тем не менее, между ними, на наш взгляд, можно обнаружить определенное сходство; при этом и хронологически они очень близки.

В экспериментах, связанных с анализом тела в движении, Маре (чтобы избежать наложения снимков) одевает человека в совершенно черный костюм, на котором вдоль рук и ног нашиты узкие металлические ленты, подчеркивающие сочленения костей. Таким образом, по описанию французского искусствоведа Ф. Комара, «тело испытуемого превращается в живой движущийся рисунок[225]. Препятствие преодолено: формы исчезают, уступая место геометрическому балету»[226]. В этом «геометрическом балете» можно увидеть ряд виртуальных линейчатых поверхностей, генерируемых движущимися частями тела (рис. 1-39). И хотя в образовании этих линейчатых поверхностей есть определенная мера условности (конечности человека «приведены» к прямой линии), они в целом отражают и строение человека, и характер этого движения. Линейчатые поверхности можно увидеть и на других снимках (рис. 1-40).

На основе записанных с помощью хронофотографической камеры на стеклянную пластину движений человека Джордж Денеми (1850-1917), ученик, асси-

---

[222] *Герман М.* Марсель Дюшан: пролог постмодернизма / Модернизм. Искусство первой половины XX века. – 2-е изд., испр. – СПб.: Издательский Дом «Азбука-классика», 2008. С. 232.
[223] *Герман М.* Там же. С. 397.
[224] поначалу его интересовали движения, связанные с физиологическими процессами в организме (циркуляция крови, движение мускулов и нервов), затем он распространил свои исследования на движения тела в целом.
[225] автор говорит о хронофотографии Маре «Прыжок в высоту с разбега» (рис. 1-39).
[226] *Комар Ф.* Искусство и человек / Ф. Комар. Пер. с фр. Е. Клоковой. – М.: ООО «Издательство Астрель», ООО «Издательство АСТ», 2002. С. 105.

стент и сотрудник Маре, создавал «геометрические скетчи»[227]. Ему принадлежит «скетч», сделанный на основе снимка Маре «Человек в черной одежде с белыми полосками, нашитыми вдоль рук и ног, идущий вдоль черной стены»[228]. В этой работе Маре-Денеми видно, как в процессе быстрой ходьбы движением частей тела человека, «приведенных» к линии, генерируются виртуальные линейчатые поверхности, в которых можно увидеть сходство с реальными линейчатыми поверхностями – в частности, со схемой конструкции приходской школы Саграда Фамилиа Гауди, хотя у Маре движение более сложное, т. к. в нем участвуют четыре «набора» прямых: полоски, нашитые на плечо, локоть, бедро и голень шагающего человека, – в отличие от двух, производящих поверхности крыши и стен школы Гауди. Движение прямых на схеме конструкции Гауди и на геометрическом скетче Денеми, на наш взгляд, имеет сходство не только по сути, но и по форме, то есть по характеру волнообразных поверхностей, которые производят те и другие (рис. 1-41).

Виртуальные линейчатые поверхности, генерируемые человеческим телом в движении и запечатленные на хронофотографии, с одной стороны, являются свидетельством их объективного существования *вне художественной сферы* (и этот факт дополняет сказанное выше о естественном характере формообразования на основе линейчатых поверхностей[229]). С другой стороны, хотя Маре в своих хронофотографических опытах не ставил перед собой эстетических задач, его виртуозное владение техникой обеспечило именно такой результат: его мультипликации шагающего человека обладают не только научной достоверностью, но и эстетическими качествами[230] – таким образом, эти фотоснимки, запечатлевшие виртуальные линейчатые поверхности, образуемые движением человеческого тела, попадают в систему искусства, и оказываются, вероятно, первым случаем изображения линейчатых поверхностей в графике (1884).

---

[227] Marey Portfolio. Режим доступа: http://www.asu.edu/cfa/wwwcourses/art/SOACore/Marey_portfolio.htm.

[228] «A Man in Black Suit with White Stripes Down Arms and Legs, Walking in Front of a Black Wall» – History of Art: Architecture and Sculpturehttp://www.all-art.org/Architecture/23-24.htm

[229] Свидетельством естественного характера формообразования на основе линейчатых поверхностей могут служить, на наш взгляд, и фотографические опыты Гарольда Эджертона (прил. 1-21).

[230] History of Art: Architecture and Sculpture. http://www.all-art.org/Architecture/23-24.htm

Выводы главы 1

1. Формообразование на основе линейчатых поверхностей в отечественном искусствоведении связывается, в первую очередь, с именем В. Г. Шухова, который впервые «превратил математическую абстракцию гиперболоида в практическую конструктивную форму», и, как показывают материалы Международной конференции, посвященной 160-летию со дня рождения В. Г. Шухова[231], многие достижения современной архитектуры видятся сквозь призму открытий В. Г. Шухова, и с течением времени интерес к его конструкциям усиливается.

2. Открытие Шухова можно считать закономерным этапом научного и практического «освоения» линейчатых поверхностей: сведение воедино результатов изучения отечественных и зарубежных источников позволяет представить эту историю следующим образом. Практическое применение линейчатых поверхностей (но другого вида, и в другой области – механизмов) начинается еще со времен Древнего Египта: это, в частности, «винт Архимеда», в основе которого – конструкция геликоида; линейчатые поверхности простейшего вида, предположительно, использовались при сооружении цилиндрических бетонных сводов в Древнем Риме в качестве опалубки; начиная со средневековья геликоид используется в конструкции винтовой лестницы («винт св. Жиля») ; пластика гиперболического параболоида встречается в традиционной технике кирпичной кладки в архитектуре Цистерцианского Ордена (в частности, датируемой 1400 г.).

3. В Новое время работа Кристофера Рена в области создания астрономических приборов привела его к открытию, что гиперболоид (известный еще во времена Архимеда, но – как фигура, образованная вращением гиперболы) является линейчатой поверхностью (т. е. может быть образован движением прямой вдоль окружности), что было расценено Лондонским Королевским обществом как серьезный вклад в математику. Таким образом, в 1660-е годы в Англии понятие «линейчатая поверхность» уже существовало. В эти же годы Г. Гварини разработал фигуру, которую назвал «коноидом Гварини», причем «вывел» он ее из надоконной ар-

[231] Архитектоника инженера В.Г. Шухова: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 160-летию со дня рождения В.Г. Шухова, 13-14 ноября 2013 г. - М.: МАРХИ, 2013.

ки объекта, построенного задолго до него (из чего можно заключить, что прежде она использовалась интуитивно). В XVIII веке французский инженер и архитектор А.-Ф. Фрезье описал эту же фигуру, дав общее название («corps régulièrement irregulier») целой группе искривленных поверхностей, образованных прямыми линиями.

Следующий этап исследований линейчатых поверхностей связан с именем Г. Монжа, который подходил к оценке поверхностей с точки зрения характера движения «порождающего» поверхность геометрического объекта (в том числе и прямой, порождающей поверхность геликоида). Важной областью исследований Монжа был поиск пространственных аналогов алгебраических уравнений – что привело его к созданию математических моделей, в т. ч. моделей линейчатых поверхностей.

4. В XIX в. математические модели поверхностей широко использовались в образовательных целях. Документальных свидетельств о знакомстве с этими моделями Шухова и Гауди нет, но можно предположить, что каждому из них хватало собственного пространственного мышления для визуализации математических зависимостей в пространственной форме, которые и привели их к открытию возможности использования линейчатых поверхностей в практическом формообразовании (кроме того, к этому времени уже были опубликованы трактаты по начертательной геометрии, содержащие изображения линейчатых поверхностей – в частности, С. Ф. А. Лероя, 1855 г.).

При том, что связь между математикой и искусством имеет давнюю историю, В. Г. Шухов, возможно, впервые выразил эту связь в такой непосредственной форме – в форме чистой структуры (подвергнутой композиционному осмыслению), причем, связав в единое композиционное целое два вида линейчатых поверхностей – гиперболоид и геликоид. И хотя Шухов решал преимущественно инженерные задачи, ему удалось посредством своих гиперболоидных конструкций создать формы, эстетические качества которых позволили им органично войти и в городской, и в сельский пейзаж, и – организовать пространство.

5. Существенной характеристикой конструкций на основе линейчатых поверхностей является то, что они сочетают в себе высокие механические и пла-

стические свойства, причем, и те и другие являются функцией самой структуры. Прямолинейные элементы, к тому же, существенно облегчают процесс создания конструкций, а также их «пересечение» (объединение) – в том числе и в модульном формообразовании, поскольку оно также происходит по прямой линии.

Особенность формообразования на основе линейчатых поверхностей состоит в том, что оно позволяет создавать пространственную кривизну посредством прямолинейной образующей, а получаемые таким способом формы ассоциативно связываются с понятием органического, природоподобного. Такого рода ассоциации обусловлены существованием природных аналогов линейчатых поверхностей, причем, аналогии могут быть и на уровне формы, и на уровне механических характеристик, и на уровне структуры.

6. Практика этого вида формообразования опередила возможность его адекватного восприятия и оценки. Это касается как работ В. Г. Шухова, так и проектов Т. Макаровой, что С. О. Хан-Магомедов связывает в значительной степени с непривычной тектоникой новых структур. Добавим, что проблема восприятия этого вида конструкции не перестала быть актуальной и в 1960-70-е годы.

И если гиперболоидные *конструкции* В. Г. Шухова со временем признаны в отечественном искусствоведении *художественными*, то недооцененными именно с точки зрения *конструкции* остаются *художественные* объекты его современника Гауди (хотя и отмечается рациональность его конструкций), который начал применять линейчатые поверхности раньше В. Г. Шухова (в 1884 г.). При этом есть примеры, когда конструкции современных архитекторов (С. Калатравы) связываются – в архитектурной среде – концептуально с В. Г. Шуховым, несмотря на очевидное сходство некоторых из них с конструкциями Гауди.

Вместе с тем, зарубежные исследования последних десятилетий, а также выставки, состоявшиеся в крупнейших городах Европы, Южной Америки, Японии и Китая, позволяют оценить действительный *масштаб конструкторского гения* Гауди. Они показывают, что использованием конструкций на основе линейчатых поверхностей Гауди произвел революцию в архитектуре своего времени и открыл новые возможности в строительстве. В отличие от В. Г. Шухова, работавшего, преимущественно, с гиперболоидом, Гауди использовал все виды линейчатых

поверхностей; наиболее масштабными его работами являются Крипта Колонии Гуэль, здание приходской школы Саграда Фамилиа и «opus magnum» – храм Саграда Фамилиа. В них Гауди использовал линейчатые поверхности с разнообразными функциональными, конструктивными и формально-эстетическими целями, каждый раз создавая уникальный художественный образ.

7. Иррациональный, таинственный образ Крипты не в последнюю очередь обусловлен применением в конструкции стен и сводов (причем, в сводах – впервые в истории архитектуры) гиперболического параболоида – рациональной структуры. Художественная выразительность портика Крипты также в значительной степени основана на конструктивно-композиционном решении – пересечении гиперболических параболоидов. Используя гиперболический параболоид как конструктивное средство, обладающее выдающимися механическими и пластическими свойствами, Гауди решал, в том числе, одну из главных для него задач – достижение непрерывности формы.

Хронологически Крипта является продуктом модерна, однако, вследствие более глубокого проникновения Гауди в «геометрию» природных форм и синтеза ее с линейчатой геометрией, сами конструкции Гауди превосходят концепцию модерна, поскольку выводят способ формообразования Гауди за пределы традиционного биоморфизма. Нам представляется, что использование гиперболического параболоида для создания кроны пальмы (образа кроны) в портике Крипты продиктовано не только сходством пластики этой структуры с пластикой разворачивающихся в процессе роста веерообразных листьев некоторых растений (в частности, крокосмии), но и сходством сил, действующим в них.

8. Уникальным примером использования коноида является здание приходской школы Саграда Фамилиа: здесь художественная форма практически совпадает с конструкцией, которая обеспечивает выразительность здания. Неоднократное обращение к этой конструкции, впервые использованной Гауди, архитекторами в XX и XXI вв. (Э. Диесте, Р. Колхас, Г. Фаган, С. Калатрава) является свидетельством того, что она приобрела надстилевое значение. Новаторство Гауди – не только в том, что он сумел ввести в архитектуру принципиально новые конструкции, но и в том, что он сделал это так органично – на основе сущест-

вующих в течение столетий традиционных техник.

9. Программным произведением Гауди, в котором объединены все его предыдущие исследования, является проект Саграда Фамилиа.

Исследования с привлечением компьютерных технологий показали, что в дизайне сохранившихся до наших дней моделей отдельных частей храма Гауди использовал систему геометрических форм, преимущественно гиперболоидов, гиперболических параболоидов, коноидов и геликоидов разных размеров и в различных сочетаниях, причем, спроектированные Гауди экспериментальным путем архитектурные формы на основе гиперболоида и гиперболического параболоида точно соответствуют математическому описанию этих поверхностей.

Уникальная пластическая интуиция Гауди, благодаря которой он мог ощущать одновременно механику, конструкцию и форму, позволила ему создать композицию нефов храма, представляющую собой устойчивую пространственную сеть, в которой несущая конструкция плавно переходит в несомую – свод, образованный пересечением гиперболоидов и гиперболических параболоидов.

Таким образом, используя рациональные структуры, Гауди создал во внутреннем пространстве храма образ леса, в котором главную художественную и ассоциативно-образную «нагрузку» несут гиперболоиды, формирующие кроны деревьев, сквозь листву которых днем пробивается солнечный свет, а ночью видны звезды. В проекте Саграда Фамилиа гиперболоид выполняет не только задачу «улавливания» света и мягкого рассеивания его в интерьере: Гауди использовал свойство этой поверхности многократно отражать не только световые, но и звуковые волны для создания акустики, соответствующей характеру церковной службы. Нам представляется, что посредством этой структуры Гауди соединяет пространство внутреннее и внешнее (в чем можно увидеть аллюзию на римский Пантеон, хотя в храме Гауди эта связь не такая «буквальная», как в Пантеоне), мир земной и горний.

Кроме того, возможно, конструкция нефов храма представляет собой один из наиболее ранних примеров модульного формообразования, где в качестве мо-

дулей[232] используются гиперболоид и гиперболический параболоид.

10. По прошествии столетия в архитектурном формообразовании Гауди на основе линейчатых поверхностей можно усмотреть нечто общее с некоторыми формальными экспериментами художников начала XX века, и, соответственно, с результатами фотографических экспериментов Э.- Ж. Маре (фиксировавших стадии движения человека), которыми эти художники пользовались. Виртуальные линейчатые поверхности, генерируемые человеческим телом в движении и запечатленные на хронофотографии, сопоставимы, на наш взгляд, с реальными линейчатыми поверхностями Гауди. Работы Маре-Денеми, зафиксировавшие существование линейчатых поверхностей – хотя и виртуальных – вне художественной сферы, позволяют, с одной стороны, увидеть в самом способе формообразования на основе линейчатых поверхностей объективное, естественное начало, а с другой, сами они – благодаря мастерству фотографа и определенной доработке – приобретают эстетическое значение и оказываются, вероятно, первым случаем изображения линейчатых поверхностей в графике.

Использование линейчатых поверхностей ставит работы Гауди в особое положение по отношению к существующей концепции зарождения архитектуры XX века (форма пространства которой развивается из плоскости – живописи, контррельефов, архитектонов), поскольку линейчатые поверхности позволяют генерировать объем и пространство, минуя стадию плоскости, – таким образом, Гауди дает начало совершенно новому направлению формообразования в архитектуре.

[232] Разного размера на разных участках свода.

Глава 2. ЛИНЕЙЧАТЫЕ ПОВЕРХНОСТИ КАК КОНСТРУКТИВНАЯ И ОБРАЗНО-ХУДОЖЕСТВЕННАЯ ОСНОВА В НОВАТОРСКИХ НАПРАВЛЕНИЯХ АРХИТЕКТУРЫ, ИСКУССТВА И ДИЗАЙНА XX ВЕКА

2.1. Линейчатые поверхности в архитектурном проектировании

2.1.1. Структуры линейчатых поверхностей как генератор формы в архитектуре

Еще в 1930-е годы Ф. Л. Райт видел идеальный путь развития архитектуры в достижении простоты, считая ее основой структуры здания[233]. Он говорил, что «...этот путь в принципе заключается в том, чтобы развивать *конструкцию* как архитектуру»[234]. Конструкции на основе линейчатых поверхностей можно рассматривать как реализацию этого пути, а примером развития конструкции как архитектуры – причем, задолго до того как были сказаны эти слова – является здание школы Саграда Фамилиа Гауди (подробно описанное в гл. 1). Вместе с тем, на протяжении всего исследования мы постоянно имеем в виду суждение М. М. Бахтина об эстетической форме, согласно которому это не форма материала произведения искусства, а «форма содержания произведения искусства, наличие в нем ценностно-определенной смысловой позиции по отношению к его событийно-содержательному ряду, особый ракурс видения мира»[235].

После экспериментов В. Г. Шухова и А. Гауди архитектурное проектирование с использованием линейчатых поверхностей получило развитие только в начале 1950-х годов, причем, ему предшествовали инженерные «исследования по распределению сил в тонких искривленных стенах, сводах и оболочках, заданных линейчатыми поверхностями – гиперболическим параболоидом и коноидом»[236] Б. Лафая (принадлежавшего к инженерному течению в архитектуре Франции, конструкции которого обладают «подлинным артистизмом»[237]), и Е. Аймонда (Е.

---

[233] *Райт Ф.Л.* Будущее архитектуры. Пер. с англ. – М.: Госстройиздат, 1960. С. 121.
[234] *Райт Ф.Л.* Там же. С. 123.
[235] Эстетика: Словарь/Под общ. ред. А. А. Беляева и др. – М.: Политиздат, 1989. С. 27.
[236] *Capanna A.*. Conoids and Hyperbolic Paraboloids in Le Corbusier's Philips Pavilion. Architecture and Mathematics from Antiquity to the Future - Volume II: The 1500s to the Future. P. 381. springer.com›new & forthcoming titles…3-319-00142… P. 381.
[237] Архитектура капиталистических стран XX века (под ред. Иконникова), т. 11. С. 109.

Aimond), которые можно рассматривать как следующий шаг (после Гауди и Шухова) в развитии конструкции как архитектуры. Так, E. Aimond в 1936 г. сделал набросок конструкции зонтика (рис. 2-1); конструкция не была реализована, а набросок, попавшийся Ф. Канделе, вдохновил его на создание в 1952 г. первого экспериментального зонтика[238], но – «...более грациозной формы, поскольку его пропорции были определены не только строителем и инженером, но и художником»[239], каковых сочетал в себе Ф. Кандела.

Нам не удалось выяснить, сохранились ли работы Б. Лафая, но составить представление об их характере можно на основании работы бельгийского инженера Андре Падуара[240]: навес над входом в Институт Социологии брюссельского Университета, представляющий собой комбинацию четырех гиперболических параболоидов на двух опорах[241], «имеет определенное сходство по форме и размерам с экспериментальной оболочкой, построенной Лафаем в Дре в 1933 г.»[242] – об этой конструкции Лафая как о первой в истории архитектуры говорит и Рагон[243].

К этому же времени относится покрытие над трибунами ипподрома Сарсуэла в Мадриде Э. Торрохи (1935, архитекторы К. Арничес и М. Домингес): «Консольный козырек выносом 13 м, состоящий из нескольких соединенных между собой железобетонных оболочек в виде *гиперболических параболоидов*[244] (толщиной в среднем около 10 см), как бы парит над трибунами. В нем оказались органически слитыми математически рассчитанная рациональная конструкция и современная выразительная архитектурная форма»[245]. Есть интересный факт, иллюстрирующий то, каким образом Э. Торроха добился максимальной выразительности формы: сначала он предполагал секции навеса над трибунами ипподрома сборными – из двух коноидов, однако, композиционное чутье подсказало ему

---

[238] *Garlock, M.E.M., Billington D. P.* Felix Candela: Engineer, Builder, Structural Artist. Princeton University Art Museum. 2008. P. 98.
[239] *Garlock, M.E.M., Billington D. P.* Ibid. P. 100.
[240] André Paduart (1914-1985), в 1984 г. награжден медалью Эдуарда Торрохи.
[241] толщиной 7 см и простирающийся на 12 м.
[242] *Espion B., Halleux P., Schiffmann J. I.* / Contributions of André Paduart to the art of thin concrete shell ... p. 834-835. www.ulb.ac.be/polytech/sgc/.../Espion_Paper_V4.pdf.
[243] *Рагон М.* Города будущего / Пер. с фр. Под ред. И. М. Смоляра. М.: Изд-во Мир, 1969. С. 86.
[244] По уточненным данным, секции гиперболоида- Garlock, M., Billington, D. Felix Candela: Engineer, Builder, Structural Artist. Princeton University Art Museum. 2008. p. 47.
[245] *Швидковский О., Хан-Магомедов С.* Архитектура капиталистических стран. - В кн.: Всеобщая история искусств, т. VI, книга первая. – М., 1965. С. 282-283.

иное решение – секции *гиперболоида*, хотя с конструктивной точки зрения оно не давало серьезных преимуществ и, к тому же, было сложнее в расчетах[246]. О том, насколько форма выиграла от изменения конструктивного решения, можно судить на основании рисунков Э. Торрохи (рис. 2-3).

И. А. Азизян говорит о том, что великие инженеры XX века, – в частности, П. Л. Нерви, Ф. Кандела[247], Э. Торроха – ставшие, по существу, архитекторами-новаторами, «реально творили архитектуру чистой структурой»[248] (здесь автор, говоря о структуре, имеет в виду и конструкцию – прил. 2-1), и называет ее «архитектурой конструктивных структур»[249], относя к ней, в частности, церковь Чудотворной Девы Ф. Канделы в Мехико, полностью основанной на гиперболических параболоидах.

Согласно А. Макдоналду (Эдинбургский Университет, отделение архитектуры), в работах Э. Торрохи, Ф. Канделы, в настоящее время – С. Калатравы (т.е. когда архитектор и инженер представлены в одном лице) «структура выступает как генератор формы»[250]. В этот же ряд можно поставить и отдельные работы Гауди (который также совмещал в себе иженера и архитектора) и Я. Ксенакиса.

Прямая связь конструкции и формы, в основе которых – линейчатые поверхности, позволяет, на наш взгляд, рассматривать последние как воплощение триады Витрувия «польза-прочность-красота» (связывая «пользу» с функцией, а «прочность» – с конструкцией): каждая из этих поверхностей обеспечивает выполнение определенной функции (покрытия, ограждающей конструкции, лестницы), при этом и прочность, и эстетические характеристики являются свойствами самой поверхности.

В 1950-е годы это формообразование началось с использования гиперболического параболоида в качестве перекрытия (подробнее об этом – прил. 2-2), и в скором времени приобрело такие масштабы, что М. Рагон даже высказал предположение, что «лет через десять в Европе, пожалуй, будет не меньше седловидных

---

[246] *Lane B., Winchurch M.* with co-authors. Modern Spanish Masters of Thin Shell Roof Forms / Garlock, M., Billington, D. Felix Candela: Engineer, Builder, Structural Artist. Princeton University Art Museum. 2008. P. 47.
[247] Ф. Кандела был не только инженером, он имел архитектурное образование
[248] Теория композиции как поэтика архитектуры – М.: Прогресс-Традиция, 2002. С. 288.
[249] Теория композиции как поэтика архитектуры. С. 238.
[250] *Macdonald A. J.* Structure and Architecture. Department of Architecture, University of Edinburgh. Architectural Press. Second edition 2001. P. 122.

покрытий, чем романских и готических соборов»[251]. Хотя этого и не случилось, начиная с середины XX века эту форму – и не только в качестве покрытия – использовали многие известные архитекторы: Э. Каталано, Ф. Кандела, Ле Корбюзье, Я. Ксенакис, М. Бройер, К. Танге и другие.

2.1.2. Гиперболический параболоид как прогрессивная геометрическая форма для перекрытия протяженных пространств. Эксперименты Э. Каталано.

В Америке первым (1953-55) осуществил такой проект американский архитектор аргентинского происхождения Э. Каталано (1917-2010, учился в Университете Пенсильвании и – под руководством В. Гропиуса – в аспирантуре Школы Дизайна в Гарварде), в 1951-1956 гг. был профессором архитектуры Школы Дизайна Университета штата Северная Каролина[252]. Работа Каталано в эти годы была сфокусирована на поиске прогрессивных геометрических форм для архитектурных целей, с помощью которых возможно перекрытие протяженных пространств. Он работал главным образом с гиперболическими параболоидами, продолжая дело М. Новицкого (упомянутого в прил. 2-2). Однако, в отличие от Новицкого, использовавшего вантовую систему, Каталано создавал эти формы посредством *прямолинейных элементов*.

Кульминацией исследований Э. Каталано явилось создание собственного дома “Catalano House” (1953-55), кровлей которого стал[253] одиночный гиперболический параболоид из трехслойной клееной древесины (технология, заимствованная из самолетостроения). Гиперболический параболоид толщиной немногим более двух дюймов перекрывал пространство между опорами в 90 футов (более 27 м), внутреннее функциональное пространство дома было ограждено стеклянными панелями. В 1950-е дом был отмечен как «дом десятилетия», как инженерное «ноу-хау»[254], а эстетические качества крыши признаны авангардными[255] (рис. 2-

[251] *Рагон М.* Города будущего. С. 87.
[252] В 1951 г. он сменил на посту директора погибшего в авиакатастрофе Мэтью Новицкого, изобретателя седловидного (вантового) покрытия (прил. 2-2)
[253] До настоящего времени не сохранился, разрушен в 2001.
[254] *Sprague T.* Eero Saarinen, Eduardo Catalano and the Influence of Matthew Nowicki: A Challenge to Form and Function. Nexus Network Journal. Architecture and Mathematics – Vol.12, No. 2, 2010, p. 253. bookdepository.com›Nexus-Network-Journal…

4).

Э. Каталано были разработаны различные схемы перекрытий посредством гиперболического параболоида (проект «Structures of Warped Surfaces»[256], «warped surface» – линейчатая неразвертывающаяся поверхность). Они представляют собой различные композиционные решения на модульной основе (с числом гиперболических параболоидов от 8 до 32), с разными способами опирания (на края и на углы). В этих решениях в качестве модуля выступает как одиночная структура гиперболического параболоида, так и их комбинация, образующая структурную единицу типа «зонтика» на невысокой опоре (рис. 2-5–2-8).

2.1.3. Гиперболические параболоиды Ф. Канделы. Инженерная конструкция как художественное средство

Деятельность Ф. Канделы (1910-1997) как инженера и архитектора (которого исследователи называют художником[257]) связана главным образом с гиперболическим параболоидом (прил. 2-3). Границы (края) гиперболического параболоида в конструкции могут быть прямыми или криволинейными (параболическими), – Кандела использовал оба вида (рис. 2-9, а, б). Проектное творчество Канделы можно рассматривать как развивающееся по двум направлениям: зонтичные покрытия и собственно оболочки. В проектах Канделы, относящихся к первому направлению, особый интерес представляет то, что ряд его работ основан на совершенствовании простого «зонтика» – одного из первых его изобретений.

Кандела использовал зонтик (начиная с 1953 г.) для создания протяженных покрытий торговых и складских предприятий и фабрик, представляющих собой последовательность примыкающих друг к другу зонтиков. За четыре года Кандела создал таких пространств площадью в три миллиона квадратных футов по всему Мехико (прил. 2-4). Разработанная им технология зонтичного покрытия позволяет создавать эффективные, быстро возводимые и дешевые конструкции с помощью деревянной опалубки. Однажды создав такую вспомогательную «единицу», мож-

---

[255] A New Way to Span Space. 1955. Architectural Forum 103 (November 1955): 170-177. Цит. по Tyler Sprague. p. 253.
[256] *Catalano E. F.* Structures of Warped Surfaces, 1960. http:// aqua-velvet.com/structures-of-warped-surfaces-eduardo-f-catalano-1960/
[257] *Garlock, M. E. M., Billington, D. P. Felix Candela*: Engineer, Builder, Structural Artist. Princeton University Art Museum. 2008.

но использовать ее снова и снова, т. е. минимизировать затраты плотницкого труда, обычно дорогостоящего[258] (рис. 2-9, е).

Анализ эволюции зонтичных форм Канделы показывает, что от простого зонтика в дизайне рынков и пакгаузов он перешел к складчатым гипарам в дизайне навесов, в частности, лаборатория Ледерле, где использован гипар с одной складкой. Соединенные вместе три таких складки образуют навес над эстрадой в Санта Фэ (1956 г.). Используя это решение и добавляя к опоре следующие складки до тех пор, пока они не сомкнутся, то есть пока не получится замкнутая симметричная конструкция, Кандела создал новый вид зонтика – складчатый, более динамичной формы. Соединенные в ряды складчатые зонтики образуют покрытие станции метро «Ла Канделария» в Мехико[259] (рис. 2-10).

Но наиболее яркой, по мнению авторов, исследующих творчество Канделы, является трансформация зонтика в проекте церкви Medalla Milagrosa (где Кандела – и архитектор и инженер), поскольку не сразу можно заметить, что в целом конструкция церкви происходит из формы обычного зонтика[260]. Рисунок, который приводят авторы, показывает, что каждый пролет берет начало от зонтика асимметричной формы из четырех гиперболических параболоидов (двух длинных и двух коротких). Кандела словно разворачивает, пригибает зонтик таким образом, чтобы короткая его сторона соприкасалась с поверхностью земли, затем, потянув за середину короткой стороны (место стыковки двух гипаров меньшего размера), изменяет их положение в пространстве[261], усиливает их напряженность (как бы выворачивая в другую сторону), образуя таким образом «тело» колонны, также асимметричной. Колонны, кажущиеся массивными в интерьере церкви, на самом деле представляют собой пустотелые трансформированные зонтики с устройством для дренажа (рис. 2-11).

Другое направление творчества Ф. Канделы – оболочки, созданные на основе гиперболического параболоида. Первая оболочка, спроектированная Ф. Канделой в 1951 г., – Лаборатория Космических Лучей, – составлена из двух гипербо-

---

[258] *Campbell B.* Felix Candela. Concrete Quarterly. № 42, july-september 1959. Editor: Betty Campbell. Published by the Cement and Concrete Association. London. P. 4. www.concretecentre.com/.../CQ_042_Autumn1...
[259] *Garlock, M.E.M., Billington D. P.* P. 111.
[260] *Garlock, M.E.M., Billington D. P.* P. 112.
[261] *Garlock, M.E.M., Billington D. P.* P. 116.

лических параболоидов седловидной конфигурации, соединенных последовательно (рис. 2-12). Ряд последующих работ представляют эволюцию этой формы (седла): в частности, в часовне в Куэрнаваке седловидная форма гиперболического параболоида скомбинирована со свободным (не параболическим) краем – еще одним открытием Канделы; ресторан Сошимилко образован пересечением четырех гиперболических параболоидов в форме седла.

Часовня Ломас де Куэрнавака, построенная в 1958 г., «демонстрирует продвижение Канделы от структурных экспериментов к совершенному владению формой, что проявилось в ее [часовни – О. Л.] изысканной конструкции»[262]. Хотя окончательная форма церкви с ее поразительными пропорциями – реализация его собственной концепции, Кандела отмечает, что стимул он получил от архитекторов, которые представляли форму церкви примерно такой, но с входом не параболической, а треугольной формы, и добавляет, что «...он только сделал параболоид, который был больше, чем они хотели»[263]. Уникальность этого здания в том, что единая оболочка заключает в себе и свод и стены (рис. 2-13). «Часовня показывает, каким искусным стал Кандела в использовании гиперболического параболоида, который он смог превратить в необычайно красивую и эффективную форму без чрезмерных затрат – благодаря глубокому пониманию конструкции»[264].

Как пишут Garlock и Billington, Кандела сделал проект осуществимым благодаря прямолинейным образующим гиперболического параболоида. На чертеже Канделы в трех проекциях видно, что на плане прямые расположены под углом 90 градусов друг к другу, на фронтальной и боковой проекциях они, соответственно, приобретают другое направление: они отражают именно то направление, в соответствии с которым устанавливались строительные леса для конструкции. Особенно наглядно это представлено на виде сбоку (рис. 2-14, а и в).

Здание ресторана Сошимилко (1958 г.), образованное пересечением четырех гиперболических параболоидов, «...относится к типу оболочек под названием крестовый свод»[265] (рис. 2-15). Это здание не было первым крестовым сводом Канде-

[262] *Garlock, M.E.M., Billington D. P.* P. 128.
[263] *Garlock, M.E.M., Billington D. P.* P. 128.
[264] *Garlock, M.E.M., Billington D. P.* P. 138.
[265] *Garlock, M.E.M., Billington D. P.* P. 142.

лы, до него он спроектировал несколько других, но ни одно из них не получило такого же международного внимания (прил. 2-5).

К этому же типу конструкции – крестовый свод, полученный пересечением гиперболических параболоидов, – относится здание Bacardi Rum Factory (фабрика по производству рома), а также здания, спроектированные для Океанографического парка в Валенсии. Bacardi Rum Factory первоначально (в 1960 г.) представляла собой три сблокированных вместе крестовых свода, напоминающие здание аэропорта А. Тедеско и М. Ямасаки в Сент-Луисе; в 1971 г. к существующему объему были добавлены еще три крестовых свода. Комплекс Bacardi Rum Factory интересен еще и тем, что представляет собой композицию, созданную исключительно из гиперболических параболоидов. Помимо пересекающихся гиперболических параболоидов основного здания, Кандела использовал зонтичное покрытие для формирования инфраструктуры фабрики: кафе, складов и паркингов[266]. Таким образом, комплекс Bacardi Rum Factory можно рассматривать как некую точку, в которой соединились два направления развития формы на основе гиперболического параболоида Канделы: «зонтичная» и «оболочковая» (рис. 2-16).

Подводный ресторан Океанографического Парка в Валенсии и здание, через которое осуществляется вход в этот парк – последние (1997 г.) проекты Канделы, осуществленные уже без него в начале XXI в. Конструкция подводного ресторана аналогична конструкции Сошимилко, а геометрия здания, стоящего на входе в Парк, основана на пересечении трех гиперболических параболоидов[267] (рис. 2-17).

Интересна и сама технология создания оболочек Канделы: когда установлены леса и опалубка, на них укладывается арматура в виде сетки. Чтобы влажный бетон не просочился сквозь опалубку, Кандела до накладывания бетона наносит слой жидкого цементного раствора на форму, чтобы добиться гладкой поверхности в интерьере (при этом на внутренней поверхности остаются следы деревянной опалубки, образуя живую фактуру, – «тонкое напоминание о прямолинейных об-

[266] *Garlock, M.E.M., Billington D. P.* P. 154.

[267] *Espin T. A., Montrull, M. P.* Optimality of Candela's concrete shells: a study of his posthumous design. En Journal of the International Association for Shell and Spatial Structures 2010, Nº. 51 (1). P. 69. ISSN: 1028-365X. URI : iass-structures.org›index.cfm/journal.article?aID… http://hdl.handle.net/10317/3041

разующих»[268]). Затем бетон, который рабочие приносят в ведрах, накладывается ими вручную, – обычно ячейки арматуры покрываются слоем толщиной в 4 см (при этом Кандела отмечает, что на крутых поверхностях накладывалась сухая смесь, которая увлажнялась потом из шланга[269]) (рис. 2-18).

Экспериментируя с новыми формами, Кандела, к тому же, – как В. Г. Шухов в гиперболоидных конструкциях и Гауди в здании школы при Саграда Фамилиа, – добивался снижения финансовых и материальных затрат, а также затрат труда и времени. Вся деятельность Канделы показывает, как конструкция на основе гиперболического параболоида приводит к выразительной архитектуре промышленных зданий, церквей, ресторанов, и объектов транспортной инфраструктуры (метро), а также объектов городской среды (рис. 2-19).

2.1.4. Линейчатые поверхности в образном и структурно-композиционном формообразовании Ле Корбюзье

2.1.4.1. Капелла в Роншане – «манифест иррационализма», созданный рациональными средствами

2.1.4.1.1. Линейчатые поверхности в конструкции капеллы

Марк Бурри (австралийский архитектор, работающий над завершением храма Саграда Фамилиа), говоря о несомненном влиянии Гауди на Ле Корбюзье, заметил, что реальная оценка Ле Корбюзье *линейчатых поверхностей* Гауди (которые он впервые увидел в масштабной гипсовой модели храма Саграда Фамилиа и в конструкции приходской школы во дворе храма во время посещения Барселоны в 1928 году, и сделал набросок конструкции крыши школы, рис. 2-20), – была «продемонстрирована спустя несколько десятилетий в павильоне Филипс[270], <...>, монастыре Ла Туретт и капелле Роншан»[271].

Практически ни одно из отечественных изданий, касающихся капеллы в Роншане Ле Корбюзье, не содержит сведений о том, что в ее формообразовании

---

[268] *Garlock, M.E.M., Billington D. P.* P. 138.
[269] *Garlock, M.E.M., Billington D. P.* P. 80.
[270] автор еще не был осведомлен о роли Ксенакиса в создании павильона – О. Л.
[271] *Burry M.* Modernisme, Modernism and Third Millennium Praxis. dECOi architect(e)s Exhibition Catalogue. FRAC: Orleans, France, 2001. Pp. 8-9. Интернет-ресурс: http://web.mit.edu/lira/www/qualExam/biblio/goulthorpe.pdf

задействованы линейчатые поверхности. Косвенный намек на это – в отношении свода – есть у З. Гидиона[272]; А.В. Иконников говорит также о железобетонных мембранах свода[273] (об этом подробнее – дальше), но никто из авторов не упоминает южный фасад.

Робин Эванс (1944-1993), британский архитектор и историк архитектуры, именно капеллу Роншан считает этапной[274] в творчестве Ле Корбюзье: Роншан, по его мнению, являет собой пример наиболее продвинутого современного, передового инженерного дизайна (в сравнении с довоенными работами Ле Корбюзье): «На Рю де Севр[275] *линейчатые поверхности* стали основным способом создания криволинейных поверхностей большого размера, выведя архитектурную форму за общепринятые пределы»[276]. При этом Эванс сообщает, что Ле Корбюзье по непонятным причинам долго держал факт использования линейчатых поверхностей в конструкции Роншан в секрете: построив капеллу Роншан (1950-1955), он объявил, что она основана на Модулоре (прил. 2-7), и затем бросил вызов желающим найти его там: Ле Корбюзье говорил, что в капелле Роншан он «позволил Модулору свободную игру», что на его основе создавал «совершенно свободную архитектуру»[277].

Эванс резюмирует: «Не шкала Модулора, а *линейчатые поверхности* обусловливают свободную форму Роншан. <…>Призыв Корбюзье найти Модулор невооруженным взглядом мог бы быть преобразован в призыв найти линейчатые поверхности, которые в Роншан довольно хорошо закамуфлированы»[278], – в них, собственно и состоит «секрет формы» капеллы Роншан. В действительности, Модулор, конечно, присутствует в Роншан (и Эванс указывает, в частности, что им измеряется расстояние между двумя оболочками крыши[279]; окна на южной стене

---

[272] *Гидион З.* Пространство, время, архитектура. С. 26.
[273] *Иконников А. В.* Архитектура XX века. Утопии и реальность. Издание в двух томах. Том I. М.: Прогресс – Традиция, 2001. С. 536.
[274] Р. Эванс предлагает для облегчения понимания особенности работы Ле Корбюзье (и ее результатов) обратить внимание на существование противоположных черт, характеризующих творчество Ле Корбюзье (и его самого как личность) – Прил. 2-6.
[275] Улица в Париже, на которой находилось ателье Ле Корбюзье.
[276] *Evans R.* The Projective Cast: Architecture and Its Three Geometries. The MIT Press. Cambridge, Massachusetts. London, England. P. 308.
[277] *Evans R.* Ibid. p. 273.
[278] *Evans R.* Ibid. p. 314.
[279] *Evans R.* Ibid. p. 290.

также расположены в соответствии со шкалой Модулора[280]), но не в первую очередь Модулор определяет ее форму.

А. В. Иконников отмечает, что Дж. Стерлинг назвал капеллу самым пластичным зданием из всех, когда-либо возведенных; Б. Дзеви увидел в здании образец обогащения содержания внесением в рационалистическую архитектуру органической культуры; «манифест иррационализма», созданный назвал капеллу «манифестом иррационализма»[281]. Сам же он считает, что в капелле Роншан Ле Корбюзье на первый план выступило «... содержательное истолкование живописности как антитезы рассудочному и утилитарному»[282]. В то же время, другие авторы характеризуют формы Роншан как «деконструктивные, надуманно-сложные»[283], а творчество автора периода Роншан как «...переход от подчеркнутого рационализма прямых линий и углов к какой-то "нутряной", "пещерной" криволинейности объемов и форм»[284].

Называя форму капеллы Роншан неправдоподобной, Эванс отмечает: «Невероятно, что она вообще могла быть воплощена – с ее диковинными стенами, искривленными, деформированными, наклоненными внутрь; и крышей, начинающей выгибаться в направлении одного угла снаружи и надуваться с одного края внутри»[285]. Между тем, как и неправдоподобная форма сводов портика Крипты Гауди, неправдоподобная форма капеллы Роншан Ле Корбюзье в значительной степени обусловлена использованием в ее конструкции *линейчатых поверхностей* (а ее иррациональный образ создан, в том числе, вполне рациональными элементами).

По описанию А. В. Иконникова, Ле Корбюзье «игрой форм, пространства и света <…> стремился вызвать религиозные эмоции без использования привычной церковной типологии»[286], при этом наиболее важной формой капеллы он считает кровлю, «кажущуюся темным массивом, тяжело давящим на здание. Она

---

[280] *Evans R.* Ibid. p. 292.
[281] *Иконников А. В.* Архитектура XX века. Утопии и реальность. Издание в двух томах. Том I. М.: Прогресс – Традиция, 2001. С. 536.
[282] *Иконников А. В.* Функция, форма и образ в архитектуре. С. 181.
[283] *Бартенев И. А., Батажкова В. Н.* Очерки истории архитектурных стилей: Учебное пособие. – М.: Изобраз. искусство. 1983. С. 204.
[284] *Рябушин А.В., Шукурова А.Н.* Творческие противоречия в новейшей архитектуре Запада. М.: Стройздат, 1986. С. 16.
[285] *Evans R.* Ibid. p. 278.
[286] *Иконников А. В.* Архитектура XX века. С. 534.

состоит из двух тонких железобетонных мембран, разделенных пространством 2,26 м [это число из размерного ряда Модулора – О.Л.], образующих подобие панциря краба (кроме этой метафоры, допускавшейся самим Корбюзье, можно перечислить ассоциации с монашеским капюшоном, руками, сложенными в молитве, крыльями птицы, носовой частью парохода – рис. 2-22, с). По заключению А. В. Иконникова, капеллой в Роншане Ле Корбюзье заявил «о переходе из мира абстрактной геометрии и промышленных стандартов в мир поэтических метафор»[287], тем не менее, одним из средств этого перехода явились вполне *рациональные линейчатые поверхности*.

Р. Эванс приводит слова Андре Мейсонье (архитектора и дизайнера, работавшего в мастерской Ле Корбюзье), раскрывающие основные особенности конструкции капеллы Роншан: он пишет, что ее наиболее характерными геометрическими элементами являются крыша, каркас которой составлен из двух *коноидов* (рис. 2-23), параллельных друг другу, и южная стена, образованная двумя расположенными на расстоянии друг от друга [так, что образуют толщину стены, О. Л.] *линейчатыми поверхностями,* которые начинаются от главной двери, под углом к ней и выпрямляются по мере того как проходят вдоль плана стены, становясь вертикальными в юго-восточном углу здания[288] (южная и восточная стены образуют между собой прямой угол, что хорошо видно в интерьере – рис. 2-21, г); и на модели МоМА – рис. 2-24, а). Толщина стены по мере увеличения высоты и продвижения к юго-восточному углу уменьшается, что можно видеть на рис. 2-22, а), б). При этом *линейчатая поверхность*, расположенная с внешней стороны, имеет направляющие сложной (составной) траектории (что видно на рис. 2-21, б), и на проволочной модели А. Мейсонье, рис. 2-25, в); гиперболический параболоид внутри здания отчетливо виден на рис. 2-21, г.

Крыша капеллы, по мнению Р. Эванса, «представляет особый интерес. Директриса (направляющая) в западном конце [на западной стене – О. Л.] – V-образной формы, неглубокая, с округлой площадкой»[289]. С восточной стороны директриса – это наклонная прямая линия, понижающаяся в направлении от высшей точки, на-

[287] *Иконников А. В.* Архитектура XX века. С. 534.
[288] *Evans R.* Ibid. p. 303.
[289] *Evans R.* Ibid. p. 303.

ходящейся на южной стене, – к низшей, находящейся на северной, что видно на чертежах А. Мейсонье (рис. 2-23, в, е). Таким образом, как можно видеть из чертежа и описаний Мейсонье и Эванса, «неправдоподобность» и «иррациональность» капеллы Роншан в значительной степени обусловлена применением в конструкции *линейчатых поверхностей: коноида*[290] *и гиперболического параболоида*.

2.1.4.1.2. Стиль работы Ле Корбюзье-проектировщика: идея – модель – проектные чертежи

Необычным представляется способ работы Ле Корбюзье от идеи к окончательному архитектурному решению, что отчасти можно объяснить тем, что он был не только архитектором, но и художником и скульптором (З. Гидион говорит о Ле Корбюзье как о живописце, скульпторе и поэте[291]). Эванс приводит набросок Ле Корбюзье, давший начало капелле[292] (рис. 2-25, а), и описание стиля работы над ней: «Ле Корбюзье всегда представлял Роншан как последовательность исследований, которые ведут от наброска к моделям и далее к проектным чертежам. <...> Ле Корбюзье обычно настаивал на том, что проектные чертежи должны максимально точно воспроизводить формы, найденные в первоначальных набросках»[293].

Путь от наброска к проекту Роншан Р. Эванс приводит в изложении А. Мейсонье, который пишет о непрерывном совершенствовании эскиза, продолжавшемся до тех пор, пока гипсовая модель (в соответствии с эскизом) не была закончена и показана архиепископу Безансона в ноябре 1950 г. Она была тщательно отлита в форме. Еще раньше Мейсонье отформовал руками, не прибегая к матрице, уменьшенную версию. Этот этап перехода от идеи к объекту завершился передачей от Ле Корбюзье работавшему вместе с ним над проектом Роншан скульптору (и столяру-мебельщику) Жозефу Савине (Joseph Savina) эскизов, напоминающих рисунки для скульптуры, которые тот затем перевел в трехмерные

[290] О роли такого рода свода в формировании пространства и о восприятии человеком этого пространства говорит З. Гидион (Прил. 2-8).
[291] *Гидион З.* С. 25.
[292] *Evans R.* Ibid. p. 279.
[293] *Evans R.* Ibid. p. 278.

чертежи[294]. После этого была сделана другая модель – из стальной проволоки, и покрыта бумагой. В этой проволочной модели, выполненной в масштабе 1:100 (рис. 2-25, б, в), впервые стала очевидной геометрическая строгость Роншан: она продемонстрировала, как «все основные объемы определяются криволинейными направляющими и прямолинейными образующими»[295].

Проволочная модель, считает Эванс, явилась «ключевой в эволюции Роншан, поскольку она обеспечила элементарную, но действенную связь скульптуры [вероятно, имеются в виду гипсовые модели – О. Л.], рисунка и конструкции здания. Волнообразные поверхности (представленные в эскизах), которые стали более понятны в гипсовой модели, теперь получили еще большую определенность с помощью системы проволочной арматуры, которая дала возможность проникнуть в суть связи между эскизами Роншан и ее возможной конструкцией[296].

2.1.4.1.3. Происхождение линейчатых поверхностей в творчестве Ле Корбюзье. Источники формы Роншан

В ходе исследования процесса создания капеллы Роншан Р. Эванс задается вопросом, каким образом и когда именно появилась идея использования в конструкции линейчатых поверхностей – была ли у Ле Корбюзье она изначально, или возникла в процессе работы, поскольку эскиз капеллы (представленный лишь планом) этого не отражает; и не могла ли эта идея принадлежать кому-либо из членов его команды.

Не указывая прямо на работы Гауди как источник линейчатых поверхностей в творчестве Ле Корбюзье, Эванс отмечает, что, хотя в течение десятилетий Ле Корбюзье не написал ни слова о посещении Барселоны в 1928 г. (где он сделал набросок конструкции приходской школы Гауди), в 1957 г. он опубликовал короткое эссэ «On discovering Gaudi's Architecture», из которого следовало, что Ле Корбюзье всегда восхищался «каталонским скульптурным гением»[297].

Поиски источника линейчатых поверхностей в творчестве Ле Корбюзье

---

[294] *Evans R.* Ibid. p. 302.
[295] *Evans R.* Ibid. p. 302.
[296] *Evans R.* Ibid. p. 302.
[297] *Evans R.* Ibid. p. 331.

Эванс совмещает с поиском источника формы Роншан, в особенности крыши. Он пишет, что «Корбюзье сравнивал крышу с панцирем краба, Мейсонье – с крылом самолета. Поставив рядом эти – органического и механического характера сравнения, – мы найдем еще один, общий для них, источник сходства, – коноид»[298] (сходство крыши с крылом самолета просматривается в проволочной модели капеллы – рис. 2-25, б). Причем, коноид, разработанный для крыши Роншан, представляет собой, по мнению Эванса, вариацию фигуры, изобретенной для целей архитектурного проектирования архитектором и математиком семнадцатого века Г. Гварини (описание коноида Гварини приведено в главе 1).

Эванс считает, что его версию того, что форма крыши инспирирована крылом определенного вида аэроплана довоенного времени, имеющего форму коноида Гварини, косвенно подтверждает то обстоятельство, что главный инженер мастерской Ле Корбюзье и его правая рука в первые послевоенные годы, Владимир Бодянский, был проектировщиком летательных аппаратов, прежде чем обратился к архитектуре»[299]. (Согласно отечественному источнику, биография Бодянского – инженера-путейца, авиаконструктора и архитектора способствовала тому, что в его архитектурных работах «инженерная изобретательность сочетается с простотой форм, тщательно выисканных и вместе с тем далеких от формалистических эффектов»[300]).

Учитывая тот факт, что в мастерской Ле Корбюзье работали выдающиеся личности, Эванс, кажется, готов сделать вывод: «Свободное от ограничений творчество Ле Корбюзье, которое прорывается в эскизах, было в итоге успешно претворено в линейчатые поверхности инженерами в сотрудничестве с Мейсонье»[301], что означало бы, что идея использования линейчатых поверхностей в конструкции капеллы Роншан не принадлежит Ле Корбюзье, – если бы не следующие факты, свидетельствующие, по мнению Эванса, в пользу авторства Ле Корбюзье.

В записной книжке Ле Корбюзье, относящейся к лету 1950 г., есть несколько страниц, связанных с дизайном Роншан, включающих и самые ранние набро-

---

[298] *Evans R.* Ibid. p. 305.
[299] *Evans R.* Ibid. p. 305-306.
[300] *Эрн И. В.* Архитектура Франции / Всеобщая история архитектуры в 12 т. Т. 11: Архитектура капиталистических стран XX в. / Под ред. А.В. Иконникова (отв. ред.). – М.: Издательство литературы по строительству, 1973. С. 109.
[301] *Evans R.* Ibid. p. 309.

ски, в том числе – схему, которая, как предполагает Эванс, имеет отношения к Роншан. Он прилагает эту схему и свое описание этой схемы: «Выпуклая с двух сторон форма разделена горизонтальной линией. Несколько вертикалей и диагоналей небрежно нацарапаны внутри формы. Рядом с ней – длинный горизонтально расположенный треугольник, который также разделен продольной линией»[302]. Он высказывает предположение, что это «...две проекции чего-то, очень похожего на крышу, <...>, возможно, это была первая идея Ле Корбюзье для крыши Роншан (рис. 2-26). Если это так, значит, линейчатые поверхности с самого начала были неотъемлемой частью проекта»[303], и идея принадлежит Ле Корбюзье.

В качестве возможного источника линейчатых поверхностей Ле Корбюзье Р. Эванс рассматривает и искусство, а именно – скульптуру А. Певзнера, созданную из металлических стержней методом сварки и представляющую собой композиции перетекающих друг в друга линейчатых поверхностей (рис. 2-27), – Ле Корбюзье написал несколько слов[304] для каталога его выставки, проходившей в Париже в 1947 г.): Эванс допускает возможность того, что «"прямолинейные металлические стержни" Певзнера могли стать моделью для деревянных опалубок»[305] Ле Корбюзье (рис. 2-28). Не исключено, что в действительности рассмотренные варианты происхождения линейчатых поверхностей сложились у Ле Корбюзье в интегральный источник[306].

2.1.4.2. Гиперболоид архитектора Ле Корбюзье

Р. Эванс называет гиперболоид в здании Парламента Ле Корбюзье в Чандигархе (1951-1963) хрестоматийным примером (в отличие от капеллы в Роншане) использования линейчатых поверхностей, поскольку он имеет «характерную, легко узнаваемую форму»[307]. Принципиальное значение здесь имеет структурно-композиционное решение комплекса, в компактном массиве которого Ле Корбю-

[302] *Evans R.* Ibid. p. 309.
[303] *Evans R.* Ibid. p. 309.
[304] Ле Корбюзье писал, что размышлял над формой своей так называемой акустической (связанной с ландшафтом) архитектуры: он видел ее как скульптуру, созданную на основе обшивки, в которую залит бетон.
[305] *Evans R.* Ibid. p. 310.
[306] Об использовании Ле Корбюзье линейчатых поверхностей как средства, позволяющего осуществить переход от одной геометрической фигуры к другой (капелла Сен-Пьер в Фирмини) – прил. 2-8-1.
[307] *Evans R.* Ibid. p. 314.

зье достиг «наибольшей напряженности и контрастности внутреннего пространства»[308].

Здесь необходимо уточнить версию А. Д. Ярмоленко, согласно которой «Дворец Ассамблей <...> увенчан гиперболоидом вращения <...> с косо срезанным верхом...»[309], – Ле Корбюзье применил гораздо более интересное решение: гиперболоид включен в структуру здания и существует внутри него как самостоятельный объект (зал заседаний Парламента), своей верхней частью он проходит сквозь плоскую кровлю, прорезая ее и поднимаясь на 37 метров[310] (рис. 2-29, б).

Над проектом гиперболоидной башни Ассамблеи (1951-1959) – ее геометрией и акустикой – работал сотрудник Ле Корбюзье, Яннис Ксенакис, он же занимался разработкой оборудования для климат-контроля внутри нее[311], что позволило создать благоприятные условия для работы (защищающие от жары). В этом проекте используется свойство гиперболоида – обусловленное его конструкцией – собирать и рассеивать свет (как и в своде Саграда Фамилиа А. Гауди). В зале Ассамблеи эта функция осуществляется еще и с помощью покрытия, установленного в срезанной под углом верхней части гиперболоида (рис. 2-29, в, г), которое «регулирует поступление солнечного света в интерьер, захватывая зимнее солнце, отражая летнее и отбрасывая в глубь помещений солнечный луч в дни равноденствия»[312]. Посредством структуры гиперболоида создано изолированное[313] внутреннее рабочее пространство, однако, при всей его выразительности, А. В. Иконников считает сомнительным декорирование внутренней поверхности гиперболоида «"созвездиями" криволинейных ярко окрашенных фигур из акустических материалов»; по его мнению, «регулируя звук, эта декорация в манере Ханса Арпа вряд ли способствует созданию психологической атмосферы, благо-

---

[308] *Иконников А. В*. Архитектура XX века. Утопии и реальность. Издание в двух томах. Том I. М.: Прогресс – Традиция, 2001. С. 543.

[309] *Ярмоленко А. Д.* Бразилиа и Чандигарх: архитектурные портреты двух столиц (к 100-летию О. Нимейера и 120-летию со дня рождения Ле Корбюзье). «Общество. Среда. Развитие» («Terra Humana») № 3 / 2008 С. 135. CyberLeninka.ru

[310] *Иконников А. В*. Архитектура XX века. Том I. С. 544.

[311] *Xenakis I., Kanach Sh.* Music and Architecture: architectural projects, texts and realization. Compilation, Translation and Commentary by Sharon Kanach. Pendragon Press.Hillsdale, New York. 2008. P. 22.

[312] *Иконников А. В.* Архитектура XX века. Том I. С. 543.

[313] Связанное с внутренним пространством здания Парламента «каналами» оконных проемов.

приятствующей серьезным дебатам»[314] (рис. 2-29, е).

Существует ряд трактовок того, чем инспирирована форма зала Ассамблеи (прил. 2-9). Нам представляется наиболее убедительным объяснение С. Стеркена, бельгийского архитектора и историка архитектуры, который в своей диссертации о Я. Ксенакисе пишет, что идея формы гиперболоида для зала Ассамблеи пришла Ле Корбюзье во время полета над атомной электростанцией – он решил, что именно эта форма олицетворяет торжество прогресса и технологии – эти две главные темы философии Дж. Неру[315] (который пригласил Ле Корбюзье для строительства комплекса в Чандигархе).

2.1.5. Линейчатые поверхности как формообразующее средство в архитектуре и музыке Янниса Ксенакиса

2.1.5.1. Ксенакис – инженер, архитектор, музыкант. «Линейчатые поверхности звука» в партитуре «Метастазиса»

Яннис Ксенакис (1922-2001) получил мировое признание как одна из наиболее значительных фигур в музыке авангарда XX столетия. М. Кундера, крупнейший прозаик современности, пишет о его музыке: «...эти образы объективных, но не существующих звуковых миров говорили мне о бытии, освобожденном от человеческой субъективности, агрессивной и неудобной; они говорили мне о нежной бесчеловечной красоте мира до или после того, как по нему прошли люди»[316].

Я. Ксенакис учился в Афинском Национальном политехническом университете, в 1947 г. получил диплом инженера-строителя, впоследствии стал архитектором. Во время второй мировой войны он был участником Сопротивления в Греции. Приехал в Париж в 1947 г., и с этого времени работал в ателье Ле Корбюзье, где первоначально занимался расчетом конструкций (в частности, для «Жилой единицы» в Марселе); с 1951 г. был инженером-консультантом на проекте Ле Корбюзье для Чандигарха.

Но истинным призванием Ксенакиса была музыка. Работая у Ле Корбюзье, в

---

[314] *Иконников А. В.* Архитектура XX века. С. 544.
[315] *Sterken S. G.* Iannis Xenakis, Architect (Ph.D. diss., Universitede Gand, 1998). Цит. по Sharon Kanach. Iannis Xenakis. Music and Architecture. Pendragon Press.Hillsdale, New York. 2008. p. 22.
[316] *Кундера М.* Нарушенные завещания: Эссе / Пер. с фр. М. Таймановой. – СПб.: Азбука-классика, 2004. С. 75.

начале 1950-х Ксенакис знакомится с композитором Оливье Мессианом (1908-1992, его музыка строится по новым, неклассическим принципам), который оказал на него огромное влияние. Во время их первой встречи он сказал Ксенакису: «Вам выпало счастье быть греком, архитектором, к тому же Вы изучали математику. Воспользуйтесь этими преимуществами. Примените их в своей музыке»[317].

Существенное влияние на Ксенакиса оказал и Ле Корбюзье, благодаря контакту с которым он понял, что проблемы архитектуры – как Корбюзье формулировал их, – те же, с какими он сталкивался в музыке[318]. Так, в своей первой грандиозной композиции «Метастазис» (посвященной памяти о войне), сочинении 1954 года, Ксенакис использовал Модулор[319] Ле Корбюзье, с его помощью он разработал свой собственный музыкальный ряд Фибоначчи (который связывал длительность звучания с высотой звука), создав таким образом «тесную структурную связь между временем и звуком»[320].

Кроме того, в музыке Ксенакис применил радикальный способ усовершенствования записи партитур длительных глиссандо (непрерывное скольжение смычка по струнам между двумя нотами в направлении понижения или повышения тона), широко используемых им в «Метастазисе». Чтобы скоординировать пятьдесят две партии струнных, написанных для оркестра, Ксенакис прибег к необычному способу построения нотной записи: он рисовал график, где горизонтальная ось представляла время, вертикальная – высоту звука. Нарастающая или понижающаяся высота звука каждого инструмента обозначались на графике прямыми линиями (восходящими и нисходящими). Все вместе, на одном листе, они давали картину общего оркестрового звука, гораздо более понятную, чем в традиционной музыкальной записи. В заключительных тактах «Метастазиса» (с 309 по 314) массивы пересекающихся прямых линий, производящие вздымающиеся криволинейные профили (они выглядят как проекции гиперболического параболоида), обозначают «глиссандо», которые сам Ксенакис определил, по свидетельству Р.

[317] *Matossian N.* Xenakis. Mouflon publications. 2005. P. 59.
[318] *Matossian N.* Xenakis. Mouflon publications. 2005. P. 64.
[319] Об использовании Я. Ксенакисом Модулора в архитектурных проектах Ле Корбюзье – прил. 2-10.
[320] *Xenakis I., Kanach Sh.* Ibid. P. 46.

Эванса, как «линейчатые поверхности звука»[321] (рис. 2-30).

2.1.5.2. Линейчатые поверхности как структурное и пластическое средство в архитектуре павильона «Филипс»

2.1.5.2.1. Павильон «Филипс» – «тотальное» произведение искусства

Особый интерес с точки зрения концепции и формы представляет павильон фирмы «Филипс» (занимающейся электроникой, и специализирующейся буквально на всем: от звуковой продукции до флуоресцентного освещения и рентгеновских технологий) на Международной ярмарке в Брюсселе 1958 г. – конструкция его базируется исключительно на линейчатых поверхностях. На мысль поручить дизайн павильона Ле Корбюзье художественного директора фирмы, Луиса Калффа, натолкнула именно капелла Роншан[322]. Ле Корбюзье на поступившее ему предложение ответил, что создаст «...не павильон, но «Электронную Поэму» и сосуд, вмещающий эту поэму: свет, цветовые образы, ритмы и звуки, соединенные в органическом синтезе»[323].

Павильон компании «Филипс» был больше, чем просто выставочный павильон – это был грандиозный проект, демонстрирующий технологическую мощь компании посредством соединения света, звука, и цвета. «Филипс», вместо того, чтобы организовать традиционную экспозицию, предпочел привлечь различные виды современного искусства, способные задействовать весь огромный массив его технологий в интегральном шоу: Ле Корбюзье был выдан карт-бланш на разработку «пространственно-цвето-свето-музыкального продукта»[324]. В итоге павильон представлял собой «сияющую тугую серебристую остроконечную оболочку»[325], в его футуристическом пространстве происходило мультимедийное шоу под названием «Poème électronique», которое Марк Трейб (Marc Treib), исто-

[321] *Evans R.* Ibid. p. 298.
[322] *Cohen J.-L*. Le Korbusier. The Lyricism of Architecture in the Machine Age. TASCHEN. P. 85.
[323] *Xenakis I., Kanach Sh*. Ibid. P. 111.
[324] *Zephir A.* Le Corbusier : Philips Pavilion, Brussels, 1958. Электронный ресурс: digital.lib.umd.edu/worldsfairs/record?pid=umd:1011.
[325] *Evans R.* Ibid. p. 298.

рик и критик архитектуры, назвал «первым опытом электронно-пространственной среды, соединившим в одно целое архитектуру, кино, свет и музыку»[326].

У проекта под руководством Ле Корбюзье было три главных составляющих: концептуальная, музыкальная и архитектурная. Общая идея принадлежала Ле Корбюзье: павильон должен был служить зрительным залом, в котором пятьсот сидящих посетителей могли видеть проецирующиеся на стены образы, иллюстрировавшие представление Ле Корбюзье о развитии человечества («Начало», «Материя и дух», «Из тьмы к свету», «Бог, сотворенный человеком», «Гармония»[327] и другие) под звуки музыкальной композиции Эдгара Вареза[328], новатора в области электронной музыки и использования неинструментальных звуков (он объединил в общую композицию конкретную[329] и вокальную музыку, добавив к ним различные, в том числе машинные, шумы). Эта презентация должна была, по замыслу Корбюзье, проиллюстрировать «гул мчащейся во весь опор цивилизации в стремлении покорить время»[330].

2.1.5.2.2. Павильон Филипс – экспериментальная конструкция, базирующаяся исключительно на гиперболических параболоидах

Первоначальная идея проекта павильона исходила от Ле Корбюзье – сделанные им наброски павильона показывают объект в форме «желудка» (рис. 2-31, а). Сконцентрировавшись на концепции мультимедийного шоу, Ле Корбюзье поручил создание архитектурного проекта Я. Ксенакису, при этом, в соответствии с требованиями Ле Корбюзье, очертания пола в форме «желудка» должны были быть сохранены, павильон должен был иметь искривленные дорожки на входе и выходе, а стены, предназначенные для проецирования образов и волн света и цвета, должны были быть поверхностями неправильной формы.

Ксенакис, решив использовать в дизайне павильона линейчатые поверхности, в течение нескольких недель в октябре 1956 г. работал над переводом плана Ле

---

[326] *Zephir A.* Ibid.
[327] *Mondloch K.* A Symphony of Sensations in the Spectator: Le Corbusier's Poème électronique and the Historicization of New Media Arts. LEONARDO, Vol. 37, No. 1, 2004. p. 59.
[328] *Xenakis I.* Music and Architecture: architectural projects, texts and realization. Compilation, Translation and Commentary by Sharon Kanach. Pendragon Press.Hillsdale, New York. 2008. p. 93.
[329] Музыка, создаваемая путем записи природных звуков, подвергнутых различным акустическим преобразованиям.
[330] *Cohen J.-L.* Ibid. p. 85.

Корбюзье в трехмерное изображение (рис. 2-31). В итоге он представил проект модели, основанной исключительно на гиперболических параболоидах, которая в корне отличалась от первоначальной идеи Ле Корбюзье, базирующейся на формах «желудка». Ксенакис писал, что Ле Корбюзье, увидев его чертеж для павильона Филипс, «... был настолько впечатлен, что постарался сразу показать, что эта идея Ксенакиса совпадает с его, Ле Корбюзье, скульптурными идеями»[331]. Получив одобрение Ле Корбюзье, Ксенакис «построил» модель из рояльной проволоки и струн, которые изображали линейчатые поверхности[332] (рис. 2-31, д).

Конструкция павильона была абсолютно новой для того времени: никогда прежде инженерам не приходилось иметь дело с экспериментальной конструкцией, «базирующейся исключительно на самонесущих гиперболических параболоидах. В самом деле, павильон Филипс не требовал никаких поддерживающих конструкций ни внутри, ни снаружи здания»[333]. Линейчатые поверхности, разработанные для павильона, представляли необычайно сложную комбинацию, поэтому к проекту были привлечены специалисты, которые сделали расчеты и протестировали масштабную модель, продемонстрировавшую, что павильон может быть построен из предварительно напряженной бетонной оболочки толщиной 5 см»[334].

Помимо архитектуры, в павильоне Филипс Ксенакис вместе с командой Филипс занимался и организацией оборудования для световых инсталляций; кроме того, им была написана двухминутная интерлюдия, предваряющая мультимедийное шоу Ле Корбюзье с музыкой Эдгара Вареза, – в этом проекте он приобрел бесценный опыт, послуживший базисом для серии его свето-звуковых спектаклей, которые он задумал и реализовал позднее.

Павильон имел огромный успех, однако, к своему удивлению, Ксенакис не обнаружил своего имени среди его авторов. Обратившись за разъяснениями к Ле Корбюзье, он получил ответ, суть которого сводится к тому, что, поскольку Ле Корбюзье руководит мастерской в течение сорока лет, каждая идея, рождающаяся

---

[331] *Matossian N.* Ibid. P. 125.
[332] *Matossian N.* Ibid. P. 125.
[333] *Xenakis I., Kanach Sh.* Ibid. P. 95.
[334] *Evans R.* Ibid. p. 298.

в ней – это его идея, и павильон Филипс – не исключение[335]. Отказ Корбюзье признать его автором павильона оскорбил Ксенакиса – это послужило причиной их разрыва. Ксенакис писал, что он был шокирован поведением Ле Корбюзье, которого он любил и которым восхищался[336].

В итоге Ксенакису удалось все же доказать, что дизайн павильона Филипс принадлежит ему, и Ле Корбюзье пришлось публично признать авторство Ксенакиса; он предложил ему вернуться в студию и стать главным архитектором, но Ксенакис отказался[337].

2.1.5.3. Линейчатые поверхности как средство достижения непрерывности в музыке и архитектуре Я. Ксенакиса

Многие исследователи творчества Ксенакиса обоснованно указывают на визуальное сходство графической записи глиссандо «Метастазиса» и архитектуры павильона Филипс (рис. 2-32) . Так, Ж.-Л. Коэн в описании струнной модели павильона, сделанной Ксенакисом, отмечает, что ее «поверхности приобрели структуру гиперболических параболоидов, которые напоминали его партитуру для "Метастазиса"»[338]. Н. Матосян[339], пишет, что графическая репрезентация глиссандо в «Метастазисе» Ксенакиса «демонстрирует, что архитектура павильона Филипс зародилась в его музыкальной композиции и продолжилась в монреальском павильоне»[340]. Сам Ксенакис писал, что в павильоне Филипс, как и в музыке, его интересовал вопрос, «возможно ли достичь непрерывности (continuity) между двумя точками. В «Метастазисе» эта проблема привела к глиссандо, а в павильоне она была решена в формах гиперболического параболоида»[341].

С. Стеркен так интерпретирует возникновение этой формы записи глиссандо. Ксенакис был увлечен идеей непрерывности (в смысле непрерывной, почти незаметной трансформации между двумя состояниями звука, например: громкий-тихий, высокий-низкий), его интересовало то, каким образом может быть достиг-

---

[335] *Xenakis I., Kanach Sh*. Ibid. P. 101.
[336] *Xenakis I., Kanach Sh*. Ibid. P. 101.
[337] *Xenakis I., Kanach Sh.* Ibid. P. 52.
[338] *Cohen J.-L.* Le Corbusier. The Lyricism of Architecture in the Machine Age. TASCHEN. P. 85.
[339] Британский писатель (литератор, пишущий об искусстве), музыкант и театральный деятель.
[340] *Matossian N.* Ibid. P. 127.
[341] *Xenakis I., Kanach Sh*. Ibid. P. 99.

нут плавный переход между двумя группами нот. Ответ на этот вопрос, возможно, был подготовлен его каждодневной работой инженера, связанной с черчением на миллиметровой бумаге. Для Ксенакиса аналогия между прямоугольной системой координат и музыкальной системой записи была слишком очевидной, чтобы ее не заметить, и этот ответ получил в итоге выражение в форме «линейчатых поверхностей» глиссандо[342]. Непрерывность же павильона Филипс состояла в том, что его стены и потолок «плавно переходили друг в друга, создавая текучее пространство интерьера, которое представлялось бесконечным»[343].

Признавая влияние на него Ле Корбюзье в части использования Модулора, Ксенакис отрицал его в отношении использования линейчатых поверхностей для записи «глиссандо» и объясняет их привлечение в музыку просто озарением[344]. Однако, это «озарение» могло быть связано с уже имевшимися тогда у Ксенакиса представлениями о свойствах линейчатых поверхностей, полученными от Б. Лафая (которому принадлежат пионерные исследования структурных свойств оболочек в форме коноидов и гиперболических параболоидов в 1930-х[345]) во время их совместной работы[346] (в АТБАТ – прил. 2-32).

С. Стеркен видит в гиперболическом параболоиде фигуру, посредством которой можно продемонстрировать идею «пространства-времени», поскольку его образование можно представить как плавное развитие из двумерной формы в трехмерную, то есть разворачивание во времени (он рассматривает гиперболический параболоид как своего рода знак «парадигмы, популярной в 1950-е годы как альтернатива сухой формальной эстетике интернационального стиля и как способ ввести идею пространства-времени <...> в визуальные искусства и архитектуру»)[347]. Исходя из этого, он считает «глиссандо» «Метастазиса» буквальной интерпретацией этой идеи: плоская графическая форма развивается в «звуковой объем»[348] (рис. 2-32).

---

[342] *Sterken S.* Music as an Art of Space. P. 39. lirias.kuleuven.be
[343] *Sterken S.* Music as an Art of Space: Interactions between Music and Architecture in the Work of Iannis Xenakis / Resonance. Essays on the Intersection of Music and Architecture. Culcidae Architectural Press, 2007. P 42. lirias.kuleuven.be
[344] *Matossian N.* Ibid. P. 68.
[345] *Evans R.* Ibid. p. 301.
[346] *Matossian N.* Ibid. P. 126.
[347] *Sterken S.* Music as an Art of Space. p. 40.
[348] *Sterken S.* Music as an Art of Space. p. 41.

В такой трактовке создания объемов звука можно увидеть «фигуру речи», однако, в материалах выставки «Iannis Xenakis: Composer, Architect, Visionary», состоявшейся в 2010 г. в выставочном Центре рисунка в Нью-Йоркском Сохо, приводится описание первого исполнения «Метастазиса» в Донауэшингене (Германия) в 1955 г., во время которого «...струнами оркестра создавалось "звуковое облако", столь ошеломляющее, что казалось почти осязаемым»[349].

2.1.5.4. Линейчатые поверхности как основа создания виртуальных пространств свето-музыкальных представлений

Неудовлетворенный фигуративным характером образов Электронной поэмы Ле Корбюзье (рис. 2-33), Ксенакис задумал в будущем создать тотально электронное художественное представление, в котором свет должен был стать «материалом скульптуры»[350]. Кроме того, он рассматривал возможность создания особого, акустического пространства. Эти идеи Я. Ксенакис воплотил в течение 1960-х и 1970-х годов в серии инсталляций, включающих звук, цвет, свет и архитектуру под названием «Политоп». Слово «политоп» – греческое, в этом контексте оно переводится буквально как «предназначенный для нескольких мест». Каждый Политоп назывался по имени места, в котором устанавливался, причем, «название этих спектаклей уже указывало на то, что мы имеем дело не просто с мультимедийной работой <...>, но с искусством, в которое интегрировано "пространство"»[351].

В одном из Политопов (во французском павильоне на Всемирной ярмарке в Монреале 1967 г.) Ксенакис использовал – как материальную основу для своего свето-звукового спектакля – линейчатые поверхности (рис. 2-34, 2-35).

Павильон представлял собой выставочное пространство в шесть этажей с открытой лестницей в центре. В этом просторном лестничном колодце Ксенакис установил прямые стальные кабели (в количестве более чем 200, длиной от 20 до 31 м). Кабели образовали сети – от пола до потолка – из перетекающих друг в друга

---

[349] *Walsh B.* The Mathematical Mind of Iannis Xenakis. Электронный ресурс: artinamericamagazine.com›news…news/iannis-xenakis/

[350] *Sterken S.* The architectural itinerary Iannis Xenakis. Электронный ресурс. www.iannis-xenakis.org/xen/archi/real.html

[351] *Sterken S.* Towards a Space-Time Art: Iannis Xenakis's Polytopes. Perspectives of New Music, Vol. 39, No. 2 (Summer, 2001), p. 262. http://www.jstor.org/stable/833570

«пяти гиперболических объемов»[352]. Эти сети представляли собой своего рода «транспарентную архитектуру, артикулирующую огромное пустое пространство и служащую для размещения световых точек»[353] (1200 лампочек, из них 800 белых и 400 цветных – желтых, зеленых, красных и синих).

Каждый час в течение шести минут зрители могли наблюдать создаваемые светом вспыхивающих – со скоростью 25 раз в секунду – лампочек виртуальные объемы, в то время как музыка Ксенакиса заполняла внутреннее пространство павильона[354]. «В этом произведении искусства Ксенакис создал первую действительно интерактивную среду, в которой каждый зритель мог принимать участие <...>, выбирая или изменяя ракурс в течение спектакля»[355], поскольку конструкция павильона позволяла обозревать эту «виртуальную архитектуру» с любого уровня.

Хотя Ксенакис был, в первую очередь, композитором, этот спектакль был именно «световым», причем, музыка и свет в нем не имели прямой связи между собой. Ксенакис писал: «Я хотел создать контраст. Свет в моем спектакле создает множество точек, которые вспыхивают и гаснут. Музыка создает непрерывность благодаря глиссандо. Звук изменяется, но не исчезает совсем[356]. Это «столкновение двух разных видов музыки: одну нужно видеть, другую – слышать»[357].

Ксенакис еще не раз обращался к найденному им для павильона Филипс решению, связанному с использованием гиперболических параболоидов[358]. В 1977 г. ему было предложено создать свето-звуковой проект, предназначенный для церемонии открытия Центра Помпиду в Париже. Результатом стал Диатоп – «передвижная палатка»[359], – «действительно четырехмерная композиция, соединяющая архитектуру, музыку, тексты и свет»[360].

Как и у Ле Корбюзье в павильоне Филипс, задачей Ксенакиса здесь было создание изолированного затемненного внутреннего пространства. Оболочка Диатопа образована тремя гиперболическими параболоидами; сверху она покрыта

---

[352] *Xenakis I., Kanach Sh.* Ibid. P. 315.
[353] *Xenakis I., Kanach Sh.* P. 213.
[354] *Sterken S.* Towards a Space-Time Art. P. 268.
[355] *Xenakis I., Kanach Sh.* Ibid. P. 205.
[356] *Xenakis I., Kanach Sh.* Ibid. P. 214.
[357] *Xenakis I., Kanach Sh.* Ibid. P. 206.
[358] О нереализованном проекте Музыкограда в парке Ла Вилетт (Париж) – прил. 2-11.
[359] Некоторые дополнительные сведения о Диатопе – прил. 2-11-1.
[360] *Xenakis I., Kanach Sh.* Ibid. P. 247.

красным полупрозрачным винилом (рис. 2-36), но, в отличие от павильона Филипс, Диатоп открыт энергетическим волнам, циркулирующим в окружающей среде, сообщается с ней, поскольку покрытие его – проницаемо. Таким образом, он соединяет в себе и реальный, и виртуальный мир, отсюда и название: Диатоп[361]. Внутри оболочки, на расстоянии пятидесяти сантиметров от нее – сеть из стальных кабелей, форма которой соответствует внешней оболочке (также гиперболические параболоиды), поддерживающая все оптическое и электрическое оборудование[362] (рис. 2-36, е). Пол Диатопа сделан из стеклянной плитки, что усиливает впечатление нематериальности. Аудитория кажется подвешенной в интерьере павильона [363]. Лампочки, закрепленные на сети из гиперболических параболоидов, включенные все вместе, сами создавали поверхности аналогичной структуры (виртуальные). Световой спектакль был организован таким образом, что каждую 1/25 секунды световые паттерны в форме спиралей и других сложных конфигураций сменяли друг друга; было задействовано и лазерное оборудование. Спектакль длился около сорока шести минут[364].

С. Стеркен считает, что в Диатопе Ксенакис, используя гиперболические параболоиды, ставил себе задачу создания не просто замкнутого пространства, но – места как активной, динамичной зоны в пространстве; здесь он явил себя «предтечей совершенно новой концепции формы, которая сегодня обнаруживается в теориях "текучей" архитектуры киберпространства»[365].

Б. Уолш, арт-критик, в статье, посвященной уже упомянутой выставке 2010 г. в Нью-Йорке «Iannis Xenakis: Composer, Architect, Visionary» (на которой была представлена коллекция из более чем 60-ти набросков, архитектурных рисунков и графиков), анализируя связь этих графических работ с их реализацией, отметил, что Ксенакис «превращал плоскую поверхность бумаги в трехмерные музыкальные, архитектурные и оптические демонстрации своего многогранного гения»[366].

Б. Симпсон, куратор Музея современного искусства в Лос-Анджелесе, где

---

[361] *Sterken S.* The architectural itinerary Iannis Xenakis. Электронный ресурс: www.iannis-xenakis.org/xen/archi/real.html
[362] *Xenakis I., Kanach Sh.* Ibid. P. 249.
[363] *Sterken S.* Towards a Space-Time Art: Iannis Xenakis's Polytopes. p.269.
[364] *Xenakis I., Kanach Sh.* Ibid. P. 250.
[365] *Sterken S.* The architectural itinerary Iannis Xenakis. Ibid.
[366] *Walsh B.* The Mathematical Mind of Iannis Xenakis.

также была представлена эта выставка, сказал, что открытия Ксенакиса в области формы имеют междисциплинарный характер и до сих пор сохраняют новизну[367].

2.2. Линейчатые поверхности как пластическое средство в искусстве

2.2.1. Понятие «линейчатые поверхности» в скульптуре в зарубежном искусствоведении

В отечественной искусствоведческой литературе понятие «линейчатые поверхности» в отношении скульптуры не используется, тем не менее, оно не является новым для искусствоведения зарубежного. Вероятно, первое упоминание о линейчатых поверхностях применительно к скульптуре относится к шестидесятым годам прошлого века – знаменитый американский историк искусства Дж. Р. Коллинз для объяснения сути линейчатых поверхностей в ряде архитектурных объектов Гауди прибегал к конструкциям Габо и Певзнера. Коллинз писал, что Гауди «...особенно интересовался структурными свойствами того, что называется "*линейчатыми поверхностями*",<...>, такими как *гиперболические параболоиды*, которые, возможно, лучше всего знакомы нам по скульптурам Габо и Певзнера 30-х годов»[368]. Таким образом, возможно, именно Коллинз первым указал на общность формообразования в архитектуре и скульптуре, обусловленную использованием в них линейчатых поверхностей; позднее, в 1965 г.[369], З. Гидион, характеризуя новую форму свода (оболочки – гиперболические параболоиды) – хотя и не употребляя термин «линейчатые поверхности», – пояснил, что в архитектуре она создается «с помощью прямых линейных элементов точно так же, как Антуан Певзнер создает из тонких прямых, спаянных между собою металлических стержней свои привлекательные пространственные пластические формы»[370]. О «*линейчатых поверхностях* линеарных конструкций Габо 1940-х годов» говорит американский историк искусства и писатель Ж. Бернем[371] (1968 г.).

Помимо Н. Габо и А. Певзнера, рождение этого способа формообразования

---

[367] sites.moca.org
[368] *Collins, G.R.* Antonio Gaudi. Braziller, New York, 1960. p. 22-23.
[369] Год выхода оригинала книги «Пространство, время, архитектура».
[370] *Гидион З.* Пространство, время, архитектура. Сокр. пер. с нем. Изд. 2-е, испр. М., Стройиздат, 1976. С. 26-27.
[371] *Burnham J.* Beyond modern sculpture. The effects of science and technology on the sculpture of this century. George Braziller. New York. 1968. p. 141.

в скульптуре, в котором составным (или основным – как у А. Певзнера) элементом являются линейчатые поверхности, связано с именами Генри Мура и Барбары Хэпворт. Характеристика творчества этих художников в отечественном искусствоведении советского периода (иногда негативная, хотя и отмечающая формальное мастерство) отражена в работах В. И. Тасалова[372], С.С. Валериус[373], А. Стойкова[374], А.В. Иконникова[375] и постсоветского – в исследованиях С. О. Хан-Магомедова[376], С. А. Четвериковой[377], А. О. Котломанова[378], Н.З. Сидлиной[379], В. Крючковой[380], А. В. Толстого[381] (не содержащих, в отличие от первых, отрицательной коннотации); и поскольку творчество этих художников рассматривается в ином проблемном поле (не связанном с линейчатыми поверхностями), его оценка вынесена в приложения 2-12 и 2-13.

Понятие «линейчатые поверхности» в отношении скульптуры хотя и встречается в зарубежном искусствоведении, тем не менее, не является общеупотребительным – его нет, например, в работах Г. Рида[382] и А. М. Хаммачера[383]. Не фигурирует оно и в посвященном жизни и творчеству Габо фундаментальном труде М. Хаммера (специальность – история и философия искусства) и К. Лоддер (специалист по русскому искусству)[384], в котором авторы касаются и творчества А. Певзнера, Г. Мура и Б. Хепворт (так или иначе связанных с Габо). Сам Габо, как следует из вышеупомянутого труда, также не использовал этого термина, он говорил о «*линейных поверхностях*»[385] в своей скульптуре.

---

[372] *Тасалов В. И.* Прометей или Орфей. Искусство технического века. М.: Изд-во «Искусство»,1967.
[373] *Валериус С.С.* Прогрессивная скульптура XX века. Проблемы и тенденции. М.: Изобразительное искусство, 1973.
[374] *Стойков А*. Критика абстрактного искусства и его теорий. – М: Искусство, 1964.
[375] *Иконников А.В*. Искусство, среда, время. (Эстетическая организация городской среды). М.: Советский художник, 1984.
[376] *Хан-Магомедов С. О.* Архитектура советского авангарда: В 2 кн.: Кн. 1: Проблемы формообразования. Мастера и течения. М.: Стройиздат, 1996.
[377] *Четверикова С. А.* «Русский период творчества Натана Певзнера». Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата искусствоведения: 17.00.04. Москва, 2011.
[378] *Котломанов А. О*. «Скульптура Великобритании 1945–2000 гг. Проблемы теории и практики пластических концепций». Автореферат ... канд. искусствоведения: 17.00.04. СПб., 2008.
[379] *Сидлина Н.З.* Наум Габо. М.: «С.Э. Гордеев», 2011.
[380] *Крючкова В*. Европейское искусство: Живопись. Скульптура. Графика: Энциклопедия. – М.: Белый город. Редактор Л. П. Анурова.
[381] *Толстой А*. Европа и Америка: от реализма до авангарда/Отечество мое – в моей душе. Москва, 2013. С. 18-129.
[382] *Read H*. Modern sculpture. A concise history. Thames & Hudson. World of art. 1964. 310 p.
[383] *Hammacher A. M*. Barbara Hepworth. Thames & Hudson. World of art. Revised edition 1987. 216p.
[384] *Hammer M., Lodder C.* Constructing modernity: the art and career of Naum Gabo. Yale University Press. New Haven & London. 2000. 528 p.
[385] *Hammer M., Lodder C.* Constructing modernity: p. 393.

В настоящее время общность формообразования на основе линейчатых поверхностей в архитектуре и искусстве становится очевидной для многих исследователей, но в большей степени – не в области искусствоведения: так, Р. Мотро, инженер, руководитель исследовательской группы «Легкие конструкции для архитектуры» университета Монпелье (Франция) пишет, что А. Певзнер, следуя тому же «геометрическому принципу», что и В. Г. Шухов в своих гиперболоидных башнях, «создал много скульптур, основанных на линейчатых поверхностях»[386] (он иллюстрирует свою статью фотографиями радиобашни Шухова и скульптуры «Developable surface» 1938 г. Певзнера).

С. Стеркен рассматривает формообразование на основе *гиперболического параболоида* в 1950-е годы как способ ввести идею пространства-времени в *визуальные искусства и архитектуру*[387] (то есть ему представляется очевидным единство способа формообразования в искусстве и архитектуре). Очевидно это и для Р. Эванса, который, как уже было сказано выше, допускает, что Ле Корбюзье мог увидеть в работах Певзнера модель опалубки для Роншан; а также и для L. B. Bielza, испанского архитектора, который в своем исследовании, посвященном особенностям творческого поиска Ле Корбюзье, пишет (ссылаясь на ту же статью Ле Корбюзье к выставке Певзнера 1947 г., что и ранее Эванс), что он «был хорошо осведомлен об использовании *линейчатых поверхностей*, на которых основана скульптура А. Певзнера»[388].

Н. Матосян, британский писатель, музыкант и театральный деятель, автор исследования о Я. Ксенакисе, видит сходство «гиперболических объемов»[389] политопа «Монреаль» Ксенакиса с конструкциями Габо[390].

Что касается *искусствоведения* – удалось найти одно упоминание о том, что в формообразовании скульптуры Певзнера использованы *линейчатые поверхности* – в каталоге его работ, представленных на выставке в Центре Помпиду в 2001 г.[391].

---

[386] *René M.* Art and structural engineering-Art of structural engineering. SEWC 2011. Proceedings, 2011, Côme, Italy. 8 p. <hal-00857251>. https://hal.inria.fr/
[387] *Sterken S.* Music as an Art of Space. p. 40.
[388] *Bielza L. B.* Ibid. P. 152.
[389] *Xenakis I., Kanach Sh.* Ibid. P. 315.
[390] *Matossian N.* Ibid. P. 262.
[391] *Lemny D.* Catalogue des oeuvres. Sculpture – Peintures – Dessins / Antoine Pevsner dans les collection du Centre George Pompidou, 2001. P. 58.

2.2.2. Линейчатые поверхности в скульптуре Мура – Габо – Певзнера – Хепворт: формальное сходство и сущностные различия.

Формальное сходство в работах этих художников определяется использованием ими одного способа формообразования – посредством линейчатых поверхностей (хотя и из разных материалов). Сущностные же различия обусловлены тем, что они представляли разные художественные течения (прил. 2-14), каждый из них руководствовался собственной концепцией формы. Так, Габо и Певзнер с момента создания «Реалистического Манифеста», в котором были выражены новые принципы формообразования[392] (прил. 2-15), в течение всей жизни практически не отступали от идеалов Конструктивизма[393] (некоторым отступлением можно считать введение Габо цвета в Линейной Конструкции № 3); Мур был приверженцем главным образом витализма[394] (прил. 2-16) и сюрреализма[395]; творчество Хепворт в разной степени определялось витализмом и нео-пластической концепцией парижской группы «Abstraction-Creation»[396], и в то же время – Конструктивизмом[397] (прил. 2-17). Причем, у Хепворт была собственная, отличная от общепринятой, трактовка Конструктивизма (прил. 2-18).

Габо, Певзнер, Мур и Хэпворт были связаны разными узами, и, прямо и опосредованно, вольно или невольно, оказывали влияние друг на друга. Их новый способ формообразования в скульптуре, в котором они использовали струны, проволоку, металлические стержни, зарубежные исследователи связывают в значительной степени с влиянием математических моделей. О всеобщей увлеченности ими в среде художников в середине 1930-х пишут британские историки искусства Хаммер и Лоддер (M. Hammer, C. Lodder, далее H&L): ими интересовались Мэн Рэй (рис. 2-37) и Моголи Надь[398], их включали в свои показы сюрреа-

---

[392] *Хан-Магомедов С. О.* Архитектура советского авангарда: В 2 кн.: Кн. 1: Проблемы формообразования. Мастера и течения. М.: Стройиздат, 1996. С. 122.
[393] *Read H.* Modern sculpture. A concise history. Thames & Hudson. World of art, 1964. p. 112.
[394] *Read H.* Modern sculpture. A concise history. Thames & Hudson. World of art, 1964. p. 77.
[395] *Burnham J.* Beyond modern sculpture. p.80
[396] *Burnham J.* Beyond modern sculpture. p.80
[397] *Deepwell K.* Hepworth and her Critics / Barbara Hepworth reconsidered. David Thistlewood (Editor). Liverpool University and Tate Gallery Liverpool. 1996. P. 84.
[398] *Hammer M., Lodder C.* Constructing modernity. p 389.

листы – в частности, математические модели экспонировались как объекты искусства на выставке в Париже в 1936 г.[399]. А. Бретон видел в этом явление, однопорядковое с экспериментами Дюшана. Называя математические модели «математическими объектами», он писал в 1936 г., что их с «ready mades» М. Дюшана «...роднит тот факт, что они исходят *из*, и существенно отличаются *от* окружающих нас предметов благодаря простой перемене роли» [400]. Причину такого внимания к математическим моделям А. Бретон объяснял «кризисом объекта».

Сущностные различия, о которых было сказано выше, предопределили особенности соединения структур линейчатых поверхностей с базовыми концепциями формообразования этих художников, каждый из которых создал свой стиль в скульптуре XX века.

2.2.3. Математические модели линейчатых поверхностей как источник экспериментов в скульптуре Генри Мура

H&L считают, что трудно «установить приоритеты и влияния между художниками»[401] в использовании нового способа формообразования. Однако, известно, что первым к струнному моделированию в скульптуре обратился Генри Мур (1898-1986). Увидев впервые (в годы учебы в Королевском Колледже Искусств) математические модели поверхностей в Лондонском Музее Науки, он позже писал, что был очарован моделью, которая должна была иллюстрировать различие в форме квадрата и круга, и демонстрировать переход от одной формы к другой. В этой модели «...одна сторона представляла квадрат с двадцатью отверстиями вдоль каждой стороны. <...> Через эти отверстия были продеты кольца, которые вели к кругу с таким же количеством отверстий на другой стороне. Плоскость, помещенная в середине, показывала форму, представляющую собой среднее между квадратом и кругом. <...> Это не было научным изучением моделей, но возможность посмотреть сквозь натянутые струны как из птичьей клетки и увидеть одну форму сквозь другую – вот что вызвало мой интерес»[402], – так описывал Г. Мур свои впечатления от увиденного.

---

[399] *Hammer M., Lodder C.* Hepworth and Gabo: a Constructive Dialog / Barbara Hepworth reconsidered. P. 132.
[400] *Бретон А.* "Кризис объекта" / Пер. с фр. Анны Матвеевой -http://www.guelrnan.ru/maksimka/n5/breton.htm.
[401] *Hammer M., Lodder C.* Constructing modernity. p 389.
[402] *Moore H., Hedgecoe J.* Henry Spencer Moore. Simon and Shuster, New York, 1968. P. 105.

Между 1937 и 1940 гг. он создал серию скульптур, в которые были включены струны (рис. 2-38). Среди них: Mother and Child (Мать и дитя), Stringed figure (Струнная фигура), Bird busket (Птичья клетка), The Bride (Невеста). В этих струнных фигурах Мура, основным материалом массы которых являются дерево, сталь или бронза, струны создают «пространство, открытое и замкнутое одновременно, сообщая скульптуре как метафорическую, так и реальную напряженность»[403]. В них органические, криволинейных очертаний формы составляют впечатляющий контраст геометрическим, созданным натянутыми струнами, и, по мнению Ричарда Грина, организатора экспозиции «Nicholson-Hepworth-Moore», состоявшейся в Лондоне в 2012 г., «...демонстрируют восхищение Мура взаимодействием внутренних и внешних форм»[404].

Такое, как его характеризует Р. Грин, «внешне парадоксальное сочетание абстракции и сюрреализма» в этих работах Г. Мура он объясняет подходом художника к искусству вообще. Р. Грин пишет о том, что Мур в 1936 г. представлял свои работы на международной сюрреалистической выставке в Лондоне; и в течение следующего года выступал против излишнего, с его точки зрения, спора, разгоревшегося между абстракционистами и сюрреалистами, поскольку, как он считал, «всякое хорошее искусство содержит и абстрактный и сюрреалистический элементы, так же как оно содержит и классические и романтические элементы: порядок и неожиданность, интеллект и воображение, сознательное и бессознательное). Обе стороны личности художника должны играть свою роль»[405].

Герберт Рид рассматривал «струнные опыты» 1937-1940 гг. Г. Мура, уже глубоко укорененного в концепции витализма, лишь как временное отклонение от этого его главного направления[406]. Похожее мнение в отношении этих работ Мура было и у А. М. Хаммачера, который считал использование им струн в скульптуре «лишь эпизодом»[407]. Позже Мур (оставивший использование струн с началом

---

[403] *Stephens C.* Henry Moore, exhibition catalog, Tate Publishing, London, 2010, p.127 – цит. по R. Green. Nicholson-Hepworth-Moore. Exhibition catalog. London. 2012. issuu.com/artsolution/docs/r.green_-nicholson-hepworth-moore-rgb.../95. P. 65-67.
[404] *Green R.* Nicholson-Hepworth-Moore. Ibid. P. 67.
[405] *Silvester D.* (ed.), Henry Moore, Complete Sculpture, 1921-1948, Vol. 1, Lund Humphries, London, 1990, pl. xxxv – цит. по R. Green. Nicholson-Hepworth-Moore. Ibid. P. 67.
[406] *Read H.* Modern sculpture. P. 176.
[407] *Hammacher A. M.* Barbara Hepworth. P. 76.

войны) высказался об этом способе формообразования как о «гораздо в большей степени связанном с изобретательностью, чем с сущностным человеческим опытом»[408]. По мнению Хаммачера, это высказывание Мура содержит «скрытое едва ли не презрение к этому способу»[409] формообразования. Однако, не исключено, что оно отражает лишь мнение Мура о собственном опыте работы со струнами.

Между тем, в XXI веке скульптура Мура именно этого рода вызывает интерес британских ученых как несомненная иллюстрация связи искусства и науки. Свидетельством этого интереса является выставка под названием «Пересечения: Генри Мур и струнные поверхности» (Intersections: Henry Moore and stringed surfaces), состоявшаяся в Лондоне весной 2012 г. Выставка была организована Институтом математических наук Исаака Ньютона в Кембридже (подробнее о деятельности института – прил. 2-19) в сотрудничестве с британским Королевским Обществом, лондонским Музеем Науки и Фондом Генри Мура.

Экспозиция была развернута на двух площадках: в Математической Галерее лондонского Музея Науки и Президентской Галерее Королевского Общества. На ней были представлены скульптуры Генри Мура, в частности, Stringed Ball, Head, Stringed Head, Mother and Child (и карандашные эскизы скульптур), – вместе со струнными моделями линейчатых поверхностей из лондонского Музея Науки (в том числе и теми, которые в свое время мог видеть Мур), изготовленными в Париже в 1872 г. по проектам Теодора Оливье на фабрике Лагранжа (Ж.Л. Лагранж был учеником Т. Оливье). Среди них – коноиды, гиперболические параболоиды, гиперболоид, а также модели, иллюстрирующие переход одной линейчатой поверхности в другую (рис. 2-39).

Совместное экспонирование струнной скульптуры Мура и математических моделей линейчатых поверхностей имеет целью не только показать, чем было инспирировано творчество Мура во второй половине 1930-х годов, но ставит более общие задачи. Если раньше связь между струнной скульптурой Мура и математическими моделями линейчатых поверхностей рассматривалась лишь с точки зрения влияния науки на искусство (а именно, математических моделей поверхно-

[408] *Hammacher A. M.* Barbara Hepworth. Ibid. P. 76.
[409] *Hammacher A. M.* Barbara Hepworth. Ibid. P. 76.

стей – на формообразование в искусстве), то нынешняя выставка представляет эту связь как более сложную, и не такую однозначную (не однонаправленную). Сама же струнная скульптура Мура (и его эскизы) рассматриваются в контексте современных представлений о структуре Вселенной – теории струн (прил. 2-20). Причем, хотя струнные работы других британских (или обосновавшихся в Британии) скульпторов-новаторов Барбары Хепворт и Наума Габо не участвуют в экспозиции, они обсуждаются в материалах выставки в этом же контексте[410].

По мнению куратора выставки, Барри Фиппса, струнные скульптуры Мура, модели линейчатых поверхностей Т. Оливье и компьютерные визуализации множества Калаби-Яу – это все «визуальные образы математических структур, которые возникают в теории струн»[411]. И если теория струн получит экспериментальное подтверждение, это будет означать, что струнное моделирование (моделирование посредством линейчатых поверхностей) в скульптуре Мура, Хепворт, Габо – это явление не случайное, а обусловленное структурой пространства, в котором мы живем.

2.2.4. Линейчатые поверхности в скульптуре Габо: конструирование формы и пространства

2.2.4.1. Математические модели линейчатых поверхностей как источник формальных идей

Наум Габо (1890–1977) в 1922 г. принимал участие в выставке русского искусства в Берлине, по окончании которой остался там на 10 лет[412]. С 1932 г. жил в Париже и занимал лидирующее положение в группе «Abstraction-Creation art non-figuratif». С 1936 г. по 1946 г. провел в Великобритании: сначала в Лондоне, затем – на Корнуолле, в Сент-Айвзе, где жили Барбара Хепворт и Бен Николсон. В 1946 г. уехал в Америку и прожил там до конца жизни, в 1952 г. принял гражданство США.

Габо создал совершенно новый вид скульптуры, форма и пространство которой моделируются посредством струн (образующих линейчатые поверхности –

[410] *Phipps B.* Intersections: P. 5.
[411] *Phipps B.* Intersections: P. 6.
[412] *Read H.* Ibid. p. 109.

главным образом гиперболические параболоиды). Некоторые современные зарубежные исследователи видят в его скульптурах этого типа влияние математических моделей, – и для этого есть основания: так, согласно А. Барру, в годы учебы в Технической школе Мюнхена Габо «...изучал математику и построение моделей (model construction)»[413].

Как считают H&L, многие скульптуры и рисунки Габо наглядно свидетельствуют о том, что он не просто интересовался математическими моделями, а был знаком с ними основательно; согласно их мнению, Габо начал изучать модели более фундаментально во время своего пребывания в Париже в 1930-е годы; известно, что он посещал Институт Анри Пуанкаре, в котором была представлена внушительная коллекция математических моделей. Один из таких рисунков Габо, Sketch for a Stone Carving (датирующийся около 1933 г.), как считают авторы, имеет определенное сходство с моделью линейчатых поверхностей – Minimal surface with a One-parameter Family of Parabolas[414] (рис. 2-40, а, б).

Математик Мануэль Коррада (г. Сантьяго, Чили) считает, что скульптуры Габо Spheric Theme (1937) and Construction in Space: Crystal (1937)[415] имеют вполне определенные математические аналоги. Так, Spheric Theme (рис. 2-40, в) соответствует математической поверхности, называемой Enneper's surface[416] (рис. 2-40, г), причем, сам Габо дает свое интересное объяснение появлению Spheric Theme (прил. 2-21). В 1960-е Габо развил Spheric Theme в серии большеразмерных скульптур, внутреннее пространство которых образовано и артикулировано структурами гиперболических параболоидов (рис. 2-43) . Вторая работа, Crystal (рис. 2-40, д), по мнению М. Коррады, была инспирирована математической моделью «the Cubic Ellips»[417]. В этом с ним солидарны H&L, однако в то время как М. Коррада допускает *случайность* совпадения форм Габо с математическими поверхностями, H&L считают, что Crystal дает решающее подтверждение того, что математические модели оказали несомненное влияние на Габо, поскольку его ри-

---

[413] *Barr A.* Cubism and Abstract Art. 1936. p. 133. Цит. по M. Hammer, C. Lodder. p. 507.
[414] *Hammer M., Lodder C.* Constructing modernity. p. 389.
[415] В них Габо впервые ввел часто повторяющиеся прямолинейные насечки (плотную прямолинейную гравировку) для артикуляции прозрачных плоскостей конструкции.
[416] *Corrada, M.* On Some Vistas Disclosed by Mathematics to the Russian Avant-Garde: Geometry, El Lissitzky and Gabo. LEONARDO, Vol. 25, No. 3/4, 1992. p. 382. Электронный ресурс: monoskop.org.
[417] *Corrada, M*. Ibid. p. 382.

сунок, который обычно интерпретируют как подготовку конструкции Crystal, на самом деле является копией иллюстрации «Cubic Space Curves: Tangent Surface of the Cubic Ellipse» из статьи «Математические модели» Энциклопедии «Британика»[418] (рис. 2-40, е, ж).

Авторы предполагают, что Габо был знаком с этими моделями, еще живя в Париже, а уже в Англии обратился к Энциклопедии, чтобы узнать о них больше, и сделал зарисовки заинтересовавших его моделей. H&L высказывают мнение, что Габо работал от графического изображения, а не от модели в ее натуральном выражении, поскольку так ему было проще затем перевести струнные формы математической модели в плоскости прозрачного пластика[419] – путем гравирования на них прямых линий, имитирующих струны модели. Однако, нужно подчеркнуть, что сходство Crystal с математической моделью «Tangent Surface of Cubic Ellipse» – чисто внешнее, от модели взята лишь идея формы, *конструкция* же – *принципиально другая*; ее можно назвать преддверием струнного моделирования и линейчатых поверхностей в скульптуре Габо[420].

В 1937 г. Мур начал использовать настоящие нити во внутреннем пространстве своих скульптур. H&L приводят выдержку из воспоминаний жены Габо, Мириам, о том, как, увидев впервые эти скульптуры в мастерской Мура перед войной, Габо сказал: «Я им покажу, что делать со струнами»[421]. Авторы ссылаются также на свидетельство М. Габо, что в марте 1939 г. он приобрел *некую книгу о струнных фигурах*, но не приступал к работе со струнами до приезда в Корнуэл (в конце 1939 г.).

2.2.4.2. От имитации струн – к струнной технике: линейчатые поверхности как генератор формы и пространства скульптуры

«Линейная конструкция № 1 в пространстве»[422] (далее – ЛК1) стала первым

---

[418] The Encylopaedia Britanica (14th Edition), London and New York, 1929, vol.15, p.74. Цит. по: M. Hammer, C. Lodder. Constructing modernity. p.390. Еще два наброска на этом же листе бумаги являются упрощенными копиями из того же источника.

[419] *Hammer M, Lodder C.* Constructing modernity. p. 391.

[420] М. Хаммер и К. Лоддер видят сходство Crystal с еще одним объектом – прил. 2-22.

[421] *Hammer M., Lodder C.* Constructing modernity. p. 288.

[422] Первоначально эту конструкцию Габо рассматривал как прототип большеразмерной общественной скульптуры (прил. 2-23).

(1942 г.) объектом, в котором Габо применил настоящие струны. Для этого была и практическая причина: у него закончился запас перспекса[423], на котором прежде, в работах Spherical Theme и Crystal он использовал гравировку, и, как считают H&L, возможно, в его памяти всплыла виденная ранее математическая модель, подсказавшая ему композицию, в которой нити (струны) были бы заключены в раму небольшого размера (требующую минимума перспекса), и которая могла быть сделана из остававшихся у него обрезков этого материала[424]. Авторы приводят фотографию модели из коллекции Института Анри Пуанкаре, которая, по их предположению, могла стать источником инспирации ЛК1 (рис. 2-41, б).

На основании сохранившегося подготовительного рисунка Габо к ЛК1(рис. 2-41, г) H&L рассматривают и более простую версию происхождения этой формы, предполагая в качестве возможного источника этой конструкции шаблон (содержащий две одинаковые параболы, направленные противоположно друг другу[425] – рис. 2-41, в) из практического руководства для детей, являющегося «орудием» познания математики (он позволяет понять, как посредством прямых образуются кривые), и видят в ЛК1 трехмерное развитие этого шаблона (прил. 2-24).

В окончательном варианте ЛК1 Габо, по описанию H&L, «применил обмотку почти бесцветными волокнами вокруг еще более нейтрального (с пазами для укладывания нитей) каркаса из прозрачного перспекса и оставил насквозь открытый эллипс в центре фигуры. Нити проложены очень близко друг к другу, чтобы создать иллюзию непрерывности параболических форм, которые при этом производят впечатление пронизанных пространством. Плоскости каркаса криволинейных очертаний сами по себе изящны. А генерируемая на их основе струнная конфигурация создает лакуну в центре скульптуры, которая воспринимается как самостоятельная форма, как форма, так сказать, *самого пространства*. Это ощущается в утонченном, едва уловимом взаимодействии с чистой формой эллипса, вырезанного в центральной плоскости скульптуры»[426].

Добавим к этому, что «струнная конфигурация», о которой говорят авторы,

---

[423] Высококачественное оргстекло большой механической прочности, применяется для остекления автомобилей, самолетов и т. п.
[424] *Hammer M., Lodder C.* Constructing modernity. p. 391.
[425] *Hammer M., Lodder C.* Hepworth and Gabo: a Constructive Dialog. Ibid. p. 123.
[426] *Hammer M., Lodder C.* Constructing modernity. p. 288.

представляет собой линейчатые поверхности – гиперболические параболоиды, несколько модифицированные (по сравнению с шаблоном): принцип создания структуры сохранен, но длины «направляющих» – разные (что и дает кривизну рис. 2-41, г, отличающуюся от кривизны шаблона 2-41, в). На основании наброска Габо можно утверждать, что он намеренно изменил это соотношение – Габо, как нам представляется, использовал этот прием как средство гармонизации композиции – в результате «шаг» прямой (лески) вдоль горизонтальной «направляющей» немного шире, чем вдоль вертикальной. Это обусловливает смещение вершин параболических кривых относительно центра фигуры, *уводя форму от стандартной исходной схемы* предполагаемого источника. Эти гиперболические параболоиды (рис. 2-42) – их четыре – попарно пересекаются, конструируя и форму, и внутреннее пространство скульптуры. Создаваемая посредством лески эфемерная структура и формально, и с точки зрения физики (плотности) занимает промежуточное положение между прозрачным «телом» каркаса и собственно пространством скульптуры; она есть переход от материальной – к неосязаемой форме (собственно пространства, заключенного внутри скульптуры).

Аналогичным способом – с использованием структуры гиперболического параболоида – Габо создал ряд скульптур (с вариациями): «Линейная конструкция в пространстве № 3» (1952), «Линейная конструкция в пространстве № 4» (1956), Конструкция для здания универмага в Роттердаме (Bijenkorf Construction, 1956-57), «Конструкция в пространстве: Арка № 2», «Торсион» (1962-63) и другие. Все эти работы объединяет то, что для них внешняя среда (пространство) в то же время является средой внутренней.

2.2.4.3. Структура как органический феномен в концепции формообразования Габо. Параллели с Гауди

Анализируя «Линейную конструкцию номер 2» (далее ЛК2) 1950 г., H&L отмечают, что, несмотря на то, что в ней использован метод формирования криволинейных оболочек посредством прямых линий, почерпнутый из математических моделей, форма, несомненно, скорее интуитивная, чем математически рас-

считанная, но при этом вызывающая ассоциации с образами природного мира[427]. Отмечая интерес Габо к классической научной литературе, в частности, к книге Д'Арси Томпсона «О росте и форме» (уже упоминавшейся в связи с Гауди), H&L высказывают мнение, что подход Габо к форме связан, помимо математических моделей, с биоформами. Они сравнивают работы Габо с рисунками из книги Томпсона и приходят к выводу, что последние могли послужить стимулом для его художественного воображения[428]. Авторы приводят несколько рисунков биоформ как иллюстрацию сходства скульптур Габо (в частности, выполненных методом струнного моделирования) – их очертаний, строения, – с объектами природного мира; они также отмечают, что Габо интересовался и рисунками Геккеля[429]. В ЛК2 H&L видят сходство с асимметричными криволинейными формами раковин, которые Габо собирал, живя на Корнуэльском побережье. Эта конструкция, по мнению авторов, «балансирует между условно противоположными сферами: органической и геометрической»[430].

При этом следует заметить, что сам Габо отрицал дихотомию «геометрическое /органическое», он писал по этому поводу: «Можно создать произведение искусства, в котором присутствуют геометрические элементы ("геометрические", между прочим, – это очень неопределенный термин, поскольку каждая форма, в конечном счете, в некотором роде геометрична), но в целом оно может давать ощущение природного происхождения, так что может быть названа органической с б*о*льшим основанием, чем иное произведение искусства, по общему мнению, "органическое", но в котором выражено лишь внешнее сходство с организмом, с его обликом. Вот почему я придаю большое значение *конструктивному подходу*, и стремлюсь показать в своих работах, что *структура – такой же органический феномен, как и внешний облик*; и что глубина проникновения в структуры Природы настолько серьезнее и интереснее, по крайней мере, для меня, что делает все остальное почти скучным в сравнении с этим»[431].

Наиболее явно, по нашему мнению, эта позиция Габо проявилась в его под-

---

[427] *Hammer M., Lodder C.* Constructing modernity. p. 384.
[428] *Hammer M., Lodder C.* Constructing modernity. p. 387.
[429] *Hammer M., Lodder C.* Constructing modernity. p. 389.
[430] *Hammer M., Lodder C.* Constructing modernity. p. 384.
[431] *Hammer M., Lodder C.* Constructing modernity. p. 384-385.

ходе к скульптуре Bijenkorf Construction (Роттердам). Габо получил заказ на городскую скульптуру, которая должна была быть композиционно связана со зданием универмага, построенного М. Бройером. Она спроектирована на основе несостоявшегося памятника Неизвестному Политзаключенному[432], но включает еще и внутреннюю структуру, в которой присутствуют гиперболические параболоиды.

Габо объяснял в письме Г. Риду, что конструктивное решение Bijenkorf Construction было инспирировано органическими структурами из мира растений. «В растительном мире – в конструкции дерева – заложен структурный принцип, которым, насколько мне известно, пренебрегают, но который, тем не менее, может быть применен с пользой для решения многих структурных задач. В частности, я почувствовал, что здесь – то решение моей структурной проблемы, которое я искал, и поскольку принцип решения стал мне ясен, из него легко был выведен образ всей скульптуры в целом. Я задумал ее как дерево: ствол, корни и ветви»[433].

И действительно, в изгибах элементов внешней конструкции и в пластике внутренних структур можно увидеть сходство с природными объектами. Здесь нельзя не вспомнить фразу, которой руководствовался Гауди: «Дерево за окном – вот мой учитель»[434], и которая сформировала позицию, положенную в основу многих его конструктивных решений (в частности, в церкви Колонии Гуэль и в храме Саграда Фамилиа); причем и у Гауди, и у Габо эти решения (и формальные, и структурные) в значительной степени связаны с применением линейчатых поверхностей, в частности, гиперболических параболоидов (рис. 2-44).

Габо продумывал форму с точки зрения не только композиционной связи со зданием Бройера, но и – визуального впечатления, которое она оказывает на пешеходов, приближающихся к торговому центру: наблюдателю открывается ряд сложных конфигураций, последовательно складывающихся внутри скульптуры, в том числе – динамичных структур гиперболических параболоидов, проецирующихся в пространство. Помимо структурной выразительности, Габо стремился придать этой скульптуре и важное символическое звучание. Он хотел выразить в ней си-

[432] Габо было присуждено 2-е место, которое он разделил с Басалделлой, Хепворт и Певзнером; победил Р. Батлер
[433] *Hammer M., Lodder C.* Constructing modernity. p. 358.
[434] Из материалов выставки «Гауди и природа» в Саграда Фамилиа (Барселона).

лу, энергию духа жителей возрожденного после войны города, энергию датчан[435].

2.2.4.4. Представления исследователей и самого Габо о роли науки в его творчестве

Многие работы Габо, особенно те, в которых присутствуют линейчатые поверхности, у зрителя могут создавать видимость научного подхода в скульптуре (некоторую «научность» работам Габо придавало использование современных материалов: перспекса, нейлона) – не случайно его конструкции часто изображались на обложках популярных научных изданий[436]. Габо, по свидетельству H&L, восхищался наукой и на протяжении всей жизни проявлял к ней интерес: приобретал научные книги, брал их в библиотеке, подписывался на популярные научные журналы[437], и, тем не менее, *отрицал прямое воздействие науки* на свое творчество. Бернем пишет, что «сложным образом связанные с научно-техническими настроениями братья Певзнер были последовательны в своем неприятии представлений об интеграции искусства с наукой»[438]. В эссе 1937 г. Габо утверждал: «Конструктивизм не возлагает на искусство функцию науки. Искусство и наука – это два различных потока, которые берут начало из одного и того же творческого источника и впадают в один и тот же океан общей культуры, но текут они по разным руслам»[439] (подробнее о представлении Габо о роли искусства и роли науки – прил. 2-25). Задачу художника он видел в том, чтобы продвигать открытия ученых, облекая их в художественную форму, своим собственным языком, понятным всем людям; и это его послание должно быть передано исключительно с помощью «его собственных живописных и пластических средств»[440]. Одним из таких пластических средств для Габо на долгие годы стали линейчатые поверхности.

Существуют разные точки зрения на «научность» скульптуры Габо, что определяется профессиональной принадлежностью исследователя. Как было пока-

---

[435] *Hammer M., Lodder C.* Constructing modernity. p. 364.
[436] *Hammer M., Lodder C.* p 379.
[437] *Hammer M., Lodder C.* Constructing modernity. p. 379.
[438] *Burnham J.* p. 118.
[439] *Burnham J.* p. 118.
[440] *Gabo,* 'Art and Sience', p. 63, цит. по M. Hammer, C. Lodder. Constructing modernity. p. 401.

зано выше, математик М. Коррада видит в скульптурах Габо «*прямую роль математики*»[441]. Он высказывает мнение, что математика предоставила «азбуку новых форм, в которых нуждалась эпоха», таинственных и загадочных; эти математические формы и образы составили алфавит художественного языка Габо[442].

В этой же статье М. Коррада приводит цитату из Г.Рида, который (будучи и поэтом), напротив, считает конструкции Габо *не научными, а поэтичными*. «Это поэзия пространства, поэзия времени, универсальной гармонии, <...>. Искусство – это его главная функция – принимает все многообразие мира, которое наука исследует и открывает, и сводит его к конкретности пластического символа»[443], что, на наш взгляд, созвучно мнению самого Габо о роли искусства и роли науки, приведенному выше. Целью Габо, по мнению Г. Рида, было «создание конструкций, которые являются воплощенным образом пространства и времени»[444].

H&L, считая несомненным влияние математических моделей на творчество Габо, тем не менее, полагают, что он реагировал только на их *визуальные характеристики и не вникал в математические идеи*, которые они иллюстрировали.

2.2.5. Линейчатые поверхности в графике и скульптуре Барбары Хепворт

2.2.5.1. Роль математических моделей в творчестве Хепворт

Барбара Хэпворт (1903-1975), выдающийся британский скульптор; училась в Школе Искусств в Лидсе, где познакомилась с Генри Муром, затем в течение трех лет они вместе учились в Королевском Колледже Искусств в Лондоне. По окончании Колледжа была награждена годовой поездкой с образовательными целями во Флоренцию и Рим; в Риме получила основательную подготовку в резьбе по камню, и начала работать с ним в 1926 г.[445]. Отличительным свойством Барбары Хепворт является ее особая связь с мирозданием, ее особое ощущение этой

---

[441] *Corrada, M.* On Some Vistas Disclosed by Mathematics to the Russian Avant-Garde. p. 381.
[442] *Corrada, M.* Ibid. p. 382.
[443] *Read H.*, "Constructivism:The Art of Naum Gabo and Antoine Pevsner", in Naum Gabo-Antoine Pevsner, exh. cat. (New York: The Museum of Modern Art, 1948), p. 11. Цит. по Corrada, M. On Some Vistas Disclosed by Mathematics to the Russian Avant-Garde. p. 382.
[444] *Read H.* Modern sculpture. p. 112.
[445] *Hepworth, B.* A Pictorial Autobiography. Tate Publishing. 1970. P. 13.

связи (подробнее об этом – прил. 2-26), что явилось главным содержанием ее работ, в том числе и связанных с линейчатыми поверхностями.

H&L высказывают предположение, что Хэпворт могла видеть математические модели задолго до того, как начала использовать струнную технику. В 1935 г. в письме мужу Б. Николсону она писала, что узнала о том, что в математической школе в Оксфорде есть несколько удивительных вещиц – скульптур, сделанных в соответствии с математическими уравнениями, и что она вскоре собирается поехать и посмотреть на них[446].

По свидетельству А. М. Хаммачера (1897-2002, арт-критик, историк искусства), Хепворт начала вводить струны в скульптуру в 1938-1939 гг., и они надолго стали характерной особенностью ее работ, причем он связывает появление струн в работах Хепворт с фактом изучения ею математических моделей геометрических поверхностей в Лондоне и в Париже в юности. Однако, по его словам, связанные с ними образы оставалась дремлющими в ее сознании, до тех пор пока она не почувствовала возможность воплотить их *эмоционально*, не математически»[447].

Согласно исследованиям H&L, свидетельством того, что математические модели оказали важное стимулирующее воздействие на творчество Хепворт[448], являются названия некоторых ее скульптур, содержащие математические термины, и в ряде случаев – формальное сходство с ними[449], при этом авторы отмечают, что в обращении к ним Хепворт не было намерения иллюстрировать математические закономерности[450]. Так, они видят сходство ее Helicoids in Sphere (1938) с математической моделью 'Steiner Roman surface'[451], Sculpture with Colour (1940) – с моделью 'Spindle cyclid', скульптуры Wave (1943) – с моделью 'Cubic with an A3 Double Point', Pelagos (1946) – с геликоидом или 'Minimal surface with a one parameter family of parabolas'[452] (рис. 2-45).

---

[446] *Hammer M., Lodder C.* Hepworth and Gabo: a Constructive Dialog / Barbara Hepworth reconsidered. David Thistlewood (Editor). Liverpool University and Tate Gallery Liverpool. 1996. P. 115-116.
[447] *Hammacher A. M.* Barbara Hepworth. P. 76.
[448] Не исключено, однако, что путь Хепворт к линейчатым поверхностям, особенно в графике, начался еще в детстве (прил. 2-27).
[449] *Hammer M., Lodder C.* Hepworth and Gabo: a Constructive Dialog. P. 115-116.
[450] *Hammer M., Lodder C.* Hepworth and Gabo: a Constructive Dialog. P. 120.
[451] *Hammer M., Lodder C.* Hepworth and Gabo: a Constructive Dialog. P. 116.
[452] *Hammer M., Lodder C.* Hepworth and Gabo: a Constructive Dialog. P. 119-120.

При этом необходимо отметить, что не все математические модели, с которыми авторы сопоставляют скульптуру Хепворт (в том числе, имеющую струнную составляющую), являются *моделями линейчатых поверхностей*, то есть здесь если и есть заимствование формообразования, то в большей степени оно – из области «телесных» характеристик моделей, а не «линейчатых». Можно предположить, что «линейчатая» составляющая ее работ связана не только (и не столько) с математическими моделями поверхностей, хотя наиболее часто используемая Хепворт струнная структура есть не что иное как *гиперболический параболоид*.

2.2.5.2. Линейчатые поверхности в графике Хепворт военного времени и их отражение в скульптуре 1940-х годов

В отличие от Габо и Мура, у Хэпворт линейчатые поверхности являются важным элементом не только в скульптуре, но и в графике: рисовать она начала в 1940 г.[453] в Сент-Айвзе, куда ее заставило переместиться приближение войны.

Как впоследствии она вспоминала, единственное, что она могла себе позволить в эти годы – «только рисовать по ночам и сделать несколько гипсовых макетов»[454]. Сама Хепворт называла эти рисунки «painting», поскольку всегда вводила в них цвет[455]; она отделяла эти рисунки от своих рабочих набросков. По ее словам, она проводила много времени в поисках формы, ритмов и кривизны, которые бы ее удовлетворяли. Эти рисунки имели для нее самостоятельное значение – они не были эскизами для скульптуры (хотя некоторые из них имели название Drawings for Sculpture); они сами, как она писала в 1943 г., были ее «скульптурами, замаскированными двумя измерениями»[456]. И хотя Хепворт признавала, что некоторые рисунки могут ассоциироваться с определенными скульптурами, она говорила, что ей нравится думать о своих рисунках как *о способе исследования,* а не как о двухмерном изображении трехмерного объекта (рис. 2-46).

---

[453] Отчасти это было обусловлено тем, что в первые годы войны возможность заниматься скульптурой у нее свелась к минимуму: помимо ограничений, которые накладывало военное время, были трудности, связанные с переездом на новое место (отсутствие материалов, мастерской), ей необходимо было заниматься своими четырьмя детьми, трое из которых родились одновременно (триплет) в 1934 г., в браке с Б. Николсоном.

[454] *Hepworth, B.* A Pictorial Autobiography. p. 42.

[455] в 1940-е годы – гуашь

[456] Letter to E.H. Ramsden (Е. Х. Рамсден, художественный критик). Цит по: Chris Stephens. From Constructivism to Reconstructivism: Hepworth in the 1940s / Barbara Hepworth reconsidered. P. 143.

Эти рисунки изображают кристалл. Исследователи трактуют их по-разному. По мнению Хаммачера, в кристаллах Хепворт отражена работа воображения, которое продуцирует *алогичные* поверхности, сложные внутренние структуры с вкраплениями цвета в них[457] (прил. 2-28). H&L описывают их как кристаллы «с включением в них структур из повторяющихся прямых линий, которые образуют *параболические кривые*, или оболочки – в математической терминологии[458]. <...>. Они артикулируют внутреннее пространство воображаемой формы, пронизывая его»[459]. Далее следует неожиданный вывод: «Эта двухмерная техника скорее напоминает не трехмерные модели, а практическое руководство по вышиванию для детей[460], которое инструктирует, как получать параболы или другие геометрические формы посредством прокладывания прямых стежков цветными нитями с определенными интервалами в соответствии с отверстиями в плоском шаблоне»[461] (рис. 2-47). Авторы пишут, что «не считают эту аналогию неуместной»[462], поскольку, как они считают, Хепворт могла познакомиться с этими рисунками в детском саду, который она посещала в то время, когда вышло в свет это издание (1906).

Не обсуждая этого предположения H&L, заметим лишь, что, в то время как рисунки из «Руководства по вышиванию» абсолютно плоские, рисунки Хепворт стереометричны – кристалл просматривается в глубину (хотя пространство его – очень авторское, обманное, сопоставимое, на наш взгляд, с пространством фантастических измерений Эшера); тем не менее, эти ее рисунки словно являются иллюстрацией принципа образования гиперболического параболоида – пространственной структуры[463] (которая генерируется движением прямой линии вдоль двух направляющих, не находящихся в одной плоскости).

Крис Стефенс (Chris Stephens), главный куратор современного британского искусства, заведующий экспозициями Tate Britain, в отличие от H&L, считает, что

---

[457] *Hammacher A. M.* Ibid. P. 85.
[458] Эти «структуры из повторяющихся прямых линий» представляют собой гиперболический параболоид.
[459] *Hammer M., Lodder C.* Hepworth and Gabo: a Constructive Dialog. P. 121.
[460] Речь идет об издании: Edith L. Somervell, A Rythmic Approach to Mathematics, London, George Philip, 1906.
[461] *Hammer M., Lodder C.* Hepworth and Gabo: a Constructive Dialog. P. 121.
[462] *Hammer M., Lodder C.* Hepworth and Gabo: a Constructive Dialog. P. 121.
[463] Заметим, что несколько иначе в 1940-е годы использует линейчатые поверхности Ханс Эрни, фактически превращая их в лирический орнаментальный мотив (прил. 2-29); работает и в XXI в. (1909-2015), однако, на наш взгляд, в работах Хепворт 1950-х (в частности, в «Орфее») появляется общее с работами Эрни, что может свидетельствовать о том, что они объективируют нечто, недоступное взгляду человека.

структура, «изображенная с помощью пересекающихся прямых линий, образующих параболическую кривую, <...> дает ощущение трехмерного пространства»[464]. Он оценивает эти рисунки Хепворт военного времени как «упражнения в конструировании пространства в двух измерениях, и – в поисках взаимоотношений цвета с формой и пространством. Твердые карандашные линии очерчивают иллюзорную трехмерную форму, в сердцевине которой – маленький участок яркого цвета, удерживаемый напряженностью между динамичными линиями и тональной структурной поверхностью остальной части картинки»[465]. К. Стефенс ассоциирует эти изображения с образом «охраняющего материнского лона»[466].

А. М. Хаммачер считает, что в рисунках Хепворт военной поры *линия приобретает конструктивный смысл*; и после этого, по его мнению, в скульптурных работах Хепворт появляется нечто близкое к манере Габо[467].

В 1940-е годы не прослеживается прямой связи скульптуры Хепворт с ее рисунками[468]. Это можно увидеть, сравнивая Drawing for sculpture (with colour), 1941 г. и Circle, 1942 г. со Sculpture with colour (oval form) pale Blue and red, 1943 г.; Wave, 1943-44; Pelagos, 1946 (рис. 2-48). По оценке Хаммачера, «линеарные формы кристалла» Хепворт появляются в это время в ее скульптуре (в форме струн), «в несколько упрощенном виде»[469]. Вместе с тем, сами «телесные» формы скульптуры, в которые она вводила струны, постепенно изменялись в сторону усложнения (прил. 2-30).

2.2.5.3. Ритмы Греции в скульптуре и графике Хепворт

В 1953 г. в авиакатастрофе погиб старший сын Хепворт, пилот и дизайнер аэропланов. В 1954 г. она предприняла путешествие в Грецию в попытке примириться с судьбой. И хотя Греции не удалось избавить ее от горя, это путешествие привело к мощному всплеску в ее творчестве[470]. Путешествуя, она делала, помимо набросков, записи о своих впечатлениях – визуальных и слуховых. Ее ощуще-

---

[464] *Stephens C.* Dame Barbara Hepworth Drawing for ‘Sculpture with Colour’. tate.org.uk
[465] *Stephens C.* From Constructivism to Reconstructivism: Hepworth in the 1940s /Barbara Hepworth reconsidered. P. 143.
[466] *Stephens C.* From Constructivism to Reconstructivism: Hepworth in the 1940s. Ibid. P. 143.
[467] *Hammacher A. M.* Ibid. P. 78.
[468] Несмотря на то, что некоторые из них были подписаны ею как рисунки для скульптуры.
[469] *Hammacher A. M.* Ibid. P. 89.
[470] *Hammacher A. M.* Ibid. P. 110.

ние ландшафта Греции сложилось как слияние форм, структур, цвета, света и – звуков, причем, по свидетельству Хаммачера, в своих описаниях она много раз употребляла слово *«ритмичный»*[471]. Самое глубокое впечатление на нее произвели Дельфы, что воплотилось в ее скульптуре классической чистоты с одноименным названием (рис. 2-49, а).

В рисунке же впечатления, полученные Хепворт от поездки в Грецию, которые она описывала как «полные цвета и звука», проявились, как считает Хаммачер, только в 1956 г. Ее Orpheus (Орфей) он называет «апофеозом прозрачности», отмечая при этом, что он совсем не похож на ее прежние рисунки, поскольку прежде форма, даже если и была нарушена, все же оставалась четко выраженной – теперь форма неопределенна; теперь пространство, целиком заполненное цветом и линиями, «беременно формами»[472] (рис. 2-49, б). Orpheus Хепворт наводит на мысль, что он является отражением ритмов пространства, каким-то образом почувствованных и уловленных ею, – в особенности, при сравнении его с кадрами визуализированной аудиозаписи голоса человека (рис. 2-49, в). Впечатления от пребывания в Греции оказались столь сильны, что питали ее творчество – и скульптурное, и графическое – возможно, все последующие годы. Их отголоски можно увидеть в рисунках Porthmeor и Night Sky (Porthmeor), 1964 г.[473] (причем, если раньше структуры гиперболического параболоида были заключены в кристалл, хотя иногда и прорывались наружу, то в этих рисунках, как и в Orpheus они свободно парят – рис. 2-50)[474]. В особенности же это относится к скульптуре Хепворт – Theme on Electronic (Orpheus), 1956 г., и ее «производным» – Stringed figure (Curlew), 1956-1959 (рис. 2-51).

Скульптура Theme on Electronic (Orpheus) была заказана Хепворт в 1956 г. фирмой Mullard Ltd, связанной с электроникой[475], для своей штаб-квартиры в Лондоне – целью было соединение науки и искусства для создания авангардного

---

[471] *Hammacher A. M*. Ibid. P. 112.
[472] *Hammacher A. M*. Ibid. P. 114.
[473] Интересную точку зрения в отношении динамики линии и цвета в графических работах Хепворт высказывает А. М. Хаммачер, с которой, тем не менее, трудно согласиться (прил. 2-31).
[474] Продолжая живописно-графическую тему в творчестве Хепворт, отметим, что если в 1940-е в рисунках она, в основном, использует гуашь, то впоследствии (в 1950-е и по 1970-й) диапазон материалов расширяется. Так, например, «Sea Form», 1959, Oval Form with Strings, 1960, «Marble form» , 1963 - масло и карандаш; «Drawing for Pierced Form», 1964 – акварель, чернила и цветной карандаш (рис. 2-54).
[475] Дочерняя компания Филипс.

произведения. Как пишет куратор Тейт, специалист по искусству XX века Мэттью Гейл, «свернутый в открытую коническую форму и удерживаемый струнами», *Orpheus* знаменует начало нового этапа в деятельности Хепворт – работы с металлом[476], которая предоставляет скульптору гораздо больше свободы действий с пространством (возможность обособления его), чем он имеет при работе с камнем или деревом, а также позволяет достичь степени открытости формы, невозможной при работе с другими материалами. Кроме того, она дает еще и то преимущество, что может быть выполнена в увеличенном размере ассистентами по модели, разработанной художником, а также – возможность копирования[477].

М. Гейл рассматривает Theme on Electronics(Orpheus) как греческую аллюзию Хепворт (что отражено и в названии, и в форме) на струнный музыкальный инструмент мифического певца Орфея – кифару (или лиру). Музыка имела особое значение для Хепворт, и в этой работе форма и название выражают идею – в представлении Хепворт – «гармонии между современной технологией[478] и музыкальной композицией»[479].

Эта «балансирующая скульптура поднималась почти на четыре фута от основания»[480]. Лист, из которого создавалась скульптура, имел треугольную форму. Нижний угол надрезался таким образом, чтобы образовалась буква 'W'; одна часть укреплялась в цоколе, другая поднималась (отгибалась путем формования), оставаясь свободной. Производством копий, в основном, занимались ассистенты. С 1955 по 1960 гг. ассистентом Хепворт был молодой скульптор Брайан Уолл, который рассказал М. Гейлу о сложностях этого весьма трудоемкого процесса: форма будущей скульптуры «выкраивалась» из латунного листа в соответствии с картонным шаблоном, однако кривизны достигали методом «холодной прокатки» – формованием с помощью деревянной болванки (двигая ее по поверхности листа и одновременно придавая листу кривизну), поскольку Хепворт не хотела, чтобы ме-

---

[476] *Gale M.* www.tate.org.uk/.../artworks/...orpheus-maquett..

[477] Theme on Electronic (Orpheus) представляет собой цикл латунных работ Хепворт.

[478] вращательное движение скульптуры осуществлялось посредством мотора.

[479] *Gale M.* www.tate.org.uk/.../artworks/...orpheus-maquett...
Через два года (1958) в рамках Международной ярмарки в Брюсселе по заказу этой же фирмы был создан павильон «Филипс» (Ле Корбюзье-Ксенакис), целью которого было прославление технологий средствами искусства, – и там линейчатые поверхности «зазвучали» с еще большей силой.

[480] *Gale M.* www.tate.org.uk/.../artworks/...orpheus-maquett...

талл подвергался нагреванию.

W-образная форма нижней части скульптуры, полученная путем надрезания и отгибания листа металла, позволяла прикрепить струны с четырех сторон. В качестве струн использовалась красновато-коричневая рыболовная леска. Один набор струн (передний) проходит от одного края к другому таким образом, что первая струна соединяет верхний левый край с правым нижним, вторая (и все последующие) располагается ниже первой с левой стороны, и выше – с правой, таким образом организуется нисходящее движение струн с левой стороны, и восходящее – с правой; второй проходит от левого конца заднего края к центру, где закрепляется на правой стороне приподнятого участка металла. Таким образом каждый из двух наборов струн[481] моделирует *внутреннее пространство скульптуры, образуя гиперболический параболоид,* и при этом «удерживает» форму.

М. Гейл связывает эту скульптуру Хепворт с *Linear Construction in Space No.1*, Габо, 1942-3. Их общность он видит, в частности, в том, что *в обеих струны образуют параболические кривые*, и считает, что эта скульптура демонстрирует близость (приближение) Хепворт к концепции пространства Конструктивзма, – в такого рода работах Хепворт со струнами (в частности, в дизайне аксессуаров для балета М. Типпетта «The Midsummer Marriage») он видит «манеру Габо»[482]. Не исключено, что Габо оказал влияние на Хепворт в плане «облегчения» массы ее скульптуры; вместе с тем, истоки этого формообразования Хепворт можно найти в ее рисунках: линейчатые структуры «кристаллов» 1940-х нашли воплощение в скульптуре 1950-х-1960-х. Более того, в работе Габо «Линейная конструкция № 3»[483] нетрудно увидеть ритмическое сходство (похожую композиционную схему) с рисунком Хепворт «Circle» (1942), и более ранними – «Forms» (1941) (рис. 2-46 – 2-48) и другими (рис. 2-52).

На примере Theme on Electronic и ряда последующих: Stringed figure (Curlew), Curved form (Bryher II), 1961; Winged figure (1962), – можно видеть, что по прошествии лет формы, создаваемые струнами во внутреннем пространстве

[481] На самом деле это – непрерывная нить, которая «прошивает» форму насквозь через отверстия, просверленные в металле, и «швы» видны на внешней стороне
[482] *Gale M.* www.tate.org.uk/.../artworks/...orpheus-maquett...
[483] Начата не ранее 1952 г.

скульптуры, стали отражением тех линейчатых структур, которые появились в ее рисунках еще с начала 1940-х (а именно, гиперболических параболоидов) (рис. 2-53). Заметим, что в работе Delphi (рис. 2-49, а) присутствует та же линейчатая структура, только воплощенная с более тонким, «нюансным» расположением направляющих (линий закрепления струн) относительно друг друга, что делает «движение» струн очень сдержанным, а саму фигуру наполняет спокойствием.

2.2.5.4. Линейчатые поверхности в скульптуре и графике Хепворт как пластический символ ее связи с ландшафтом

Что же означали линейчатые поверхности в графике и скульптуре Хепворт? Для нее использование струнного компонента было лишь одним из художественных средств – среди ее скульптур работы со струнами составляют небольшую часть, а среди графических и живописных работ много таких, в которых нет линейчатых структур. Для Хепворт главными были все составляющие: и материал, и фактура, и цвет, и свет, и пространство.

По описанию Хаммачера, «...она вкладывала в свои работы те ощущения, которые ей давала природа; они не были ни мистическими ни романтическими, но основывались на ее реальном наблюдении и переживании Корнуэльского ландшафта»[484]. Струны же, по словам самой Хепворт, выражали «...напряжение, которое она ощущала между собой и морем, ветром или холмами»[485].

Особенно интересовали Хепворт проблемы связи света и формы, проблемы соотношения внешней и внутренней формы, выявляемого светом. По ее ощущению, под действием лучей солнечного света и изменяющегося угла отбрасываемых теней открывается гармония внешнего и внутреннего, во взаимодействии пространства и объема обнаруживается энергия формы[486]. Натянутые струны, включенные в скульптуру, особенно усиливают это впечатление: благодаря им ежеминутно меняющееся положение теней[487] – как внутри формы, так и за ее

---

[484] *Hammacher A. M.* Ibid. P. 90.
[485] *Graves A. R.* Casts and Cjntinuing Histories: Material Evidence and the Sculpture of Barbara Hepworth significance / Barbara Hepworth reconsidered. P. 175.
[486] *Hepworth, B.* P. 27.
[487] Причем, прямолинейные элементы проецируются на *вогнутую* поверхность скульптуры с изменяющейся кривизной (рис. 2-53-1, а)

пределами – делает форму живой; время, таким образом, включается в нее как дополнительное измерение. Это отчетливо можно увидеть в городской скульптуре Winged figure, 1962, размещенной на открытой стене здания Джона Льюиса в Лондоне (рис. 2-53-1), и в Curved form (Bryher II), 1961, установленной в природном окружении.

То, что Хепворт практически до последних лет обращалась к «струнной» теме, свидетельствует о значимости тех связей, которые символически выражали струны в ее работах. Она говорила о напряжении (в значении «напряженной связи», силовых линий), возникающем между ней и природным ландшафтом, но не говорила, почему она изображает это напряжение неизменно именно в такой форме, почему в ее работах чаще всего присутствует именно эта структура.

В ходе мероприятий, связанных с проходившей весной 2012 г. в Музее Науки в Лондоне выставкой «Пересечения: Генри Мур и струнные поверхности» (Intersections: Henry Moore and stringed surfaces[488]) куратор Истории Науки Музея Науки Борис Жардин (Boris Jardine) высказал мнение о том, что «целое направление британского модернизма[489] берет начало в Математической Галерее [Музея Науки – О.Л.] – тенденция, которая сохранялась еще в 1962 г., когда «Крылатая Фигура» (Winged figure) Хепворт была установлена на внешней стене здания Джона Льюиса на Оксфорд Стрит»[490]. Это высказывание свидетельствует о том, что учеными лондонского музея науки формообразование в скульптуре Хепворт определенно связывается с линейчатыми поверхностями.

Однако, несмотря на то, что линейчатые поверхности в форме гиперболических параболоидов (как в Winged figure) присутствуют во многих графических и скульптурных работах Хепворт, нам представляется, что в ее творчестве они не являются результатом такого прямого заимствования из математических моделей поверхностей, как в случае Мура; у Хепворт они имеют совершенно иной, чем у Мура, более личный, характер, и в ее работах со струнами – зрелого периода творчества – на наш взгляд, меньше всего каких-либо следов научного происхождения. Возможно, что и впечатления от моделей, и ощущения силовых линий

[488] Об этом подробнее – выше, в разделе о Г. Муре.
[489] Б. Жардин имеет в виду струнную скульптуру Мура, Хепворт и Габо
[490] Numeracy campaign: art and maths on show. www.telegraph.co.uk ››Education › Make Britain Count

между ней и природным ландшафтом оказались слиты для Хепворт в этой структуре, которую можно воспринимать как пластический символ ее связи с миром.

2.2.6. Линейчатые поверхности как основа пластической системы А. Певзнера

2.2.6.1. Слагаемые нового представления о форме

Время, на которое пришлось становление А. Певзнера (1884-1962) как художника, было отмечено сложением новых представлений о пространстве и материи, которые оказывали воздействие на традиционное представление о форме в искусстве. Согласно Ж. Бернему, братья Певзнеры «были осведомлены об этих новых пространственно-временных представлениях»[491], которые им предстояло выразить в материальной форме. Способ формообразования Певзнера, основанный на линейчатых поверхностях, складывается в середине 1930-х, но возможно, его представление о форме сложилось не без влияния футуризма.

В 1913 г. Певзнер, живя Париже, видел выставку «архитектонических конструкций» Боччони[492]. Хотя Певзнер и говорил, что в то время она не произвела на него впечатления, Р. Олсон и А. Шанин считают, что работы, представленные на выставке, предопределили его последующий интерес к движению и новой эстетике[493]. Естественно предположить, что Певзнер видел и работу У. Боччони Development of a Bottle in Space[494], в которой отражено его стремление охарактеризовать новое ощущение пластичности, присущей объектам в состоянии движения[495], причем, она представляет собой «сочетание *поверхностей второго порядка*[496]»[497]. Не исключено, что впечатление от нее могло стать отправной точкой для последующих собственных поисков и открытий Певзнера, связанных с характером поверхностей и понятием «развертывания, развития» (*Develop*ment) в пространстве, которое стало, как можно судить даже по названиям работ –

---

[491] *Burnham J.* Beyond modern sculpture. P. 128.
[492] *Read H.* Modern sculpture. p. 110.
[493] *Olson R., Chanin A.* Ibid. P. 53.
[494] «Развертывание бутылки в пространстве»
[495] *Гидион З.* Пространство, время, архитектура. С 321.
[496] К ним относятся и линейчатые поверхности - однополостный гиперболоид и гиперболический параболоид
[497] *Гидион З.* С.322.

*Develop*able Surface, *Develop*able Column – важным для Певзнера (рис. 2-55).

В 1930 г. Певзнер обосновался в Париже, где прожил до конца жизни, став ведущим скульптором Франции. Бернар Дориваль, хранитель Национального Музея современного искусства (Париж), говорит о том, какое влияние оказала на Певзнера Эйфелева башня. По его словам, Певзнер был разочарован в кубизме, он никогда не говорил о Пикассо или Браке, но был страстно увлечен башней Эйфеля. Он ощутил ее как удар молнии, она стала «источником его скульптуры в металле»[498].

Таким образом, возможно, новое видение формы А. Певзнера сложилось под влиянием новых научных представлений о пространстве-времени (в том числе, и уже переработанных пластически футуристами) и впечатлений от Эйфелевой башни как символе современности, от ее «инженерной магии»[499]. Вместе с тем, определенная роль в сложении концепции формы Певзнера могла принадлежать и поразившей его в юности древнерусской иконописи с ее приемами обратной перспективы, где формы, как он впоследствии вспоминал, «...производя впечатление подвижности, появлялись иногда открытыми, иногда замкнутыми, и в то же время движущимися внутрь и наружу, опускающимися и поднимающимися, что давало ощущение самой жизни»[500]. Способом же воплощения этого нового видения Певзнера (которое, в частности, выражается в привнесении элемента движения в статичную по дизайну форму) стала новая, разработанная им самим, технология.

Жан Кассу дает творчеству А. Певзнера такую характеристику: «Новые материалы, новые формы, новые ритмы, новые концепции пространства, экспрессия движения во всем, чем он занимался, тотальное обновление искусства скульптуры, – таковы главные черты работы геометра, инженера и поэта...»[501] (Ж. Кассу называет Певзнера геометром – возможно, потому, что в работе, в том числе и в

---

[498] Entretien avec Bernar Dorival par Doina Lemny, le 26 avril 2001 / Antoine Pevsner dans les collection du Centre George Pompidou. P. 19.
[499] Sculpture of Princeton University. Princeton University P. 40. princeton.edu›…princeton…LittleBookSculpture.pdf
[500] *Olson R., Chanin A.* Ibid. P. 52.
[501] *Marcade J.-C.* Pevsner, son itineraire createur: de la representation a la construction / Antoine Pevsner dans les collection du Centre George Pompidou, Musee national d'art modern. Centre Pompidou, 2001. P. 23.

живописи, он использовал линейку и циркуль[502]).

2.2.6.2. Технология как основа формообразования

Согласно Бернему, Певзнер в интервью французскому журналу об искусстве «Глаз» (*L'Oeil*) в 1956 г. говорил, что начал поиски нового вида поверхности в 1930-е годы. Бернем упоминает набросок 1933 г., показывающий разворачивание наклонных лучеобразных линий, как иллюстрацию новой техники, придуманной Певзнером, которая была воплощена в конструкции 1935 г.; один участок в ней представляет собой гиперболический параболоид[503]. Бернем здесь же замечает, что в это же время в Париже на съезде инженеров-конструкторов обсуждались перспективы конструкций в форме гиперболического параболоида[504] (прил. 2-32). На наш взгляд, интересен сам по себе тот факт, что Ж. Бернем связывает процессы поиска новых форм, происходящие одновременно в скульптуре и инженерно-конструкторской сфере.

Технология создания скульптуры Певзнера необычайно сложна, и об этом говорят многие исследователи. Так, по описанию Ж. Бернема, «певзнеровская техника конструирования поверхностей из уложенной в ряд бронзовой проволоки, связанная с разными температурами пайки, требовала исключительной степени мастерства и терпения; результатом этого становилась серия экзотических, переходящих друг в друга поверхностей»[505].

Как пишет Ж.-К.Маркадэ, инструментами Певзнера были кислородный баллон и паяльная лампа. Он соединял посредством пайки или сварки стержни из латуни, цинка, меди и бронзы и затем шлифовал напильником[506]. Сам Певзнер так говорит о сложности своей технологии: «...нужно знать точно, как различные металлы и материалы ведут себя при накаливании. Я работаю с открытым огнем: нужно учитывать случайности пламени, разные сопротивления. Я должен быть

---

[502] Entretien avec Bernar Dorival par Doina Lemny. Ibid. P. 22.
[503] *Burnham J*. Ibid. p. 139. Бернем не уточняет, о какой именно работе Певзнера идет речь, но важно то, что он говорит о появлении в его скульптуре линейчатых поверхностей.
[504] *Burnham J*. Ibid. p. 139.
[505] *Burnham J*. Ibid. p. 139.
[506] *Marcade J.-C*. Ibid. p. 31.

одновременно и художником, и инженером, и скульптором»[507].

Бернар Дориваль, по его словам, был «озадачен его техникой»[508] и просил (в пору его знакомства с Певзнером в 1948-1949) разрешения увидеть процесс в его мастерской. Певзнер, хотя и не любил работать в присутствии кого-либо, пригласил его в свою мастерскую и разрешил наблюдать процесс сварки стержней. Дориваль характеризует этот процесс работы на открытом огне как чрезвычайно трудный и длительный, и этим объясняет относительно небольшое количество работ Певзнера (Певзнер никогда не создавал серий)[509].

В отечественном искусствоведении технология создания скульптуры Певзнера практически не рассматривается или трактуется не совсем корректно. Так, в описании скульптуры «Феникс»[510] (1957 г.), сказано, что Певзнер «обратился к использованию искривленных плоских поверхностей металла, покрытых фактурным рисунком из параллельных линий. Для их получения скульптору приходилось с помощью газовой горелки припаивать бронзовую или латунную проволоку, иногда полностью расплавляя ее, чтобы придать плоскостям нужный изгиб. Эти линии олицетворяли внутренние силы, скрытые в плоти материала, а их ритм создавал иллюзию движения в статичной и замкнутой пластической форме. Так, узкие и вытянутые элементы скульптуры "Феникс", созданные силой огня, напоминают о раскрывающихся крыльях фантастической птицы, возрождающейся из пепла»[511]. В действительности пространственная кривизна поверхностей в работах Певзнера создается посредством спаивания прямолинейных стержней между собой[512], – и хотя это видно невооруженным глазом, эту «диалектику» трудно воспринять (возникает когнитивный диссонанс), а «фактурный рисунок из параллельных линий» – это не что-то, привнесенное извне, а сама структура – тонкие грани спаянных стержней (рис. 2-56).

Трудности в восприятии конструктивного метода Певзнера возникают и у некоторых зарубежных специалистов. Об этом можно судить по тому вопросу,

---

[507] *Marcade J.-C.* Ibid. p. 31.
[508] Entretien avec Bernar Dorival par Doina Lemny. Ibid. p. 19.
[509] Entretien avec Bernar Dorival par Doina Lemny. Ibid. p. 22.
[510] Скульптура была представленана выставке «Отечество мое – в моей душе», состоявшейся в Москве, в Музее изобразительных искусств им. А.С. Пушкина 3 декабря 2013 г. – 16 февраля 2014 г.
[511] *Толстой А*. Европа и Америка: от реализма до авангарда / Отечество мое – в моей душе. Москва, 2013.С. 114.
[512] Но – не припаивания стержней к плоскости и не изгибанием плоскостей.

который Дойна Лемни (историк искусства, специалист по скульптуре XX века) задает вопрос Rene Massat (арт-критик) в интервью с ним: «в какой момент Певзнер изгибал металлические прутья: до или после спайки?»[513].

В 1945 г., размышляя о поиске своего пути в искусстве, Певзнер в письме Габо говорит, что он думал над тем, каким образом он мог бы сохранить свою индивидуальность в сфере искусства (он хотел быть независимым от всех «измов»). Он считал, что материалы не должны доминировать в конструкции, нужна новая система создания скульптуры, чтобы справиться с материалами, какими бы они ни были (особенно это касается материалов промышленных и штампованных), – система, которая бы позволила так размещать части конструкции в пространстве (и с помощью пространства), чтобы они могли быть одинаково освещены, чтобы свет мог «пронизывать насквозь каждую форму раздельно», и чтобы они могли отражать свет, «не позволяя ему застыть»[514].

И Певзнеру удалось создать такую систему. Основой ее стало конструирование скульптуры из отдельных стержней металла, складывающихся в линейчатые поверхности. Можно видеть развитие этой системы: от первой, «Конструкции для аэропорта», где способ формообразования на основе линейчатых поверхностей только зарождается, до последней, «Пространственной конструкции в третьем и четвертом измерениях»[515] 1961 г. (здесь использованы не проволока и не стержни, а тонкие пластины металла – это хорошо видно на увеличенном фрагменте, рис. 2-57).

Эта система позволила Певзнеру создавать композиции разного характера: совершенно открытые (Проекция в пространство, 1938-1939) и более замкнутые, с «внутренней жизнью» (Germe, 1949) – монофигурные (рис. 2-58); и – полифигурные (Колонна Мира, 1954 – рис. 2-56). Но неизменно художник организует «движение» прямой (присоединяя посредством пайки или сварки каждый следующий элемент) таким образом, что образующиеся при этом поверхности представляются вовлеченными в непрерывное движение, деформированными скручиванием.

---

[513] Entretien avec Rene Massat par Doina Lemny. P. 16.
[514] Correspondance d'Antoine Pevsner et Naum Gabo. Archives de la Tate Gallery, Londres. Presentation et traduction de Jean-Claude Marcade / Antoine Pevsner dans les collection du Centre George Pompidou. P. 35.
[515] Экспонат Национального музея современного искусства, Париж.

Являясь центром и материальной основой этой пластической системы, линейчатые поверхности Певзнера – благодаря уникальной технике их создания – привносят в скульптуру и своеобразную фактуру – «рифленую» поверхность. Г. Рид характеризует эту фактуру работ Певзнера из спаянных стержней как живописную[516]. Это впечатление усиливается патиной, создающей «переливы цвета: от зеленого до красно-фиолетового и медного»[517].

Композиционная организация поверхностей в скульптуре Певзнера дает простор и для возникновения разнообразных светотеневых и цветовых эффектов: блеска, отсветов, мерцания разной интенсивности, обусловленных падением световых потоков под разными углами и их отражением. Ж.-К. Маркадэ называет это явление певзнеровским «лучизмом», видя в нем сходство с «лучизмом» Ларионова 1912-1914 гг.[518]. Тени и свет перекликаются, играют, поглощают и рассеивают части скульптуры, поверхности дематериализуются, оживляя и облегчая ее массу[519].

2.2.6.3. Математика в скульптуре Певзнера. Проблема понятий

У Певзнера есть ряд работ, в названии которых присутствует определение «развертывающаяся» (Developable); это – «Развертывающаяся поверхность» (Developable Surface), «Развертывающаяся колонна» (Developable Column). Эти названия могут вводить в заблуждение, поскольку «развертывающиеся» (Developable) – это (в математике) поверхности, изометричные плоскости, то есть те, которые могут быть развернуты на плоскости: конус, цилиндр, а «неразвертывающиеся» (Nondevelopable) – соответственно, поверхности, неизометричные плоскости; к ним относятся гиперболический параболоид, гиперболоид и коноид – и они никак не могут быть совмещены с плоскостью без надрезов и складок.

В действительности основу этих работ Певзнера составляют неразвертывающиеся поверхности (Nondevelopable Surface), и именно «неразвертываемость» обеспечивает богатство их пластики[520]. Вероятнее всего, Певзнер дал название

---

[516] *Read H.* Ibid. P. 112.
[517] Entretien avec Rene Massat par Doina Lemny. Ibid. P. 16.
[518] *Marcade J.-C.* Pevsner, son itineraire createur: de la representation a la construction. Ibid. P. 31.
[519] *Marcade J.-C.* Ibid. P. 32.
[520] Хотя, наверное, в его скульптуре можно отыскать отдельные участки с «развертывающимися» поверхностями –

своей скульптуре (Developable), не вдаваясь в его значение с точки зрения математики, поскольку по смыслу скульптуры Певзнера соответствует этому названию – в них отражен процесс развития, разворачивания, «развертывания» в пространстве[521] (как в Development of a Bottle in Space У. Боччони), но в то же время не соответствуют, и даже противоречат смыслу этого понятия в геометрии[522].

Помимо «математических» названий, сам способ создания скульптур, приводящий к образованию поверхностей, фрагменты которых имеют сходство с конкретными линейчатыми поверхностями (так, например, части «Колонны Мира» и участок Developable Column – с гиперболоидом, рис. 2-59; участки «Sense du movement d'une construction spatial» и «Developable surface» – с гиперболическим параболоидом, рис. 2-60 и 2-28), заставляет некоторых исследователей думать, что здесь без математики не обошлось. Ж. Бернем отмечает, что «Певзнер на протяжении всей жизни категорически отрицал это»[523]. Певзнер отрицал использование какого бы то ни было научного метода; он утверждал, что, напротив, творил исключительно по воображению. Он, в частности, говорил: «Я никогда не применял математику в искусстве. Вся моя работа основана на убежденности в том, что существует "форма пространства"»[524] (что близко представлению Флоренского, который полагал, что «художественная суть предмета искусства есть строение его пространства, или формы его пространства»[525]).

Согласно Бернему, в 1952 г. студенты и профессора Сорбонны потратили много времени и усилий, проводя измерения конструкций Певзнера с целью определить, содержат ли они «признаки соответствия математическим системам или формулам. Во всех случаях результат был отрицательным»[526]. В действительности, как нам представляется, Певзнеру как художнику достаточно было интуитивно осознать формообразующий потенциал прямолинейных элементов, чтобы использовать его для решения пластических (а не математических) задач.

как связующее звено между «неразвертывающимися».

[521] Так же, как и у Боччони – «Разворачивание бутылки в пространстве».

[522] Подробнее об этом противоречии – прил. 2-33.

[523] *Burnham J.* Ibid. p. 139.

[524] *Lemny D.* Catalogue des oeuvres. Sculpture – Peintures – Dessins / Antoine Pevsner dans les collection du Centre George Pompidou. P. 78.

[525] *Флоренский П. А.* Анализ пространственности и времени в художественно-изобразительных произведениях. – М.: Издательская группа «Прогресс», 1993. С. 70.

[526] *Burnham J.* Ibid. p. 139.

2.2.6.4. Габо и Певзнер: проблема первенства. Способ создания пространственной кривизны в скульптуре как признак стиля

Как пишет Г. Рид, связь между работами двух братьев является предметом многочисленных споров и разных толкований[527]. Вместе они выработали основные принципы конструктивной формы, изложив их в «Реалистическом манифесте» в 1920 г. (хотя впоследствии каждый стремился доказать свое единоличное авторство[528]). «Первые конструкции Певзнера повторяли ранние эксперименты Габо, и только мало-помалу освобождаясь от влияния брата, Певзнер развил свой индивидуальный стиль в скульптуре»[529].

Рид считает работы Габо и Певзнера «индивидуальными и характерными»[530]. Особенно он отмечает расхождение стилей Габо и Певзнера с тех пор, как разошлись их пути (оба в 1930-е жили в Париже: Габо в 1936 г. уехал в Лондон, Певзнер остался до конца жизни). Тем не менее, общее в их стилях – это линия как формообразующий элемент в скульптуре, и именно эта общность способа формообразования породила проблему первенства.

Из исследований H&L[531] известно, что отношения братьев отравляла профессиональная ревность, особенно в последние годы жизни Певзнера. Габо считал, что брат пользуется его идеями, и был возмущен тем, что Певзнер по прошествии времени изменяет даты создания своих объектов на более ранние, что ставит Певзнера в положение первооткрывателя. В частности, это касалось датирования Певзнером конструкции Tangential Lines: High Relief 1934 г., что для Габо было свидетельством того, что брат пытается скрыть его, Габо, приоритет в этом вопросе. Как полагают H&L, Габо ощущал, что такие работы Певзнера как Tangential Lines (рис. 2-61) и Construction for an Airport[532] (рис. 2-57) могли быть инспирированы его собственной работой Construction in Space: Crystal, которую

---

[527] *Read H*. Modern sculpture. P. 110.
[528] *Hammer M., Lodder C*. Constructing modernity. p. 429.
[529] *Read H*. Ibid. P. 110.
[530] *Read H*. Ibid. P. 112.
[531] *Hammer M., Lodder C*. Constructing modernity: the art and career of Naum Gabo. Yale University Press. New Haven & London. 2000. 528 p.
[532] Даже если это так, в обеих этих работах Певзнер использовал прямолинейные стержни для создания поверхностей пространственной кривизны, в то время как Габо работал только с плоскими поверхностями.

он показал в Париже летом 1937 г..

В 1957 г. в своей аннотации к скульптуре Певзнера для Tate Britain Габо подчеркивал, что в художественном отношении Певзнер фактически обязан его, Габо, новой конструкции, а именно, Spheric Theme, которую Певзнер видел во время своего посещения Лондона в 1938 году[533]. В этом же году он опубликовал открытое обвинение в адрес Певзнера (связанное главным образом с датированием Певзнером работ более ранним числом) – Габо обвинил его в «фальсификации истории Конструктивизма»[534].

Хаммер и Лоддер, как нам представляется, считают несомненным стилистическое первенство Габо, однако, включение в понятие *стиля* способа создания пространственной кривизны делает этот вопрос дискуссионным.

Так, Spheric Theme (рис. 2-61, г) Габо, которую он считает прототипом Developable Surface (рис. 2-61, в) Певзнера, представляет собой «развертывающуюся» поверхность, в отличие от Developable Surface Певзнера, которая, вопреки названию, является «неразвертывающейся»! Причем, «развертываемость» Spheric Theme подтверждена «диаграммой, показывающей, как Spheric Theme сделана»[535] – попросту, *плоской* разверткой поверхности, которая представляет собой два круга с вырезанными из центра круглыми же отверстиями – то есть, два широких кольца (рис. 2-62). Таким образом, объединяют Spheric Theme Габо и Developable Surface Певзнера только так называемая «гравировка» (наличие прямых на поверхности), принципы же создания кривизны этих работ совершенно разные. Габо получает пространственную кривизну из *плоскости*, в то время как Певзнер создает ее, *минуя стадию плоскости* – из прямолинейных элементов (образующих неразвертывающиеся линейчатые поверхности) своим собственным методом. При этом гравировка Габо – это декоративный элемент, а «гравировка» Певзнера является производной способа формообразования. Сам Габо пришел к созданию неразвертывающихся поверхностей только в 1942, в Линейной Конструкции № 1.

---

[533] *Hammer M., Lodder C.* Constructing modernity. P. 429.
[534] *Hammer M., Lodder C.* Constructing modernity. P. 429.
[535] *Hammer M., Lodder C.* Constructing modernity. P. 265.

2.2.6.5. Линейчатые поверхности Певзнера: конструирование человеческого

В советском искусствоведении относительно скульптуры Певзнера было высказано суждение, что практически все его работы «напоминают сложные математические фигуры, выполненные из красивых современных материалов: пластики, целлулоид, стекло, нейлон, – они отличаются изяществом и отточенностью форм, однако человек, с его мыслями, чувствами, полностью изгнан отсюда»[536].

С этим суждением можно согласиться лишь отчасти. Во-первых, в этом перечне материалов не хватает главного: металл (в виде проволоки, стержней или пластин) был основным материалом Певзнера в последние как минимум двадцать пять лет жизни. Во-вторых, в своем движении к абстракции (с помощью технологии, основанной на линейчатых поверхностях) Певзнер стремился выразить значимые для него сущностные характеристики реальности. О том, что было важным для него, можно судить, в том числе, и по названиям работ, и по тому, что сам Певзнер говорил о них, – и это дает основание полагать, что человек все же не совсем «изгнан» из них. На этом пути Певзнер создавал – посредством линейчатых поверхностей – работы с вполне органическими названиями: «Черная лилия» (Le lis noir, 1943), «Конструкция в яйце» (Construction in the Egg, 1948), «Эмбрион» (Germe,1949), имеющие, к тому же образное сходство с объектами естественного мира (что можно обнаружить и в конструкциях с абстрактными именами: Monde, 1947; Sense du movement d’une construction spatiale, 1956; Vision spectral, 1959) – (рис. 2-63).

Интересно, что при описании этих работ западные искусствоведы нередко используют термины, свойственные скорее медицине, анатомии, физиологии. Так, в описании Germe (эмбрион, начало) французского историка искусства Э. Лебон присутствует эротический подтекст, кроме того, форму она сравнивает с «сердцем, разрезанным скальпелем анатома, бьющимся, трепещущим...»[537] (рис. 2-58, б; 2-63,в); форма ассоциируется у нее и с беременностью. Э. Лебон считает, что Певзнер, «преодолев антагонизм между фигуративным и абстрактным, сумел соз-

[536] *Стародубова В. В.* Искусство Франции 20 века (скульптура). Всеобщая история искусств. Том 6, кн. 1. С. 119.
[537] *Lebon E.* Catalogue des oeuvres. P. 50.

дать в искусстве нечто такое, что <…> корреспондирует с миром человека»[538].

О *Monde* (мир) Д. Лемни пишет, что, несмотря на блеск металла, он представляется живой, органической композицией благодаря мягким кривым и цвету патины; она считает, что в нем содержится идея беременности. Сам Певзнер говорил, что «главная идея *Monde* – внешняя форма, окутывающая и защищающая семя, находящееся внутри»[539]. Д. Лемни предполагает, что в этих словах в этих словах имплицитно выражена мысль Певзнера не только о скульптуре, но и о сотворении мира[540] (рис. 2-63, е).

Главным содержанием последней работы Певзнера – «Пространственная конструкция в третьем и четвертом измерениях» (1961), является движение. В этой работе Певзнер, как и многие художники, воспринявшие научную идею неразделимости пространства и времени, под четвертым измерением подразумевает время[541]. Вздымающиеся поверхности создают ощущение непрерывного движения, происходящего в самой скульптуре. Это впечатление предопределено самой конструкцией скульптуры, состоящей из двух похожих, но неодинаковых частей, поставленных одна на другую, в которых можно увидеть одновременно две фазы этого движения, а двигаясь вокруг – ощутить словно бы деформированность фигуры скручиванием (рис. 2-64).

Примечательно, что в 1958 г. Ален Жоффруа (Alain Jouffroy), – писатель, поэт, художник, историк искусства, – отметил, что работы Певзнера «разворачиваются в пространстве в соответствии с человеческими ритмами (а не математическими)»[542] (само по себе утверждение – дискуссионное, поскольку многие «человеческие ритмы» могут быть описаны с использованием математического аппарата, тем не менее, в нем, возможно, выражено стремление оградить Певзнера от вменяемой ему связи с математикой).

Сопоставление же работ Певзнера с фотоработами Э.-Ж. Маре, запечатлевшими с помощью хронофотографии движения человека (складывающиеся в виртуальные линейчатые поверхности), на наш взгляд, позволяет увидеть в них

---

[538] *Lebon E.* Ibid. P. 50.
[539] *Lemny D.* Catalogue des oeuvres. P. 45.
[540] *Lemny D.* Ibid. P. 45.
[541] *Lemny D.* Ibid. P. 66.
[542] *Lemny D.* Defier l'espace et le temps / Antoine Pevsner dans les collection du Centre George Pompidou. P. 12.

свойственные человеку ритмы (рис. 2-65, 2-66).

2.3. Признаки формального и образного сближения архитектуры и скульптуры с использованием линейчатых поверхностей

Формообразование с использованием линейчатых поверхностей в скульптуре Мура, Габо, Хепворт и Певзнера в конце 1930-х начале 1940-х складывается хотя и после, но – независимо от архитектурного и не без влияния (формального) математических моделей поверхностей, с которыми все эти художники были знакомы. В то время как факторами использования линейчатых поверхностей в архитектуре являются и механические, и пластические их качества, для скульптуры, в большинстве случаев, определяющими являются последние[543].

Нам представляется, что формообразование на основе линейчатых поверхностей в архитектуре и скульптуре в целом развиваются независимо друг от друга. Можно было бы сделать предположение, что совместное участие М. Бройера и Н. Габо[544] в воссоздании городской среды послевоенного Роттердама могло повлиять на «перетекание» способа формообразования из скульптуры (Bijenkorf Construction) Габо[545] в архитектуру М. Бройера (прил. 2-35), связанную с использованием линейчатых поверхностей (хотя прежде развивавшуюся в русле интернационального стиля) второй половины 1950-х (навес над входом в здание ЮНЕСКО, частные дома с покрытием в форме гиперболических параболоидов, Lehman College; были и проекты, оставшиеся нереализованными – рис. 2-67) и 1960-х годов (церковь Saint Francis de Sales в Мичигане, Монастырь Благовещения в Бисмарке). Однако, сам Бройер говорил, что на него оказал большое влияние П. Л. Нерви (с которым он сотрудничал в проекте ЮНЕСКО), – в частности, его парящие тонкостенные оболочки, и Р. Майяр, лиричные и элегантные железобетонные

---

[543] за исключением тех случаев, когда линейчатые поверхности являются структурными единицами скульптуры, как, например, гиперболические параболоиды в «Ouverture au Monde» А. Дуарте.

[544] Бройер в 1953 г. получил заказ на проектирование городской площади Bijenkorf – создание универмага, с которым должна была быть композиционно связана скульптура; для ее создания он выбрал Габо – из двух рекомендованных Ван Дусбургом кандидатур (Певзнера и Габо)

[545] А. В. Иконников говорит о *заимствовании визуальных признаков формы* ***скульптурой*** *у архитектуры* (прил. 2-34), нам же представляется эта позиция дискуссионной: не исключено, что в случае использования линейчатых поверхносей в скульптуре это «*заимствование»* только кажущееся, т. к. известно об определенной роли математических моделей поверхностей в развитии этого направления формообразования в скульптуре.

мосты которого Бройер видел в Швейцарии в 1930-е годы[546] (интересно при этом отметить, что на фотографии 1939 г. комнаты в доме Бройера в Линкольне (Массачусетс) запечатлен табурет *гиперболоидной* конструкции (рис. 2-68).

Вместе с тем, есть отдельные примеры разного характера, показывающие признаки «схождения» архитектуры и скульптуры с использованием линейчатых поверхностей, в том числе в творчестве Бройера. В частности, это касается совершенно необычного для архитектуры использования им гиперболического параболоида – в баннере колокольни[547] монастыря Благовещения в Бисмарке (рис. 2-69) – в качестве скульптурного элемента (рис. 2-70, а, б). Свободно стоящая колокольня высотой в 100 футов, доминирующая над невысоким ансамблем монастыря, «текстурирована бетоном» – так характеризует «отделку» баннера колокольни гиперболическими параболоидами автор исследования творчества Бройера[548] (причем, их вертикальная «текстура» контрастирует с горизонтальными полосами на гладкой плите, – и те и другие образованы опалубкой[549]).

Этот элемент «отделки» композиционно связан с часовней монастыря, конструкция крыши которой представляет собой систему гиперболических параболоидов (рис. 2-70, г; 2-71, а). Для создания кровли в качестве модуля М. Бройер использовал структуру умеренно напряженной пластики: два гиперболических параболоида, соединенных по длинной стороне, закреплены на одной опоре, образуя своего рода блок, всего их четыре (рис. 2-70, г), так что кровля часовни представляет собой сложную в композиционном и конструктивном плане комбинацию из восьми *гиперболических параболоидов*. Блоки соединены между собой таким образом, что в местах стыковки (по центру кровли) в интерьере часовни образуются «гребни» (продольный и поперечный швы), складывающиеся в крест. Опоры интегрированы в боковые стены капеллы так, что выступают из стены главным образом с наружной стороны (рис. 2-70, д). От креста в направлении

---

[546] Breuer Marcel: Design and Architecture. Publisher: Vitra Design Museum. 2003. P. 393.

[547] Колокольня, доминирующая в композиции монастыря, представляет собой 100-футовую башню, которая удерживает плоскость баннера (к которой примыкают гиперболические параболоиды - накладные) вместе с крестом, вырезанным в ней, и колоколом внизу. Один из них проходит по всей высоте колокольни, он ориентирован таким образом, что верхним краем соприкасается с плоскостью баннера, а нижним – подходит к перпендикулярной ей плоскости базы баннера у подножия колокольни; второй ориентирован так же, но гораздо меньше по размеру (он распространяется только на длину, чуть превышающую длину вырезанного креста).

[548] *Hyman I.* Marcel Breuer, Architect: The Career and the Buildings. Publisher: Harry N. Abrams (N-Y), 2001. P. 224.

[549] *Hyman I.* Ibid. P. 224.

опор (спрятанных в боковых стенах) гиперболические параболоиды словно «провисая», спускаются, образуя волнообразную крышу. Крыша доминирует в этом пространстве без видимых опор, направляя взгляд к алтарю[550].

В интерьере часовни над алтарем расположен небольшой навес (рис. 2-71, а), с точки зрения конструкции представляющий собой коноид (напоминающий по форме навес у входа в здание ЮНЕСКО). Таким образом, эту работу М. Бройера можно рассматривать как пример синтеза архитектурных и скульптурных форм в ансамбле на основе линейчатых поверхностей.

Некая связь скульптуры и архитектуры (возможно, свидетельствующая о самостоятельной, независимой логике развития художественного процесса) прочитывается, на наш взгляд, и в том факте, что в 1956 г. фирма Филипс, сделав заказ Б. Хепворт на авангардное произведение для своей штаб-квартиры в Лондоне, в котором должны быть соединены наука и искусство, получает кинетическую скульптуру «Orpheus», внутреннее пространство которой моделировано гиперболическими параболоидами; а в 1958 г. эта же фирма заказывает Ле Корбюзье павильон для Всемирной ярмарки в Брюсселе, который должен был продемонстрировать технологическую мощь компании, и получает футуристического вида оболочку на основе этих же структур (рис. 2-72).

Таким образом, в конце 1950-х ответом на запрос самой передовой в области электроники фирмы «Филипс» создать *авангардное произведение* становятся объекты (скульптурный – «Orpheus» Б. Хепворт 1956 г. и архитектурный – павильон Я. Ксенакиса 1958 г. в Брюсселе) с использованием одних и тех же структур – гиперболических параболоидов, что может свидетельствовать о некой общности – формальной и образной – в развитии архитектуры и скульптуры.

З. Гидион, говоря о формообразовании в середине XX века, замечает, имея в виду, в частности, капеллу в Роншане Ле Корбюзье[551], что «архитектура приближается к скульптурной пластике, а пластика к архитектуре»[552] (согласно И. В.

---

[550] По материалам выставки «Marcel Breuer (1902-1981): Design and Architecture» (проект Vitra Design Museum), состоявшейся летом 2013 г. в Музее памятников в Париже.

[551] А тот факт, что Ле Корбюзье в линейчатых поверхностях скульптуры Певзнера мог увидеть модель опалубки для своей архитектуры, может свидетельствовать о сближении представлений о форме в скульптуре и архитектуре.

[552] *Гидион З.* С. 25.

Эрну, «...пластическая законченность форм церкви доведена до степени скульптуры»[553]). Особенно явно это сходство архитектурной и скульптурной пластики, о которой говорит Гидион, проявляется в рамках одного способа формообразования (посредством линейчатых поверхностей). Сопоставляя, например, церковь в Куэрнаваке Ф. Канделы (1958 г.) и скульптуру А. Певзнера «Пространственная конструкция в третьем и четвертом измерении» (1961 г.) можно увидеть, что нижняя часть скульптуры Певзнера – будь она увеличена – по форме могла бы сравниться с опалубкой для церкви Канделы. Таким образом, архитектура Канделы и скульптура Певзнера, развиваясь независимо друг от друга, в середине XX века приходят к схожим формам (рис.2-73).

Интересно отметить, что во время награждения А. Певзнера Орденом Почетного Легиона 12 апреля 1961 г. Жорж Салль, французский историк и теоретик искусства, сказал, что Певзнер «изобрел скульптуру – полую, наподобие архитектуры»[554], что корреспондирует с высказыванием З. Гидиона.

Выводы главы 2

1. Формообразование на основе линейчатых поверхностей в архитектуре может быть представлено тремя этапами: начальный (конец XIX в. – первая треть XX) – это главным образом инженерные конструкции Шухова и работы Гауди, основанные на традиционной «каталонской технике» каменной кладки; инженерный (1930-1940-е гг.), связанный с именами Б. Лафая, Е. Аймонда (E. Aimond), Э. Торрохи, – ставший фундаментом третьего (преимущественно «железобетонного»), начавшегося в 1950-е годы, этапа формообразования, который продолжается и в настоящее время.

2. Линейчатые поверхности, в особенности поверхности двоякой кривизны, сами по себе обладающие эстетическим началом, являются генератором формы и позволяют выдающимся инженерам (как, например, Э. Торрохе), не будучи архитекторами, «творить архитектуру чистой структурой». Пример – стадион Сарсу-

[553] *Эрн И. В.* Архитектура Франции / Всеобщая история архитектуры в 12 т. Т. 11: Архитектура капиталистических стран XX в./Под ред. А. В. Иконникова (отв. ред).–М.:Издательство литературы по строительству,1973. С. 103.
[554] *Lemny D.* Defier l'espace et le temps / Antoine Pevsner dans les collection du Centre George Pompidou. P. 12.

элла, покрытие которого представляет собой комбинацию секций гиперболоида.

3. Первыми архитекторами, применившими (первая половина 1950-х) гиперболический параболоид – как выдающуюся с точки зрения и пластики, и возможности перекрытия протяженного пространства конструкцию – были Э. Каталано в Америке и Ф. Кандела в Мексике: они использовали, соответственно, клееную фанеру в покрытии (признанном авангардным) собственного дома; и железобетон – в покрытии церкви. Ими были разработаны и различные модульные конструктивно-композиционные схемы перекрытий посредством гиперболического параболоида.

Благодаря творчеству Ф. Канделы типология конструкций на основе гиперболического параболоида существенно обогатилась: его деятельность является примером того, как конструкция приводит к выразительной архитектуре промышленных зданий, церквей, ресторанов, объектов транспортной инфраструктуры и дизайна городской среды.

4. Конструкции на основе линейчатых поверхностей занимают существенное место в творчестве Ле Корбюзье. Не исключено, что это связано с влиянием Гауди – известно, что Ле Корбюзье впервые увидел (и зарисовал) использование линейчатых поверхностей в конструкции восхитившей его приходской школы во дворе Саграда Фамилиа во время посещения Барселоны в 1928 г. Возможно и то, что к этому способу формообразования его могли подтолкнуть работы А. Певзнера, в каталоге к первой выставке которого в 1947 г. Ле Корбюзье писал, что размышлял над формой своей так называемой акустической архитектуры, и видел ее как скульптуру, созданную на основе обшивки, в которую залит бетон.

Ле Корбюзье соединял в себе художника, скульптора и архитектора, и это позволило ему на основе линейчатых поверхностей (разного вида) создавать разные художественные образы: иррациональный, – используя коноид и гиперболический параболоид, – капеллы в Роншане; образ современности (торжества прогресса и технологии) – используя гиперболоид в конструкции зала Ассамблеи в Чандигархе (вместе с тем, все шедевры Ле Корбюзье это плод работы команды, в том числе и выдающихся инженеров, в частности, В. Бодянски, владевшего технологиями применения линейчатых поверхностей в авиастроении).

5. Формообразование на основе линейчатых поверхностей получило свое экстремальное для того времени выражение в павильоне фирмы «Филипс» на Международной ярмарке в Брюсселе (1958 г.): его конструкция базируется исключительно на линейчатых поверхностях, а автором архитектурного проекта является Я. Ксенакис – одна их крупнейших фигур в музыке авангарда XX столетия, инженер и архитектор. Ксенакис использовал линейчатые поверхности (гиперболические параболоиды) как формообразующее средство (позволяющее, к тому же, достичь эффекта непрерывности) в разных сферах искусства: как графическое – для записи «глиссандо» в музыке; как конструктивное и пластическое – в архитектуре павильонов Филипс и Диатоп; на базе этих же линейчатых поверхностей он создавал эфемерные свето-музыкальные пространства политопа «Монреаль» и Диатопа в Париже.

6. Начало использования способа формообразования в скульптуре, в котором одним из основных элементов (или основным элементом) являются линейчатые поверхности, связано с именами Г. Мура, Н. Габо, А. Певзнера и Б. Хэпворт. Несмотря на определенное формальное сходство, их работы имеют сущностные различия (обусловленные прежним художественным опытом скульпторов, тяготением их к тем или иным фундаментальным направлениям в искусстве). Различие базовых концепций предопределило особенности введения линейчатых поверхностей в формообразование этих художников, каждый из которых создал свой стиль в скульптуре XX века. При этом сама техника создания линейчатых поверхностей в скульптуре была заимствована ими, по мнению зарубежных исследований, из математических моделей линейчатых поверхностей.

7. Г. Мур первым (в 1937 г.) обратился к струнному моделированию, заимствовав этот метод из математических моделей поверхностей, увиденных им в Музее Науки в Лондоне (в его скульптурах может присутствовать по нескольку структур линейчатых поверхностей, в том числе – гиперболоиды и коноиды). Однако, для него моделирование с помощью струн было лишь временным отклонением от его главного направления – витализма. Очевидно, что виталистическая составляющая (в основе которой – определенная философия) в его скульптурных комбинациях со струнами оказалась намного содержательнее струнной (вдохнов-

ленной, возможно, в большей степени самой техникой создания математических моделей поверхностей, чем даже их пластическими характеристиками), что и привело в скором времени к отказу от последней.

Вместе с тем, в XXI веке учеными лондонского Музея науки и некоторых других научных организаций Великобритании скульптура Мура, а также работы Габо и Хепворт с использованием линейчатых поверхностей рассматриваются в контексте современных представлений о структуре Вселенной – теории струн.

8. Габо – несмотря на почти документальные свидетельства знакомства его с математическими моделями линейчатых поверхностей, и, более того, на формальное сходство с ними первых его работ такого рода, – отрицает их влияние на свое творчество. Габо создал совершенно новый вид скульптуры, форма и пространство которой моделируются посредством струн (образующих линейчатые поверхности – главным образом, гиперболические параболоиды).

На наш взгляд, этот способ формообразования – если требуются не прочностные характеристики линейчатых поверхностей, а только пластические – достаточно прост концептуально: движение прямой образующей вдоль двух направляющих, не принадлежащих одной плоскости, создает эстетически привлекательную пространственную кривизну, – и для его применения вообще не нужно знание математики, нужен композиционный подход, что и смог осуществить Габо.

Габо видел в линейчатых поверхностях средство для воплощения принципов органического роста, и это дает основания для сопоставления основ его творчества с основами творчества Гауди.

9. В отличие от Габо и Мура, у Хэпворт линейчатые поверхности являются формообразующим элементом не только в скульптуре, но и в графике, причем, сама Хепворт эти графические работы рассматривала не как эскизы к скульптуре, а как самостоятельный вид творчества (хотя впоследствии эти линейчатые поверхности нашли отражение в формах, создаваемых металлическими струнами во внутреннем пространстве скульптуры).

Отличительным свойством творчества Хепворт является ее особая связь с мирозданием, и струны явились выразителем этой связи: по словам самой Хепворт, они выражали «напряжение, которое она ощущала между собой и морем,

ветром или холмами», причем чаще всего эти «силовые линии», возникающие между ней и природным ландшафтом, она изображала в форме гиперболического параболоида. Говоря об этом способе формообразования Хепворт, искусствоведы и критики не называют характерные структуры, присутствующие в ее графике и скульптуре, линейчатыми поверхностями, хотя и описывают их как «структуры из повторяющихся прямых линий, которые образуют параболические кривые» (что отражает суть гиперболического параболоида).

В то же время учеными лондонского Музея науки этот вид формообразования в скульптуре Хепворт определенно связывается с линейчатыми поверхностями. Однако, несмотря на то, что линейчатые поверхности в форме гиперболического параболоида являются составным элементом многих графических и скульптурных работ Хепворт, вероятно, в ее творчестве они не являются результатом прямого, как у Мура, заимствования из математических моделей поверхностей. У Хепворт они имеют иной, более личный, характер.

10. Разработанная Певзнером уникальная технология создания поверхностей пространственной кривизны из прямолинейных металлических элементов методом сварки или пайки стала основой его пластической системы, позволившей ему реализовать свои представления о композиции в скульптуре, касающиеся, в частности, пространственного расположении частей (что позволяет им взаимодействовать со светом, производя разнообразные светотеневые и цветовые эффекты) и привнесения элемента движения в статичную по дизайну форму.

Присутствие математических названий в скульптуре Певзнера[555] не является свидетельством использования им математики. Используя линейчатые поверхности как формообразующее средство, он решал не математические, а пластические задачи. Певзнеру и не требовалось привлечение математики: ему как художнику достаточно было интуитивно осознать формообразующий потенциал прямолинейных элементов, остальное уже было «делом техники» (технологии), которую он и разработал.

Существовавшая в советском искусствоведении точка зрения на скульптуру Певзнера, что человек из нее «изгнан», представляется недостаточно обоснован-

[555] к тому же, противоречащих – с точки зрения математики – характеру создаваемых им поверхностей.

ной. На наш взгляд, сопоставление ритмов, создающих «Пространственную конструкцию в третьем и четвертом измерениях», с фотоработами Э.-Ж. Маре, запечатлевшими движения человека (складывающиеся в виртуальные линейчатые поверхности), позволяет увидеть в этой работе Певзнера, как и во многих других, свойственные человеку ритмы.

Общность способа формообразования Габо и Певзнера породила споры относительно того, кому принадлежит первенство в создании современной скульптуры. Хотя Габо считал первооткрывателем себя, то обстоятельство, что Певзнер пришел к пластике неразвертывающихся поверхностей – что, собственно, и составляет основу стиля – гораздо раньше, чем Габо, на наш взгляд, делает этот вопрос дискуссионным.

11. Все эти художники создавали образы пространства, но каждый – своего. У Габо конструкция в большинстве случаев формирует пространство замкнутого характера, при этом она проницаема, она словно бы является иллюстрацией, говоря словами Гидиона, «взаимопроникновения внутреннего и внешнего пространства». У Певзнера сохраняется значение массы, но при этом конструкции динамичны, открыты светотеневым эффектам, облегчающим массу, и чаще направлены вовне. У Хепворт линейчатые поверхности моделируют пространство, ограниченное массивной частью скульптуры, делая его частично проницаемым, и вместе с тем, символизируют ее собственные связи с пространством.

12. Архитектура и скульптура на основе линейчатых поверхностей развиваются, по нашему представлению, независимо друг от друга, тем не менее, в середине XX века появляются свидетельства некоего их «схождения», пересечения. Примером того, что архитектура и скульптура приходят к схожим формам, являются церковь в Куэрнаваке Ф. Канделы (1958 г.) и нижняя часть скульптуры А. Певзнера «Пространственная конструкция в третьем и четвертом измерении» (1961 г.). Последняя – будь она увеличена – могла бы сравниться с опалубкой для церкви Канделы. Далее, тот факт, что в конце 1950-х средством создания авангардной формы, которая должна была символизировать соединение технологий и

искусства[556], явились линейчатые поверхности (гиперболические параболоиды): в скульптуре («Orpheus» Хепворт, 1956) и в архитектуре (павильон «Филипс» Я. Ксенакиса в Брюсселе, 1958), – может служить примером некоторого *формального и образного* сближения архитектуры и скульптуры.

Примером некоего «схождения» архитектуры и скульптуры является использование структур линейчатых поверхностей с исключительно *пластическими целями архитектором* М. Бройером – в скульптурных формах (композиционно связанных с архитектурными формами, включающими те же структуры) в комплексе монастыря Благовещения (начало 1960-х) в Бисмарке, что можно рассматривать как своего рода *синтез* архитектуры и скульптуры на основе линейчатых поверхностей.

В свою очередь, тот факт, что линейчатые поверхности скульптуры Певзнера могли послужить источником архитектуры Ле Корбюзье, может свидетельствовать о сближении в середине XX века *представлений о форме* в архитектуре и скульптуре.

[556] По заказу фирмы Филипс, самой передовой в то время в области электроники

Глава 3. ТИПОЛОГИЯ ЛИНЕЙЧАТЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ КАК ФОРМООБРАЗУЮЩИХ СТРУКТУР В АРХИТЕКТУРЕ, ИСКУССТВЕ И ДИЗАЙНЕ

3.1. Основы предлагаемой типологии: структуры линейчатых поверхностей и области искусства

Представленные в предыдущих главах результаты исследования формообразования с использованием линейчатых поверхностей позволяют составить схему его типологизации, основанную на выделении ряда присущих ему характерных признаков. К ним отнесены, во-первых, сами *виды линейчатых поверхностей* (гиперболоид, гиперболический параболоид, геликоид и коноид), типичные особенности которых в значительной степени предопределяют различия их использования в формообразовании; во-вторых, *сферы применения линейчатых поверхностей* (архитектура, скульптура, дизайн и современное искусство), в каждой из которых существуют свои особенности использования свойств тех или иных линейчатых поверхностей. При этом для каждого конкретного объекта (созданного на основе конкретного *вида линейчатой поверхности* и в конкретной *сфере искусства*) могут быть определены «*материально-технические»* типологические признаки (функциональное назначение объекта, место линейчатых поверхностей в структуре здания, морфология структуры, материалы) и *«материально-выразительные»*[557] признаки (форма, пластика, пространство, движение, эстетическое воздействие формы), то есть, типологические признаки, связанные в большей степени с композицией произведения[558] (по сути, слагаемые образа).

Типологическое исследование может быть организовано следующим образом: в качестве «отправного» берется видовой признак – структура (гиперболоид, гиперболический параболоид, геликоид или коноид) и исследуются формообразующие возможности данной линейчатой поверхности (и эстетические качества созданной на ее основе формы) от архитектуры – к дизайну. Таким образом *последовательно* может быть рассмотрена каждая «система», сложившаяся в ре-

[557] Термины «материально-технические» и «материально-выразительные» заимствованы из: Волкова Е. В. Произведение искусства – предмет эстетического анализа. М., Изд-во Моск. ун-та, 1976. С. 167.

[558] Деление на «материально-технические» и «материально-выразительные» условно, поскольку первые направлены на достижение вторых, а кроме того, конструкция и композиция в случае линейчатых поверхностей являются очень близкими категориями.

зультате формообразования на основе каждой из линейчатых поверхностей в архитектуре, искусстве и дизайне. Однако, в ряде случаев целесообразнее бывает *параллельное* рассмотрение формообразования на основе линейчатых поверхностей разных видов в «разрезе» определенной сферы искусства. В нашем случае использовано *сочетание параллельного и последовательного* способов исследования. Предложенная схема делает возможным как *структуризацию* (классификацию) всего массива формообразования на основе линейчатых поверхностей, так и *системную характеристику* конкретных объектов. Типология, являясь инструментом исследования, направлена на получение более четкого представления о структуре исследуемого объекта, о его составляющих, и, в итоге, – обнаружение в нем некоторых закономерностей.

3.2. Типология архитектурных решений на основе гиперболоида

3.2.1. Систематизация массива объектов, в конструкции которых использован гиперболоид[559]

Рассмотрим применение данной схемы на примере гиперболоида в архитектуре (результаты систематизации и типологизации представлены на рис. 3-1, 3-2, 3-3, 3-4, 3-7):

- функциональное назначение объекта: гиперболоид использован в конструкции инженерных (водонапорные башни, пожарные вышки, радиобашня, башни ЛЭП В.Г. Шухова, резервуар для хранения воды – проект Э. Торрохи, г. Мадрид, 1941 г.[560]), промышленных (градирни), административных (Чандигарх – Ле Корбюзье); объектах научного (планетарий научного центра в Сент-Луисе Дж. Обата), культурно-исторического (здание музея-панорамы «Сталинградская битва», 1983, арх. В. Е. Масляев), культового (храм Саграда Фамилиа А. Гауди, собор в г. Алжир – инж. Р. Сарже) назначения. Гиперболоид становится несущей конструкцией предназначенных для обзора панорамы сооружений (Kobe Port Tower,

[559] Использование гиперболоида в скульптуре носит единичный характер и представлено на рис. 3-10-доп.; использование гиперболоида в дизайне рассмотрено в соответствующем разделе.

[560] *Ochsendorf J., Antuña J.* Eduardo Torroja and «Cerámica Armada». Proceedings of the First International Congress on Construction History, Madrid, 20th-24th January 2003, ed. S. Huerta, Madrid: I. Juan de Herrera, SEdHC, ETSAM, A. E. Benvenuto, COAM, F. Dragados, 2003. p. 1530. gilbert.aq.upm.es›sedhc/biblioteca…Congresos…

1963 г. – Кобе, Япония; Sydney Tower, 1975-1981 – Сидней, Австралия), а также коммуникационных устройств с дополнительным функциональным наполнением (телебашня в Гуанчжоу, Китай, 2010, внутри которой расположены кинотеатры и выставочные пространства); диспетчерской аэропорта (Барселона, 2004 г., арх. Р. Бофилл); конструктивной основой отеля (проект Vortex, 2014 – Лондон, архитектор Кен Шаттлворт); объектом дизайна среды (Sculpture of light – Хюснес, Норвегия, 2006; Mae West – Мюнхен, 2011; Mist Tree – Хьюстон, США, 2008).

- типология конструктивных/композиционных решений – место гиперболоида в структуре здания: гиперболоид может быть использован как моноструктура, моноэлементный объект (водонапорные башни и пожарные вышки В. Г. Шухова; Kobe Port Tower, Sydney Tower, телебашня в Гуанчжоу, отель Vortex); многоэлементный, составной (радиобашня В. Г. Шухова); как оболочка, заключающая в себе многофункциональный объект (музей-панорама «Сталинградская битва»), как структурная единица архитектурной композиции (зал заседаний Ле Корбюзье в Чандигархе): как часть здания (купол планетария в Сент-Луисе; «купол» главного гиперболоида в апсиде храма Саграда Фамилиа; центральная башня собора в г. Алжир, она же – купол).

Гиперболоид – элемент, позволяющий создавать комбинации: вертикальные – путем сопряжения оснований (башня на Шаболовке, опоры ЛЭП) и горизонтальные – пересечением структур (свод Саграда Фамилиа). Кроме того, гиперболоид может быть использован не только как цельная структура, но и отдельными «участками»: покрытие ипподрома Сарсуэлы сформировано из горизонтально расположенных фрагментов гиперболоида.

- «Морфология» гиперболоида: как полая сетчатая структура гиперболоид использован в водонапорных башнях, пожарных вышках, радиобашне В.Г. Шухова, а также в качестве средового объекта, например, Sculpture of light, Mae West; и ряд безымянных гиперболоидных конструкций аналогичного назначения (дизайн среды); как сплошная оболочка (градирни, зал Ассамбли в Чандигархе, собор в г. Алжир, купол планетерия в Сент-Луисе); как оболочка с центральным ядром (Kobe Port Tower, Sydney Tower, диспетчерская башня аэропорта Барселоны; те-

лебашня в Гуанчжоу); как «твердое тело» (несущие колонны во Дворце Гуэль, подпорные колонны в парке Гуэль А. Гауди – рис. 1-13, е-з).

И еще один дополнительный признак частного характера – ориентация гиперболоида: среди массы структур такого рода, ориентированных вертикально, – сужающихся кверху (их большинство, – например, башни Шухова) или расширяющихся (водонапорной башни в Цыханове, Польша, архитектор Ян Богуславский; диспетчерская аэропорта Барселоны; объект дизайна среды – Mist Tree, Хьюстон), есть расположенная горизонтально – гиперболоидный мост в Манчестере (Великобритания), служащий надземным переходом между зданиями, находящимися на противоположных сторонах улицы (рис. 3-3).

Таким образом, при незначительных возможностях вариативности формы у гиперболоида весьма типологически богатая функциональная «палитра», а вместе с тем и конструктивно-композиционная, поскольку функция, конструкция, композиция тесно взаимосвязаны: каждое конструктивно-композиционное решение направлено на осуществление определенной функции, т.е. на создание пространства определенного характера. Функция, согласно В. Ф. Маркузону, немыслима без пространства, оно является наиболее важной характеристикой архитектурного объекта, «...Смысл существования архитектуры – это пространство»[561].

3.2.2. Гиперболоид как средство организации пространства

Конструкция, спроектированная В. Г. Шуховым для инженерных целей, не была предназначена для организации ее внутреннего пространства, тем не менее, ей удалось организовать пространство окружающее (словно отвечая тезису П.А. Флоренского о том, что «вся культура может быть истолкована как деятельность организации пространства»[562]). Его гиперболоидные конструкции оказались способными вписаться в любой пейзаж: и городской, и сельский, и первозданно-природный и «удерживать» его в течение более чем столетия (прил. 3-1), делая видимым само пространство, притягивая к нему внимание (рис. 3-5).

---

[561] *Маркузон В.Ф.* О языке архитектуры. Стенограмма обсуждения доклада В.Ф.Маркузона на заседании методологического семинара под рук. А.Раппапорта и Б.Сазонова «Проблемы проектирования» 21.04. 1971. Из личного архива А.Г.Раппапорта. niitiag.ru›markuz100_06.html

[562] *Флоренский П. А.* Анализ пространственности и времени в художественно-изобразительных произведениях. – М.: Издательская группа «Прогресс», 1993. С. 54.

Существенная роль в организации пространства, на наш взгляд, принадлежит и градирням – как действующим (доминанта индустриального городского пейзажа), так и отслужившим свой век: последние (получив новый образ с помощью граффити) преобразуются в центры развлечений и бизнеса, используются для организации спортивных мероприятий. Так, в рамках подготовки к чемпионату мира по футболу, проходившему в 2010 году в ЮАР, градирни в Соуэто были окрашены: одна в цвета и логотип спонсора (First National Bank), другая – отображает культуру и традиции Соуэто[563]. В Германии (земля Северный Рейн-Вестфалия, недалеко от Дюссельдорфа) бывшая градирня превращена в стену для скалолазания[564] (с соответствующим изображением пейзажа), а внутри нее устоена карусель (рис. 3-6).

Что касается организации посредством гиперболоида пространства внутреннего – этот вопрос частично был рассмотрен в отношении пространства зала заседаний Парламента в Чандигархе Ле Корбюзье (т. е. в гражданской архитектуре). Гиперболоид находит применение и в создании культового пространства, причем, интересен тот факт, что если прежде осуществлялось заимствование гражданской архитектурой элементов церковной (так, по выражению Ч. Дженкса, купол был впервые «секуляризирован» Палладио[565]), то в случае с гиперболоидом происходил процесс противоположного направления – переход формы из гражданской архитектуры в культовую.

Т. Г. Маклакова, характеризуя использование гиперболоида в проекте Храма Святого Сердца (г. Алжир) как акт структурализма («комбинации в храмовом здании современных пространственных конструкций и построения архитектурного образа на базе выразительности их форм»[566]), отмечает, что авторам[567] «удалось опоэтизировать и придать новое звучание ставшему уже привычным глазу как *чисто технологическое явление* [курсив мой – О. Л.], силуэту гиперболоида вращения». Таким образом, автор видит отправной точкой на пути к «поэтиза-

[563] atomic-energy.ru›photo/28962
[564] vv-travel.ru
[565] *Дженкс Ч.* Язык архитектуры постмодернизма / Пер. с англ. А. В. Рябушина, М. В. Уваровой. Под ред. А. В. Рябушина, В. Л. Хайта – М.: Стройиздат, 1985. С. 83.
[566] Структурализм / *Маклакова Т.Г.* Архитектура двадцатого века. Учебное пособие для вузов / Т.Г. Маклакова. – М.: АСВ, 2001. С. 97-110. электронный ресурс: www.pseudology.org. С. 97-110.
[567] Архитекторы П. Эбре, Ж. Ле Кутер и инженер Р. Сарже.

ции» гиперболоида его технологическую «версию». Между тем, впервые в истории архитектуры гиперболоид применил А. Гауди – в конструкции светового фонаря конюшни усадьбы Гуэль в 1884 г. (гл.1); а позднее – как отдельную форму – в проекте храма Саграда Фамилиа в качестве свода апсиды[568]. Этот гигантский, называемый «главным», гиперболоид начинается на уровне 60 м, его собственная высота 17 м, нижний диаметр – 12 м, верхний – 4,5 м[569]. Заметим, что окончательное конструктивное решение храма было зафиксировано А. Гауди в модели храма в 1925 году. Эту дату можно считать датой «сакрализации» гиперболоида, который для Гауди с самого начала не был связан с технологическими процессами[570].

Таким образом, к типологическим характеристикам гиперболоида (но уже из разряда «материально-выразительных» признаков) добавляется еще одна, которую в то же время можно рассматривать и как функцию: структурирование пространства. Причем, структурирование пространства посредством гиперболоида в рассмотренных случаях различно: пространство максимально обособлено в зале заседаний Парламента в Чандигархе; и – относительно в Саграда Фамилиа, поскольку вычленяет часть пространства храма (апсиду), но не полностью, в отличие от гиперболоида в Чандигархе. В храме Алжира гиперболоид не обособляет, а словно «собирает» все зальное пространство храма и устремляет его ввысь, таким образом, в культовой архитектуре эта структура приобретает и новое содержание, – символизируя устремление к горнему, соединение с ним (рис. 3-8).

Пространство Музея «Сталинградская битва», в отличие от цельного пространства зала заседаний Парламента в Чандигархе, расчленено на несколько уровней, и каждый уровень имеет свой характер. При этом конструкция гипербо-

---

[568] В настоящее время этот гиперболоид уже установлен над апсидой и виден снаружи храма, но впоследствии, согласно проекту, свод будет скрыт внутри Башни Богоматери, – ее возведут над апсидой.

[569] *Buxadé C., Gómez-Serrano J., Espel R., Grima R., Buxadé A., Ferrando R. y Aguado A.* Design and construction of the apse on the “Sagrada Familia”. Volumen 61, nº 256, 5-38 | abril-junio 2010 | ISSN: 0439-5689. P. 18. e-ache.com/modules/pd.../visit.php?cid=1...

[570] Здесь следует заметить, что, хотя до структурализма в архитектуре (понимаемого, согласно Т. Г. Маклаковой, как решения, основанные на «комбинации в одном объекте нескольких типов новейших пространственных конструкций», <...> на «эстетизации конструктивно или функционально обусловленной формы» было еще далеко, тем не менее, возможно, в использовании А. Гауди гиперболоида в качестве свода и вычленения тем самым части пространства (находящегося под ним) можно увидеть первые шаги к структурализму.

лоида является одновременно и основой художественного образа, и обеспечивает выполнение главной «материальной» функции – создание панорамы Сталинградской битвы: внешне форма здания и монументальна (круг в плане), и вместе с тем – не столь тяжеловесна, как если бы это был цилиндр. Внутреннее пространство содержит некоторые аллюзии на Пантеон: колонны по периметру в нижних уровнях и отверстие-«фонарь» в верхнем – рис. 3-9). При этом легкая кривизна не мешает выполнению главной функции – демонстрации панорамного изображения, – тем более, что панорама располагается в верхних уровнях, то есть выше стрикционной линии (прил. 3-2), – там, где кривизна минимальна.

Что касается планетария в Сент-Луисе, в этом случае гиперболоид создает лишь внешнюю форму, внутреннее пространство здания расчленено, а сам планетарий находится внутри него и имеет полусферическую форму (рис. 3-10). Вместе с тем, форма гиперболоида, на наш взгляд, содержательно связана со смыслом научной деятельности планетария – наблюдение за звездным небом, то есть за Вселенной, Космосом. Оказаться же в пространстве Вселенной, т. е. освободиться от гравитационного воздействия, позволяет третья космическая скорость; при этом траектория преодоления земного притяжения – та же, что и силуэтная линия покрытия планетария – гипербола[571].

3.2.3. Гиперболоидные конструкции в дизайне среды. Некоторые аспекты проблематики отношения «конструкция-композиция»

Гиперболоид – в форме, изобретенной Шуховым, – в настоящее время нередко используется в дизайне среды[572]. Так, Sculpture of light, архитекторы - группа «LEADinc» (2006 г., Хюснес, Норвегия), установленная на открытом месте в центре дорожной развязки, представляет собой сетчатую гиперболоидную конструкцию, внутри которой (приблизительно на 2/3 ее высоты, и на небольшом расстоянии от нее) натянута сплошная тканевая оболочка, повторяющая (но не в точности) форму гиперболоида, так что создается игра, взаимодействие силуэтов.

---

[571] Гиперболоид может быть образован вращением гиперболы вокруг ее мнимой оси (прил. 1-1).

[572] Процессу введения *гиперболоида* в дизайн среды предшествовал опыт использования с этими же целями структуры, близкой к гиперболоиду, имеющей научное «происхождение» (прил. 3-3).

В течение светового дня тень, отбрасываемая скульптурой, – сетчатая, комбинированная с участком сплошной, – движется по кругу дорожной развязки, как стрелка солнечных часов, постоянно меняя картину и оживляя пейзаж. В темное время суток скульптура изменяет цвет под воздействием скрытого источника света (в ней происходит свето-цветовое представление). Скульптура является акцентом в пригородном пейзаже с дорожной развязкой (рис. 3-7, а).

Скульптура с тонкой «талией» и именем Mae West (2011 г.) – работа американского художника Риты МакБрайд (Rita McBride) расположена на одной из городских площадей Мюнхена, также в центре дорожного кольца, сквозь нее проложены трамвайные пути. На наш взгляд, технологический характер скульптуры отвечает характеру прилегающего района (скульптура обогащает виды площади со всех сторон). И хотя Mae West также, как Sculpture of light, в течение отбрасывает движущуюся вокруг нее тень, ее несколько затесненное положение не дает возможности это видеть (рис. 3-7, б).

Новое направление в использование гиперболоида (его структуры, порождающей особое качество занимаемого им пространства, сообщающегося с пространством внешним) в дизайне среды ввел американский художник Дуглас Холлис (Douglas Hollis, 1948 г.р.). Конструкцию гиперболоида из нержавеющей стали – в объекте под названием «Туманное дерево» (Mist Tree, 2008 г., Хьюстон) – он использует как арматуру для программированного «водяного» спектакля, производящего с определенной цикличностью эффект «оазиса» в городском (или парковом) пространстве (рис. 3-7, в). Верхнее перфорированное кольцо структуры служит для создания тонкой завесы дождя; в верхней части стержней (образующих гиперболоида) находится 80 сопел, которые выпускают облако тумана. В этом смешанном с дождем туманном облаке возникает радуга. Изменение состояния объекта – генерирование им тумана и появление радуги – позволяет рассматривать его как кинетический. Ночью структура подсвечивается приборами, вмонтированными в мостовую[573].

Использование открытой («бестелесной») структуры гиперболоида в дизай-

[573] Anna Valentine Murch & Douglas Hollis. Image Identification List. P. 6. ftp://metrostlouis.org/.../AIT/Hollis-Murch.pdf

не среды позволяет выявить некоторые аспекты проблематики отношения «конструкция-композиция». Конструкция и композиция – понятия связанные, и хотя конструкция сама по себе может содержать эстетическое начало, именно композиция, акцентируя «некоторые моменты художественной выразительности, создает эстетически значимую форму»[574]. Так, в линейчатых поверхностях как структуре заложена определенная возможность создания выразительной формы,– особенно в линейчатых поверхностях двоякой кривизны (к которым относится и гиперболоид), обладающих кривизной противоположных знаков (то есть, соединяющих в себе контрастные характеристики), тем не менее, конструкции на их основе воплощаются в форму с разной степенью художественной выразительности.

В XXI веке по патенту В. Г. Шухова возведен целый ряд объектов. Однако, использование патента еще не гарантирует получения эстетически значимой формы. Примером, на наш взгляд, может служить гиперболоидная конструкция в Цюрихе, 2003 г. (рис. 3-7, г, архитекторы Д. Рот и А. Ком). Примером конструкции, которую шуховской можно назвать лишь условно (вероятно, ее художественные качества еще предстоит оценить), является «башня-елка» 2014 г. (рис. 3-7, д) в г. Выкса[575] команды «Про.Движение» архитектора П. Виноградова. Хотя автор считает, что конструкция башни-елки – шуховская («Мы делали расчеты»[576], – говорит он), вспоминается и сам Шухов – его композиционный подход к конструкции, и Ф. Кандела, который, занимаясь всю жизнь аналитическими конструкциями, говорил, что «сам по себе расчет не производит совершенной формы»[577].

Райнер Грефе в один из приездов в Москву, в 2007 г., заметил, что на гиперболоидные конструкции «...модная волна пошла по всему миру. И теперь все строят плохие шуховские башни. Я не знаю ни одного примера, который был бы близок по уровню квалификации»[578].

---

[574] *Волкова Е. В.* Там же. С. 273.
[575] О другой шуховской башне в г. Выкса – прил. 3-4.
[576] Выкса: новые времена. surfingbird.ru
[577] *Savorra M., Fabbrocino G.* Félix Candela between philosophy and engineering: the meaning of shape, in Paulo J. S. Cruz (editor), Structures and Architecture – Concepts, Applications and Challenges, CRC Press/Balkema-Taylor&Francis Group, London 2013. P. 259.
[578] Из интервью профессора Райнера Грефе телеканалу ВКТ. 09.09.07. rus-obr.ru

3.3. Типология архитектурного формообразования на основе гиперболического параболоида: пространственные и пластические решения. Гиперболический параболоид в модульном проектировании

Гиперболический параболоид обладает огромным формообразующим потенциалом. Это обусловлено, во-первых, возможностями использования этой структуры в качестве модуля (благодаря относительной простоте соединения – по прямым образующим и направляющим). При этом модульное формообразование покрытий на основе гиперболического параболоида возможно с использованием его в конструкции зонтика – обычного (4 модуля), частичного (2 модуля) или складчатого (от 6 до 12 модулей) – (глава 2, рис. 2-9, 2-10), и как собственно оболочки – в составной кровле, количество модулей в этом случае может варьировать от двух до десятков (рис. 3-12) и более (так, огромное количество гиперболических параболоидов образует покрытие Дворца спорта в Мехико).

Вариативность достигается использованием как различных способов соединения гиперболических параболоидов, так и различных способов их опирания (на угол или на ребро[579]). Во-вторых, структура гиперболического параболоида может быть воплощена в форме с разной степенью пластической напряженности, визуально измеряемой отклонением от плоскости (по сути – степенью ее *деформации*). Композиционное соединение этих факторов разными художниками позволяет создавать архитектурные *пространства различного характера* – и, соответственно, назначения.

Функциональная типология зданий, в покрытии которых использован гиперболический параболоид (оболочка), разнообразна: индивидуальные жилые дома, информационные и выставочные павильоны, плавательный бассейн, церкви, рестораны, объекты транспортной инфраструктуры (вокзалы, станция метро), малые архитектурные формы (рис. 3-12 и 2-19). При этом для культовых зданий и выставочных площадок, как правило, характерно использование структур с более напряженной пластикой, чем для жилых помещений, что видно при сопоставле-

[579] Что впервые было продемонстрировано в проектах Т. Макаровой в 1928 г. (похожие варианты перекрытий встречаются в проектных набросках Ф. Канделы). Через тридцать лет, в 1958 г., вариант, аналогичный предложенному Макаровой, был реализован Антоном Тедеско (в сотрудничестве с И. М. Пеем) в решении покрытия на площади перед зданием Суда в Денвере, США (рис. 3-11).

нии, например, «Catalano House» или современного варианта использования этой структуры в проектировании индивидуального жилого дома[580] с аналогичной конструкции приходской церковью Ф. Канделы (Iglesia el Altillo, Мехико, 1955) – (рис. 3-13). Очевидно, при проектировании учитывается фактор психофизического восприятия человеком такого вида покрытия – то, что имел в виду С. О. Хан-Магомедов, когда говорил о том, что целый ряд рациональных в конструктивном отношении форм может вызвать у человека отрицательную эмоцию[581]: вероятно, напряженность пластики покрытия (привносящая иррациональные ноты в ощущение пространства), уместная в церкви, может быть раздражающим фактором в жилище (прил. 3-5).

Примером использования гиперболического параболоида напряженной пластики в конструкции выставочного здания может служить новая площадка Музея Дизайна в Лондоне, создаваемая на базе здания Института Содружества[582], построенного в 1962 г.[583]. Это здание, благодаря конструкции крыши из пяти гиперболических параболоидов (четыре расположены по периметру, один – центральный), опирающейся на две колонны в интерьере здания (рис. 3-14), признано имеющим историческую ценность и получило высокий охранный статус (Grade 2*)[584]. С целью сохранить уникальную конструкцию крыши проводится реконструкция здания[585], в ходе которой крыша постройки останется неприкосновенной. После реконструкции, которая завершится в ноябре 2016 г., здание станет грандиозной по масштабам площадкой Музея Дизайна мирового значения, а уникальная крыша будет открыта в новое выставочное пространство Музея как один из главных его экспонатов.

Существуют и композиционные схемы с использованием нескольких модулей, позволяющие создавать большие пространства сложной формы с опорами не внутри пространства, а по периметру, как большинство работ Канделы (на основе

---

[580] «Гиперболический параболоид архитектора Фирсова» – проект-лауреат профессиональной премии "Атлант" 2005 года. http://www.zsk.ru/betoxarx.htm

[581] Архитектура Запада. Мастера и течения (отв. ред. С. О. Хан-Магомедов). М.: Стройиздат, 1972. С. 209.

[582] Проект Robert Matthews, Johnson-Marshall & Partners

[583] Еще одним объектом такого рода, который был занесен в национальный реестр объектов, имеющих историческую ценность, стал жилой дом, построенный в 1956 г. инженером (D. Dean) в г. Лоренс (шт. Канзас), крыша которого представляет собой сдвоенный гиперболический параболоид (рис. 3-12)

[584] Design Museum by John Pawson. dezeen.com›2012/01/24/design-museum…john-pawson/

[585] Ее осуществляет Джон Поусон и группа Arup.

крестового свода, рассмотренных в гл. 2, рис. 2-15 – 2-17), а также – схемы, в соответствии с которыми создается конструкция купольного типа (формирующая пространство в культовых объектах) на основе разного количества модулей – гиперболических параболоидов (рис. 3-15). Во многих случаях именно конструкция порождает впечатление иррациональности этого пространства, – оно возникает при смене ракурса, вызывающего ощущение деформации, «искажения» формы (рис. 3-15, 3-15-1), которое в действительности объясняется особенностями геометрии гиперболического параболоида.

Примером принципиально иного композиционного и конструктивного решений в создании пространства *без опор* посредством перекрытия из модульных структур является часовня монастыря Благовещения в Бисмарке (Северная Дакота) М. Бройера, рассмотренная в гл. 2 (рис. 2-69 – 2-71; рис. 3-16).

Уникальным примером пластического и пространственного решения на основе гиперболических параболоидов является приходская церковь Saint Francis de Sales (1961-1963, Маскигон, США, штат Мичиган) М. Бройера. Здесь гиперболические параболоиды образуют боковые фасады, не выполняющие опорной функции (в отличие от южного фасада капеллы в Роншане Ле Корбюзье). Согласно материалам выставки «Marcel Breuer (1902-1981): Design and Architecture»[586], М. Бройер осуществил это впервые в истории архитектуры.

Здание имеет в плане прямоугольник, фронтальная и задняя стены церкви представляют собой плоскости в форме трапеций, ориентированные в противоположных направлениях (одна сужается кверху, вторая – расширяется); трапециевидную форму имеет и крыша. Стены и крыша соединены (связаны) между собой системой ребер, обращенных во внутреннее пространство. Ребра словно сбегаются у алтарной стены, создавая визуальное впечатление восходящего движения, и разбегаются у противоположной, причем, каждое из ребер сконструировано как узкий *сегмент гиперболического параболоида* (представляет собой как бы перекошенную раму); их кривизна (пластическая напряженность) увеличивается по направлению к периферии. Кривизна же крайних ребер задает кривизну гипербо-

[586] «Marcel Breuer (1902-1981): Design and Architecture» (проект Vitra Design Museum), состоявшейся летом 2013 г. в Музее памятников в Париже.

лических параболоидов боковых фасадов: они ориентированы таким образом, что здание словно распахивается кверху, навстречу пространству (рис. 3-17).

Посредством сложной геометрии Бройер создал драматичное, динамичное внутреннее пространство церкви (воспринимаемое по-разному в зависимости от позиции наблюдателя), которое может быть причислено к наиболее живописным и впечатляющим работам XX столетия[587].

К числу уникальных композиционных решений следует отнести, на наш взгляд, работы Я. Ксенакиса и К.Танге, базирующиеся исключительно на гиперболических параболоидах[588]. Причем, в то время как конструкции Ксенакиса (павильоны Филипс и Диатоп – гл. 2, рис. 2-32, 2-36), предназначенные быть частью «Gesamtkunstwerk», намеренно создают пространства, обладающие качеством *непрерывности* (без верха и низа); в церкви Св. Марии в Токио К. Танге (1964)[589] эти же структуры – благодаря конструктивно-композиционному решению (восемь гиперболических параболоидов умеренной пластики, трактованные как стены, переходящие в свод, образуют в пересечении – примыкании друг к другу – латинский крест, решенный как световой фонарь) создают пространство, устремленное ввысь, – заключенное в пирамидальной, олицетворяющей вечность форме, что придает внутреннему пространству церкви качество *монументальности*. Снаружи динамику форме придает направление верхних границ гиперболических параболоидов, которые не параллельны земле, а чуть приподняты относительно центральной оси, что делает их похожими на крылья, отсылая в то же время, как нам представляется к традиционному японскому костюму – кимоно (рис. 3-18).

К конструкциям, основанным исключительно на гиперболических параболоидах, относится синагога в Гватемале (Ф. Канделы), представляющая собой купол из шести модулей (рис. 3-18-1). Небольшая по размеру, с открытым пространством, она кажется «вписанной» в природный ландшафт.

Гиперболический параболоид использован в композиционном формообразовании как конструктивное и пластическое средство (к тому же – модульное) – в решении фасадов Laboratorios Jorba (1968 г.) – шестиярусной башни на окраине

[587] По материалам выставки “Marcel Breuer (1902-1981): Design and Architecture».
[588] К конструкциям этого вида относятся и работы Ф. Канделы, рассмотренные выше
[589] Характеристика этой работы К. Танге, данная А. В. Иконниковым – прил. 3-6.

Мадрида, напоминающей пагоду (и это название закрепилось за ней), испанского архитектора и инженера Мигеля Фисака (Miguel Fisac, 1913-2006). Соседние, ближайшие друг к другу ярусы «Пагоды» повернуты относительно друг друга на 90 градусов, что придает динамичность форме[590] (прил. 3-7). Каждый нависающий угол верхнего яруса соединен посредством двух гиперболических параболоидов с ярусом, находящимся под ним. Здесь использование гиперболического параболоида создает непрерывную пластику фасадов (рис. 3-19).

3.4. Линейчатые поверхности и движение

3.4.1. Движение как особый типологический признак линейчатых поверхностей

Понятие движения в традиционной живописи, скульптуре, архитектуре «...трактуется не в прямом смысле, а в плане тонких чувственных ассоциаций, таких как неуравновешенность (динамичность форм) композиции, направление и расположение форм на живописной плоскости, действие того или иного цвета, напряженность того или иного пластического контраста»[591], т. е. речь идет об иллюзии движения в статичной форме. Объектам же дизайна может быть свойственно и механическое движение, а также изменение во времени состояния объекта – например, цвета или объема.

Особенность линейчатой поверхности как формообразующего средства в том, что она сама – по определению – есть результат процесса движения, поскольку ее «...можно описать движением прямой (образующей) по некоторой линии (направляющей)»[592], то есть природа динамизма линейчатых поверхностей заключена в самом способе формообразования.

При этом в разных структурах – гиперболоиде, гиперболическом параболоиде, коноиде и геликоиде – это движение выражено в разной степени. Можно сказать, что каждая из линейчатых поверхностей несет в себе разное качество и

---

[590] *Barrallo J., Sánchez-Beitia S.* The Geometry of Organic Architecture: The Works of Eduardo Torroja, Felix Candela and Miguel Fisac. Proceedings of Bridges 2011: Mathematics, Music, Art, Architecture, Culture (2011), p. 71. ресурс bridgesmathart.org.
[591] *Колейчук В. Ф.* Кинетизм: Авт.-сост. В. Ф. Колейчук – М.: Галарт, 1994. с. 10.
[592] *Позняк Э. Г.* Линейчатая поверхность. БСЭ. Т. 14. С. 463.

количество движения, где качество определяется видом линейчатой поверхности, а количество – ее *пластической напряженностью*.

Что касается уже рассмотренных выше конструкций на основе гиперболоида, то *степень его пластической напряженности* можно визуально оценить по *соотношению его диаметров* в самом широком и самом узком местах; она определяется углом наклона его образующих (что хорошо видно при открытой структуре гиперболоида – рис. 3-20), т. е., в итоге, – степенью отклонения его от цилиндра. Пластическая напряженность гиперболического параболоида может быть визуально оценена по степени отклонения его от плоскости (то есть, деформации, о чем уже говорилось в предыдущем разделе). Проиллюстрируем это на примере конструкции на основе одиночного гиперболического параболоида, используемого в качестве перекрытия: так, пластика крыши приходской церкви архитектора Fr. Coello de Portugal[593] в провинции Мадрид (1965-1967) в большей степени отличается от плоскости, чем пластика крыши Iglesia el Altillo в Мехико Ф. Канделы (1955), то есть пластическая напряженность первой превосходит вторую (в первом объекте сосредоточено б*о*льшее количество движения). Таким образом, движение прямой, образующей линейчатую поверхность в архитектуре (то есть движение, «зафиксированное» в структуре линейчатой поверхности), создает в статичной архитектурной форме пластическую напряженность разной степени (рис. 3-21).

В конструкциях на основе гиперболоида выраженность движения связана, кроме того, и с высотой конструкции, и с соотношением верхнего и нижнего диаметров, а движение более ощутимо в сетчатых конструкциях (башни В. Г. Шухова, башня в Гуанчжоу), или тех, где структура гиперболоида «выступает» на поверхность – как в проекте отеля «Vortex» (что значит «вихрь») высотой 300 м в Лондоне (рис. 3-1).

Вероятно, наиболее динамичной из всех линейчатых поверхностей является геликоид (характер движения в конструкциях на основе геликоида и коноида рассмотрен далее в отдельных разделах).

---

[593] Fray Coello de Portugal (1926-2013).

3.4.2. Линейчатые поверхности и барокко

Нам представляется правомерным сопоставление форм, порождаемых линейчатыми поверхностями, с историческими формами барокко по признаку движения, общему для них. Нужно отметить, что отдельные намеки (но не связанные с движением) на возможность прочитывания этих форм с позиции форм прошлого встречаются в исследованиях по архитектуре. Так, британский историк Пол Томпсон, говоря об английской архитектуре1950-х – начала 1960-х гг., отмечает «тонкие линии *в стиле рококо* параболических сводов-оболочек»[594]. К сожалению, автор не уточняет, о каких именно «сводах-оболочках» идет речь, хотя этот вопрос, на наш взгляд, представляет интерес, поскольку такого рода конструкции были в то время в Англии редкостью[595] (об отставании Англии в вопросах конструкции от ситуации на континенте – прил. 3-8).

Сопоставление архитектуры с использованием линейчатых поверхностей с архитектурой барокко представляется принципиально возможным на том основании, что формы барокко, все воображение которого «было направлено на борьбу с неподвижной прямой линией и лишенной теней плоскостью» [596]), тем не менее, представляют собой эволюцию классицистических ренессансных, «правильных».

В свою очередь, и формы на основе линейчатых поверхностей, возникшие в архитектуре в середине XX века, – это реакция на монотонность и однообразие, которые явились оборотной стороной функционализма, и их также можно рассматривать как эволюцию «правильных» геометрических: гиперболоид – это деформированный цилиндр[597], гиперболический параболоид и коноид – деформированная плоскость, и прямой геликоид – также представляет собой фигуру, «выводимую» из плоскости (рис. 1-10 и прил. 3-9). Таким образом, формы, образованные линейчатыми поверхностями, соотносятся с плоскими поверхностями в функционализме сопоставимо с тем, как барочные соотносятся с классицистиче-

---

[594] *Кидсон П., Мюрей П., Томпсон П.* История английской архитектуры / Пер. с англ. Л. А. Игоревского. – М.: ЗАО Центрполиграф, 2003. С. 361.

[595] Одним из первых проектов покрытия на основе гиперболического параболоида был проект церкви Э. и П. Смитсонов (Великобритания,1951 г.), нереализован. Макет его является экспонатом Музея V&A в Лондоне (рис. 3-22).

[596] *Муратов П.* Образы Италии: В 3 т. Т. 2: Рим. Лациум. Неаполь и Сицилия. – СПб.: Издательская Группа «Азбука-классика», 2009. С. 135.

[597] Гиперболоид, как и другие линейчатые поверхности, может быть «сведен» к плоскости

скими[598].

Подтверждением логичности нашей точки зрения относительно имеющегося сходства форм барокко и архитектуры на основе линейчатых поверхностей может служить мнение теоретика искусства Е. Б. Муриной, которая, исследуя проблемы синтеза искусств в эпоху НТР, отмечает (не вдаваясь в конкретные особенности конструкции) выразительность «криволинейных "органических" очертаний форм в духе "барокко"»[599] самонесущих «конструкций в виде изогнутых оболочек»[600], появившихся в 1950-1960-е годы, то есть, не называя их, автор имеет в виду, в том числе и конструкции на основе линейчатых поверхностей.

Невозможно, однако, объяснить какими-либо общими закономерностями возникновение более чем за полвека до этого форм на основе линейчатых поверхностей в архитектуре Гауди: Гауди был «неожиданностью, своим появлением он как бы нарушал закономерность общего движения»[601]. Вероятно, синтез фундаментальных знаний, широкой эрудиции, интуиции и способности к ассоциативному мышлению позволил Гауди с помощью линейчатых поверхностей создавать не просто новые архитектурные формы, но формы, обусловленные рациональными структурами, и в то же время связанные с традициями барокко, динамичным формам которого Гауди не случайно отдавал предпочтение, поскольку барокко – «последний из "больших" стилей, который обрел прочные корни и в <...> культуре, и в национальном сознании»[602] Испании.

3.4.3. Пластическое и графическое «движение» как свойство структур линейчатых поверхностей

В то время как движение в барокко направлено, в частности, на достижение эффекта «бесконечности»[603], что являлось одним из аспектов тогдашней концепции пространства (так, горизонтальное движение волнообразной стены церкви

---

[598] Вместе с тем, эта аналогия носит условный характер, поскольку в основе сравниваемых форм – разные типы художественного мышления.
[599] *Мурина Е. Б.* Проблемы синтеза пространственных искусств: (Очерки теории). – М.: Искусство, 1982. С. 63.
[600] *Мурина Е. Б.* Там же. С. 63.
[601] *Сарабьянов Д.В*. Модерн. История стиля. – М.: Галарт, 2001. С. 118.
[602] *Бергос Ж*. Гауди: личность и творчество. Русская книжная компания «Библион» и «Библио-глобус», 2004. С. 54.
[603] *Гидион, З*. С. 102.

Сан Карло Борромини, соединяясь с движением скульптуры на фасаде, трансформируется и направляется вверх, в бесконечность[604]), в архитектуре на основе линейчатых поверхностей достижение эффекта движения осуществляется уже в рамках другой пространственной концепции[605], одной из основных характеристик которой является «...взаимодействие и взаимопроникновение внутреннего и внешнего пространства и одновременность восприятия этой связи человеком»[606].

Нам представляется, что саму выпукло-вогнутую структуру гиперболического параболоида можно рассматривать как результат такого «взаимодействия внутреннего и внешнего пространства», их «противоборства», как поиск баланса этого взаимодействия, наконец, как метафору этого взаимодействия. Это можно увидеть на примерах работ Гауди и Ле Корбюзье, – в частности, в визуально «волнующихся» стенах крипты Колонии Гуэль Гауди и в сводах ее портика, представляющих собой сложную композицию пересекающихся гиперболических параболоидов: эффект движения, возникающий благодаря их двоякой кривизне, усиливается композиционным решением – объединением в одно целое нескольких гиперболических параболоидов относительно небольшого размера и по-разному ориентированных в пространстве (так что по-разному оказываются ориентированы выпуклости и вогнутости каждого), – получается как бы живая, колышущаяся «ткань» сводов (рис. 3-23).

В архитектуре капеллы в Роншане – как ее описывает З. Гидион – «обнаруживаются одновременно три элемента: интеграция внутреннего и наружного пространства, отделение внутреннего пространства от внешнего и связь архитектурного организма с ландшафтом. Ле Корбюзье назвал такое сочетание с окружающим ландшафтом акустической архитектурой»[607]. Как нам представляется, южный фасад капеллы, наклоненный в интерьере (у главной двери) в сторону природного окружения и в противоположную сторону снаружи[608], и постепенно вы-

---

[604] *Гидион, З.* С. 104.
[605] Вместе с тем, несмотря на разницу пространственных концепций, в волнообразных фасадах приходской школы Саграда Фамилиа Гауди можно увидеть действие сил, аналогичных тем, которые проявляются «в напряженности выступающих и отступающих стен» Сан Карло, – сил, создающих условия для игры света и тени в тех и других.
[606] *Гидион, З.* С. 13.
[607] *Гидион З.* С. 25.
[608] Это «противоречие» объясняется тем, что толщина стены образована двумя гиперболическими параболоидами, (по-разному ориентированными в пространстве), между которыми залит бетон.

прямляющийся по мере приближения к восточной стене, как будто в действительности испытывает взаимодействие разных сил, стремясь и объединиться с ландшафтом, и в тоже время сохранить целостность церкви, так что южная стена (образованная гиперболическими параболоидами) является как бы свидетельством поиска баланса, «равнодействующей» этих сил (рис. 2-21).

Британский архитектор Дэвид Маккей (David Mackay, 1933-2014), работавший в Барселоне, описывая крипту колонии Гуэль (1898-1915) Гауди, отмечает, что по своей пространственной концепции – близкой к барочной – она сравнима лишь с капеллой в Роншане Ле Корбюзье (1950-1954), но превосходит ее по смелости решения[609]. Барочный же характер пространства и в том и в другом случае, по нашему мнению, не в последнюю очередь обусловлен применением в конструкции линейчатых поверхностей.

Как пример сложного взаимодействия внутреннего и внешнего пространства можно рассматривать церковь Saint Francis de Sales (г. Маскигон, США) М. Бройера. Здесь это взаимодействие – посредством гиперболических параболоидов (боковые фасады) – осуществляется таким образом, что они как бы сжимают, концентрируют пространство у алтаря и разворачивают, расширяют его с противоположной стороны навстречу ландшафту (рис. 3-17).

Добавим, что эффект движения, характерный для объектов, в конструкции которых использован гиперболический параболоид напряженной пластики, обусловлен геометрией этой поверхности, которая (вне зависимости от того, что образована прямолинейными элементами) имеет в сечении во взаимно перпендикулярных направлениях параболы противоположных знаков: ветви одной направлены вверх, а другой – вниз, образуя в каждой точке, кроме нулевой, выпуклость и вогнутость одновременно (рис. 3-24, б). Поэтому при смене точки зрения происходит не линейное изменение очертаний формы, а более сложное, что объясняется и более сложным характером изменения при этом соотношения выпуклости и вогнутости. Это хорошо видно на примере конструкции крыши Музея дизайна в Лондоне, которая при изменении ракурса на 90 градусов предстает иной формой

[609] *Mackay D.* Modern Architecture in Barcelona (1854 - 1939). The anglo-catalan society, 1985. P. 25. Режим доступа: anglo-catalan.org›downloads/acsop-monographs/…

(рис. 3-24, в, г).

Помимо иллюзии пространственного движения, обусловленного пластикой линейчатых поверхностей, в конструкциях такого рода может присутствовать и иллюзия движения графического, – что вытекает из самой сущности формообразования (основанного на движения прямой). Причем, это графическое «движение» первично по отношению к пластическому, поскольку именно оно порождает пластику формы и обусловливает ее характер. Это графическое «движение» может существовать в нескольких видах: оно может быть естественным, «попутным»[610] эффектом формообразования – как, например, рисунок, который образуют деревянные балки, служащие опорой черепичной крыши в школе Гауди (1909), или – кирпичного участка кровли в новом лондонском Музее дизайна. По сути дела эта «графика» представляет собой не что иное, как часть конструкции (коноид в первом случае и гиперболические параболоиды во втором), – опалубку, ставшую неотъемлемой частью архитектурной формы (рис. 3-25).

Также естественный, обусловленный конструкцией, характер имеет «графика», образующаяся как отпечаток деревянной опалубки на мокром бетоне в работах Ф. Канделы, К. Танге и М. Бройера (в интерьере зданий)[611]. Образуя живую фактуру, она является запечатленным «движением» прямой, порождающей форму (рис. 3-25). Причем, несмотря на единство «происхождения» графики – как следа опалубки, – в рассмотренных случаях есть различия. Так, у Танге и Бройера графика «звучит» в унисон с пластикой формы, поскольку имеет однонаправленный с ней (пластикой) характер: у Танге гиперболические параболоиды, представляя стены, переходящие в свод, ориентированы кверху, где соединяются в крест; у Бройера в часовне монастыря Благовещения гиперболические параболоиды также соединяются в крест, длинная ветвь которого ведет взгляд к алтарю, и следы опалубки являются одним из слагаемых этого «движения». Более сложное взаимодействие пластики и графики возникает в том случае, когда направление графики

---

[610] Структура линейчатых поверхностей в конструкции здания может быть подчеркнута (выявлена) и с наружной его стороны – как, например, в церкви Св. Марии К. Танге в Токио (1964), где гиперболические параболоиды снаружи покрыты профилированными панелями из нержавеющей стали, фактура которых отражает структуру гиперболического параболоида, повторяя расположение образующих (рис. 3-18, д).

[611] «Графика» может иметь и преднамеренный характер (хотя при этом быть связанной с конструкцией) – например, в портике крипты Колонии Гуэль Гауди, где декор проложен в соответствии с ориентацией образующих и направляющих гиперболических параболоидов и выявляет структуру последних (рис. 1-17).

не отвечает характеру симметрии формы (это обусловлено тем, что опалубка укладывается в одном направлении) – как, например, в часовне Ф. Канделы.

Отдельные проявления преобладания эффекта графического движения над пластическим можно увидеть в открытых структурах линейчатых поверхностей, играющих вспомогательную роль в конструкции здания: это, к примеру, жалюзи во дворце Гуэль (1889 г.) А. Гауди (рис. 1-13) или потолок в Музее Анатолийских Цивилизаций в Анкаре, 1968 г. (рис. 3-26). Первые представляют собой навесные коноидальные конструкции (с внешней стороны здания), а потолок Музея – это функционально-декоративная конструкция из деревянных реек, выполняющая роль жалюзи; она установлена внутри здания в пространстве светового фонаря (застекленного купола) и представляет собой композицию линейчатых поверхностей, доминантой которой являются четыре соединеных геликоида, устремленные вверх. Декоративное значение и в том и в другом случае имеют не только сами конструкции, но и отбрасываемые ими блуждающие тени – особенно сложного характера в последнем случае, – создающие ощущение колеблющегося воздуха, ежеминутно меняющие ощущения пространства в интерьере музея.

3.4.4. Составляющие иллюзорного движения в скульптуре Габо, Певзнера, Хепворт

Вопросы иллюзорного движения были рассмотрены в соответствующих разделах главы 2 в ходе исследования творчества Габо, Певзнера и Хепворт, связанного с линейчатыми поверхностями как формообразующим средством в скульптуре; здесь коснемся их лишь кратко. В скульптуре Габо, Певзнера, Хепворт движение имеет разное происхождение и выражено в разной степени. В. Ф. Колейчук называет композиции Габо с использованием линейчатых поверхностей протокинетическими[612]. В них эффект дематериализации, иллюзорности возникает «за счет "динамического муара" – взаимодействия многочисленных линий-нитей при движении зрителя вокруг объекта»[613].

Кроме эффекта дематериализации, о котором говорит В. Ф. Колейчук, в ра-

[612] *Колейчук В. Ф.* Кинетизм. С. 13.
[613] *Колейчук В. Ф.* Кинетизм. С. 15.

ботах Габо, на наш взгляд, можно обнаружить и другой вид движения, который связан с пластикой основной линейчатой поверхности, используемой Габо, – гиперболического параболоида. Это хорошо видно на примере «Линейной конструкции №3 с красным». Конструкция представляет собой две перпендикулярных друг другу пересекающихся рамы из плексигласа. Между соседними участками рам в пространстве конструкции натянуты струны, образующие гиперболические параболоиды (всего их четыре). Они расположены таким образом, что как бы организуют циклическое движение во внутреннем пространстве. При этом пластика гиперболических параболоидов также меняется при переходе от одного участка конструкции к другому – напряженность ее определяется длиной струн и расположением направляющих (в данном случае – участков рам, к которым крепятся струны) относительно друг друга. Изменение пластической напряженности этой структуры линейчатых поверхностей во внутреннем пространстве конструкции воспринимается как движение (рис. 3-27, а).

Многие скульптуры А. Певзнера можно рассматривать как образованные перемещением в пространстве прямой, положение которой в каждый момент времени зафиксировано отдельным металлическим стержнем (рис. 3-27, в). Работы Певзнера представляют собой, по сути, композиции из перетекающих друг в друга линейчатых поверхностей, в которых можно увидеть структуры, близкие к гиперболоиду (Колонна Мира, 1954), и участки гиперболических параболоидов (Конструкция для Аэропорта, Конструкция в третьем и четвертом измерениях и др.).

Основой иллюзии движения в работах Певзнера, в итоге, является сама технология формообразования (то есть, технология порождения линейчатых поверхностей) вкупе с композиционной организацией этих поверхностей, дающей простор и для возникновения разнообразных свето-теневых и цветовых – благодаря патине – эффектов, и, как следствие, частичной дематериализации поверхностей.

В меньшей степени, на наш взгляд, движение выражено в работах Б. Хепворт, поскольку в них линейчатые поверхности являются лишь одним из формообразующих элементов, а композиции, как правило, уравновешенные. Сама же пластика линейчатых поверхностей в работах Хепворт различна: от очень сдер-

жанной в Delphi до напряженной в Orpheus[614], Curlew, Bryher II, Winged figure. В скульптурах, установленных на открытом воздухе, определенный кинетический эффект, обусловленный линейчатыми поверхностями, возникает под действием лучей солнечного света: тени, отбрасываемые струнами, проецируясь на вогнутую поверхность скульптуры, создают дополнительный рисунок внутри формы, постоянно меняющийся в течение дня (рис. 3-27, д).

3.4.5. Линейчатые поверхности и кинетизм в экспериментах отечественных художников 1960-70-х гг.

В 1960-е гг. с формообразованием на основе линейчатых поверхностей были связаны эксперименты художников отечественной группы «Движение». Этапной в работе членов этой группы, как считает В.Ф. Колейчук, стала выставка группы «На пути к синтезу искусств», состоявшаяся в 1964 г. в Москве. Он пишет, что характерной чертой большинства пространственных композиций, представленных на ней, «как стабилей, так и мобилей, было использование линеарных конструкций[615]. <...> в фантастических проектах Л. Нусберга, графических спиралях Ф. Инфанте, их пространственных линеарных композициях можно было проследить наметившуюся тенденцию к художественному освоению движения...»[616].

Исходя из космической тематики ряда работ художников: «Галактика» – кинетическая конструкция Ф. Инфанте, 1967 (рис. 3-28, б), «Пришелец» и «Проект памятника космонавтам» (1964) В. Степанова (рис. 3-28-1), – и времени их создания, можно предположить, что формообразующим импульсом для них стало освоение космического пространства; и действительно, С. Зорин, один из участников первого состава группы, в ходе мероприятий выставочного проекта «Время движения / Полвека русского кинетизма», проходившего в Москве в галерее ART-STORY осенью 2014 г.[617], «напомнил, что после полета Гагарина в космос в 1961 г. началась новая эра, космическая. Не удивительно, что космическая и тех-

---

[614] Что касается кинетической вариации Orpheus, то, по определению М. Гейла, использование в нем моторизированного вращения скорее усиливает форму, чем трансформирует ее. – Matthew Gale. tate.org.uk›art/artworks…small-screw-mobile-t00552, 1997

[615] эти «линеарные конструкции» – результат использования в формообразовании линейчатых поверхностей.

[616] *Колейчук В.* Галерея кинетизма // Эксперимент в дизайне[учеб. пособие] / сост. Александр Лаврентьев. – М.: Издательский дом «Университетская книга», 2010. С. 129.

[617] Для этой выставки были реконструированы некоторые объекты, созданные в 1960-х (рис. 3-31).

ническая эйфория того времени захватила художников и стала для них одновременно источником вдохновения и средством реализации появившихся идей»[618]. Интересно, что средством воплощения этой «космической и технической эйфории», средством выражения космических идей, идей пространства стали линейчатые поверхности – и в пространственных, и в графических композициях художников группы (так, «тело» «Пришельца» словно соткано из гиперболических параболоидов).

В. Ф. Колейчук, удивляясь количеству «линеарных конструкций» (терминология В. Ф. Колейчука), представленных на выставке 1964 г., тем не менее, не связывает их с космосом, а считает, что «прототип, на который ориентировалось большинство авторов, – это известные еще с 30-40-х годов работы Н. Габо: изящные воздушные линеарные композиции, выполненные из стали, бронзы, плексигласа и тончайших нитей <...> Привлекла простота технического приема при отсутствии собственного опыта пространственного мышления и моделирования»[619].

В числе работ, в которых присутствуют линейчатые поверхности, – композиция Ф. Инфантэ «Пространство-движение-бесконечность» (1963), которая состояла из «вставленных друг в друга каркасов кубов с натянутыми по сложным поверхностям[620] капроновыми нитями и мини-лампочками, расположенными на вершинах каркасов. Каждая из фигур вращалась независимо от остальных в одной из трех пространственных плоскостей. В целом композиция в движении создавала впечатление объекта, преодолевающего притяжение земли и свободно перемещающегося в пространстве. Невозможность уловить в деталях все изменения, происходящие в каждом фрагменте целостной композиции, превращала ее в какой-то новый, единый, сотканный из движения объект»[621] (рис. 3-28, а) – это стало результатом взаимодействия формы в движении и света, причем, на реальное движение накладывалось иллюзорное (присущее линейчатым поверхностям).

А. Н. Лаврентьев рассматривает такого рода объекты как эксперимент в дизайне, который «зачастую нацелен на разработку не столько вещей или их проек-

---

[618] Полвека после начала Движения. kolomna-art.pro/culture_news/.../polveka-posle-nachala-dvizheniya.
[619] *Колейчук В. Ф.* Кинетизм. С. 51.
[620] Это и были линейчатые поверхности – О. Л.
[621] *Колейчук В. Ф.* Кинетизм. С. 51-52.

тов <...>, сколько формальных или функциональных принципов, "полуфабрикатов", идей вещей»[622]. К ним можно отнести и проект В. Локтева «Градолет» (1967) из серии «проектов для околоземного пространства. Эксперимент заключался в создании композиционной структуры, не имеющей привязки к вектору земного тяготения»[623]. Проект представлял собой пересечение плоскостей, в которых центральная часть вырезана в форме многоугольника, а оставшееся пустое пространство заполнено пересекающимися гиперболическими параболоидами, причем, «направляющими» каждого из них служили стороны этих многоугольников, находящиеся в разных плоскостях, так что образовалось пространство со сложной структурой, связывающей плоскости в единое целое, – в этом проекте гиперболический параболоид воспринимается как символ космического пространства (рис. 3-29) и всего, что с ним связано.

Важным в деятельности художников группы «Движение» было то, что в ходе экспериментов они – посредством утверждения кинетического искусства (одно из направлений которого было связано с формообразованием на основе линейчатых поверхностей) – осуществляли «поворот от станкового искусства к проектному освоению окружающей среды, сдвиг в область архитектуры и дизайна»[624]. Примером такого движения в область средового дизайна стало использование линейчатых поверхностей (в вантово-стержневых конструкциях) в качестве пространственных акцентов на въездах в лагерь-школу комсомольского актива г. Москвы[625]. Кроме того, исследован эстетический потенциал линейчатых поверхностей в световом дизайне: В. Ф. Колейчук использовал свойство прямолинейности распространения светового пучка для создания «пространственных световых композиций, имитирующих гигантскую линейчатую поверхность, собранную из лучей прожекторов»[626] в проекте световой композиции на въезде в г. Тольятти (1970 г.) – (рис. 3-30).

Мгновенно-жесткие конструкции В. Ф. Колейчука: «Двойная спираль»

---

[622] *Колейчук В. Лаврентьев А.* Эксперимент в дизайне: смысл и цели / Эксперимент в дизайне: [учеб. пособие] / сост. Александр Лаврентьев. – М.: Издательский дом «Университетская книга», 2010. С. 9.
[623] Эксперимент в дизайне. Там же. С. 9.
[624] *Колейчук В. Ф.* Кинетизм: Авт.-сост. В. Ф. Колейчук – М.: Галарт, 1994. С. 49.
[625] Авторы – В. Колейчук, Г. Файф, 1968 г.
[626] *Колейчук В. Ф.* Приемы светового дизайна / Эксперимент в дизайне. С. 45.

(1968), «Два кольца» (1977), «Крылья» (1985), основными характеристиками которых являются «ясный ритм, нарочитая структурность, ощущение невесомости»[627], – также «выстраиваются» в линейчатые поверхности (рис. 3-32).

В графических работах Л. Нусберга («Алтарь», 1963 г.) и А. Григорьева («Магическая геометрия», 1968) встречается, как и во многих рисунках Барбары Хепворт, линейчатая структура – гиперболический параболоид. Но, в отличие от рисунков Хепворт, где он выглядит неким знаком, символом, в некоторых работах Нусберга и Григорьева он превращается в орнаментальный мотив, занимающий значительную часть пространства композиции (рис. 3-33).

С. В. Хачатуров, характеризуя эксперименты (среди которых немало основанных на линейчатых поверхностях) участников группы "Движение" (кинетические объекты В.Ф. Колейчука, Ф. Инфантэ, рельефы из оргстекла А. Григорьева), которые ему, на первый взгляд, представляются «искусством радикально искусственным, оппозиционным понятиям "естество" и "мимесис"», на деле обнаруживают «законы творчества в согласии с Природой»[628]; он оценивает их как некую практическую философию «...на тему сущности искусства, соотношения его с природой, технологиями и человеком»[629].

3.4.6. Линейчатые поверхности как основа модульных конструкций и кинетических композиций Анхеля Дуарте

Испанский скульптор Анхель Дуарте (Angel Duarte, 1930-2007; награжден Медалью за Заслуги в изобразительном искусстве) также использовал линейчатые поверхности как формообразующее средство. А. Дуарте учился рисованию и лепке в мастерской по работе с серебром, посещал классы Академии изобразительных искусств в Мадриде. В 1954 г. уехал в Париж, где через несколько лет вместе с другими испанскими художниками[630] основал группу «Equipo 57». Художники предполагали работать не каждый в своем стиле, а командой. Они делали особый

---

[627] *Колейчук В. Ф.* Азбука Колейчука. Научно-методическое издание из серии «Творческая лаборатория». МГХПУ им. С.Г. Строганова. Москва, 2012. С. 74.
[628] *Хачатуров С. В.* Целесообразность без цели / Время движения. Полвека русского кинетизма. Каталог выставки (16 октября – 15 ноября 2014). – М.: Галерея ARTSTORY, 2014. С. 9.
[629] *Хачатуров С. В.* Там же. С. 9.
[630] А. Ибарролой, Х. Серано и Х. Дуарте.

акцент на пространстве и утверждали, что у математики и искусства много общего[631]. Ряд работ группы выполнен с использованием линейчатых поверхностей: по информации Национального Центра искусств Королевы Софии, скульптурные работы «Equipo 57» основаны на исследовании принципов Русского Конструктивизма, объединенном с изучением аналитической геометрии. Но в отличие от Конструктивизма, связанного с использованием плоскостей, они намеревались достичь эффекта непрерывности пространства и динамизма посредством композиционного соединения *гиперболических параболоидов*[632]. Материалом этого рода работ, преимущественно, служила гальванизированная проволока, и иногда – фанера (рис. 3-34). Группа распалась в конце 1961 г. из-за разногласий между ее членами[633].

Что касается самого А. Дуарте, – диапазон его работ[634] широк: «от экспрессионистской живописи до геометрической абстракции»[635]. Существенное место в творчестве занимают пространственные геометрические композиции, главным мотивом которых является гиперболический параболоид – структура, которая часто использовалась и в коллективных работах «Equipo 57». Однако, работы группы часто асимметричны, а Дуарте предпочитал симметрию (рис. 3-35).

Работы А. Дуарте находятся в ряде музеев и культурных центров Европы и Америки, они также установлены на открытых городских пространствах. Среди таких работ – скульптура «Ouverture au Monde» (1973 г.) на берегу Женевского озера, в Лозанне; она представляет собой композицию из тридцати шести соединенных между собой структур – гиперболических параболоидов (рис. 3-36). Но, помимо этого, согласно Robert Ferréol (mathcurve.com), скульптура, во-первых, точно вписывается в геометрическую фигуру под названием rhombicuboctaèdre[636], а, во-вторых, близка поверхности «surface minimale P de Schwarz» (которая, возможно, послужила моделью для «Ouverture au Monde» – рис. 3-37), что является дополнительным свидетельством ее связи с математикой. Изменение точки зре-

---

631 www.spainisculture.com/.../artistas.../grupo_equ...

632 *Fernández C. A.* Equipo 57. museoreinasofia.es›en/collection/artwork/sin-

633 В XXI в. (в связи 50-летием со дня создания) работы «Equipo 57» неоднократно экспонировались – не только в Испании, но и в Лондоне (в 2012 г).

634 Работы Дуарте экспонировались во многих городах мира, в том числе и в Москве.

635 www.spainisculture.com/en/artistas.../angel_duarte.html

636 *mathcurve.com*

ния наблюдателя изменяет абрис самой фигуры и отверстий внутри нее, а также – и рисунок муара, образующегося при проецировании друг на друга по-разному ориентированных в пространстве структур гиперболического параболоида.

Другим направлением использования линейчатых поверхностей (точнее, эффекта линейчатых поверхностей) в творчестве А. Дуарте являются кинетические композиции и тончайшие графические работы, целью которых является достижение оптического эффекта. В кинетических композициях из нержавеющей стали и стекла (или оргстекла) с трафаретной печатью при помощи неоновой лампы Дуарте добивается эффекта свечения и вибрации – благодаря композиционному решению, основанному на сочетании сгущения и разрежения линий, которые как бы являются проекцией линейчатых поверхностей: в местах сгущений образуется светящийся ореол (а внутри самого объекта, кажется, происходит движение, и плоская поверхность, то есть рисунок из прямых линий, представляется линейчатыми поверхностями, по-разному ориентированными в пространстве). Таковы, к примеру, R.M.3 (1963) , V32 (1962), V35 (1968), Composition cinetique (1971), (рис. 3-38, а-г). Сам Дуарте говорит, что свет в композиции «используется для создания эффекта резонанса, способного подчеркнуть движение пространств – это соответствует нашей теории интерактивности пространства»[637].

Ощущение движения, основанное на композиционном противопоставлении наиболее сгущающихся и наиболее разреженных линий (оптическая иллюзия расширения-сжатия), возникает и от графических работ Дуарте, выполненных в технике сериграфии (шелкографии), например, в Composition Cinetique (1969) (рис. 3-38, д). Так с помощью композиционных решений, основанных на знании «поведения» линейчатых поверхностей, Дуарте создает в плоских поверхностях иллюзию объема и пространства.

3.5. Типология формообразования на основе коноида: от иллюзии движения – к кинетическим объектам

Напомним, что *коноид* – это линейчатая поверхность, образуемая движени-

[637] *Popper F.* «leurs lumières» KunstLichtKunst. Introduction. *www.ednm.fr/leurslumieres/?page_id=906*

ем прямой линии вдоль двух образующих, одна из которых – прямая, другая – кривая линия. Классическим примером такого рода конструкции может служить первоначальный проект здания ЮНЕСКО (М. Бройер, Б. Зерфюс, П. Л. Нерви), где коноид предполагалось использовать в конструкции навеса над входом в здание. В окончательном варианте к прежнему коноидальному участку добавлен другой коноид, – в результате козырек приобрел более сложную конфигурацию (с криволинейными направляющими противоположных знаков): он взмывает вверх, контрастируя своей пластикой с характером поверхности фасада (рис. 3-39).

3.5.1. Коноид в конструкции приходской школы А. Гауди как прообраз конструктивных и пластических архитектурных решений в XX и XXI веках

Наиболее представительным примером использования коноида в архитектуре, который можно рассматривать как прообраз многих решений XX и XXI вв., является здание приходской школы Саграда Фамилиа Гауди (конструкция ее рассмотрена в гл. 1). Похожую конструкцию стен[638] применил Э. Диесте[639] в церкви г. Атлантида (1958-60 гг.). Решение Э. Диесте представляется технически более сложным, и при этом гораздо более динамичным: в школе Гауди синусоидальное движение стен начинается на уровне земли и «гасится» при приближении к крыше, а у Э. Диесте – наоборот, у земли синусоида только зарождается и достигает максимума под крышей, и в то время как у Гауди здание кверху сужается, у Диесте – расширяется, что делает конструкцию более интригующей (рис. 3-40, в-д). Эта конструктивная идея через много лет (проект 1995 г.) была развита архитектором (и верхняя и нижняя направляющие коноидальной стены – синусоиды) в приходской церкви San Juan de Avila в г. Алькала де Энарес испанской провинции Мадрид (рис. 3-40, е, ж).

Конструкцию крыши, имеющей принципиальное сходство с примененной Гауди, можно видеть в Нидерландском театре танца Рема Колхаса (Гаага, 1987-88), в собственном доме архитектора Габриэля Фагана (ЮАР, 1985). Коноид как

---

[638] *Lovdal S.* Tradition and innovation–tracing the influences of Eladio Dieste's vaulting techniques /- Appropriate Technologies, p. 83. Электронный ресурс: energyandbuilding.uc.cl.

[639] Eladio Dieste (1917-2000), уругвайский архитектор и инженер

элемент конструкции кровли использован на краевых участках крыши Дворца Сан-Хорди в Барселоне: построенный в 1992 г. А. Исодзаки (который, как следует из материалов Музея Гауди в Реусе, с большим уважением относится к конструктивному гению мастера), Дворец является несомненным «реверансом» в сторону здания школы Гауди (рис. 3-40-1).

Как уже было отмечено в гл. 1, в конструкции винодельни Бодегас Исиос (1998-2001) С. Калатравы есть определенное сходство с конструкцией приходской школы Гауди (коноидальные стены и крыша, но без центральной балки), но конструкция винодельни выполнена на совершенно ином техническом и технологическом уровне и из современных материалов, что вкупе с более смелой композицией (в частности, другая ритмическая организация фасада, и соответственно, крыши) делает ее значительно более экспрессивной, чем здание Гауди. В этой работе Калатравы, как и в здании Гауди, движение ощущается и в конструкции стен – синусоидальное движение, амплитуда которого убывает с увеличением высоты, и, тем более, в самой крыше. Ее конструкция (как и в здании Гауди) представляет коноид с синусоидальной направляющей, но с большей амплитудой.

Покрытие представляет собой сплошную последовательность балок прямоугольного сечения, уложенных концами на противоположные фасадные стены[640] (т. е. на синусоиды противоположного знака). Значительная амплитуда синусоиды в сочетании с квадратным сечением балок, как бы совершающих движение по ее траектории, делает это движение особенно ощутимым (рис. 3-41). Позднее (в 2013 г.) Калатрава применил усовершенствованный вариант конструкции Бодегас Исиос в решении железнодорожной станции Reggio Emilia (Италия) – здании с волнообразным движением фасадов и крыши высочайшего инженерного уровня. Это решение можно назвать пластическим переосмыслением коноидальной конструкции, – здесь крыша не является собственно коноидом – ее центральная линия – не прямая, а волнообразная, и в то же время это решение можно рассматривать как развитие конструктивной идеи Гауди в сторону усиления пластики – на основе новых технических возможностей (рис. 3-42).

[640] www.arcspace.com/features/...calatrava/la-rioja-bodegas-ysio...

3.5.2. Конструкции на основе коноида: превращение иллюзорного движения в реальное

3.5.2.1. Развитие конструктивных идей Гауди в кинетических объектах Калатравы

В 2002 г. на площади перед Музеем Южного Методистского Университета в Далласе (шт. Техас) была установлена скульптура С. Калатравы под названием «Волна» (Wave). Она представляет собой ту же конструкцию, которую применил Гауди в крыше здания школы Саграда Фамилиа: коноид, но – механизированный. В музеях Гауди в Барселоне и в Реусе представлена интерактивная модель коноида, иллюстрирующая процесс его образования из плоскости – этот принцип использует в своих работах и Калатрава. Сам Калатрава говорит о том, что в своей докторской диссертации он рассматривал вопрос сведения трехмерного геометрического объекта «...к двухмерной фигуре и в конечном счете к одному измерению»[641] (рис. 3-43).

Скульптура «Волна» является буквальной иллюстрацией этого принципа: одномерная прямая линия (элемент скульптуры), многократно повторенная, образует плоскую поверхность, каждый элемент которой закреплен своей центральной точкой на неподвижной основе; эта «плоскость» посредством механизма превращается в трехмерный объект: скульптура изготовлена из 129 полых стальных, покрытых бронзой, брусков, которые поднимаются и опускаются в определенном ритме, производя волновое движение. Она установлена на постаменте посреди неглубокого бассейна, облицованного черным гранитом, колеблющаяся вода которого удваивает рукотворную движущуюся «Волну» (шириной 8 м и длиной 21 м). Таким образом, принцип архитектурной конструкции, впервые примененной А. Гауди, С. Калатрава перенес в скульптуру с перманентным движением элементов.

Следующим этапом стало создание вертикальной версии этой скульптуры – в афинской Стене Наций, олимпийском объекте 2004 г. (стальная трубчатая конструкция длиной 250 м и высотой 20 м). Этот объект, в отличие от предыдущего кинетического, «Волны», можно отнести к разряду кинетических трансфор-

---

[641] *Ходидио Ф.* Сантьяго Калатрава. Архитектор, инженер, художник. TASCHEN/Арт-Родник, 2009. С. 10.

мирующихся объектов, поскольку он может пребывать не только в движении, но и в статичном состоянии – в виде плоскости – и выполнять таким образом роль гигантского видеоэкрана (то есть быть одновременно и скульптурным объектом, и объектом дизайна), рис. 3-43.

3.5.2.2. «Механические волны Рубена Марголина»

Прямолинейные элементы, производящие линейчатые поверхности, использует для создания кинетических объектов и американский художник Рубен Марголин (1970 г. р.), который с детства увлекался математикой и механикой, образование получил в Гарварде, затем обучался классической живописи во Флоренции и Санкт-Петербурге[642]. Однажды, заинтересовавшись волнообразным движением гусеницы, он стал размышлять над тем, как создать приспособление, имитирующее это движение[643]. Поставив целью получение волнообразного движения, он добивается этого разными способами, в том числе, используя коноид, соединяя его с различными по сложности механизмами.

Наиболее простым объектом этой серии является Redwood Wave (2007), относительно небольшого размера «настольная» модель. Механизм этой «Волны» из красного дерева (в действительности – «вторсырья») приводится в движение двумя рукоятками, движение через распределительные валы передается тридцати планкам[644] (образующим непрерывную поверхность), создавая впечатление волнующегося моря. Сам объект имеет сходство со скульптурой «Волна» С. Калатравы, приводимой в движение с помощью мотора, но это сходство заключается в использовании в качестве модели поверхности коноида, при этом способы приведения объекта в движение совершенно разные.

Коноидальная структура (по своему строению напоминающая крышу винодельни Бодегас Исиос С. Калатравы) использована и в кинетической скульптуре Р. Марголина «Спиральная волна» (Helix Wave[645], 2011), установленной в Боль-

---

[642] *Скоренко Т.* Механические волны Рубена Марголина: Море. «Популярная Механика» (№102, апрель 2011). popmech.ru›design/11480…volny-rubena-margolina…

[643] *Keeling B.* East Bay Leonardo. Arts & Entertainment. March 28, 2008. sfist.com/tags/ReubenMargolin

[644] Reuben Margolin*:* Waves. *www.reubenmargolin.com*

[645] Вариант этой скульптуры рассмотрен в прил. 3-10.

шом Зале Музея Открытий (Museum of Discovery) в Литл-Роке (США, Арканзас). Скульптура состоит из сорока деревянных прямолинейных планок, которые с обеих сторон присоединены к движущим механизмам – геликоидам[646], представляющим собой ступенчатое шарнирное соединение алюминиевых блоков. Спиральное движение геликоидального механизма, проходя через сложную систему соединений (посредством лавсановых нитей) передается каждому элементу деревянной скульптуры, преобразуясь в синусоидальное. При этом в самой системе соединений в процессе движения образуются постоянно меняющиеся нитяные линейчатые поверхности (рис. 3-44).

3.5.2.3. Кинетический фасад: волновое движение, порождаемое ветром

Кинетический архитектурный объект Wave Wall (2006), размещенный на фасаде Научного образовательного центра LIGO в г. Лафайет (США), как и рассмотренные выше объекты, демонстрирует волновое движение, но порождается это движение естественным природным явлением – ветром[647].

Поверхность Wave Wall образована из 122 алюминиевых пустотелых элементов длиной 35 футов, закрепленных параллельно фасаду на стальной балке (ширина балки обеспечивает свободу движения элементов в плоскости, перпендикулярной фасаду). Соседние элементы Wave Wall связаны между собой магнитными соединениями, так что энергия движения, активируемого ветром, передается от одного элемента к другому, порождая в стене волнообразное движение. В процессе этого движения происходит превращение исходной плоской поверхности в трехмерный объект, то есть в собственно Wave Wall – волнообразную поверхность: ветровое воздействие генерирует в объекте волновое движение, моделирующее коноид.

Wave Wall в состоянии покоя имеет очевидное сходство со Стеной Наций С. Калатравы. В состоянии движения Wave Wall, безусловно, не образует такой правильный коноид – с постоянной амплитудой,– как коноид Стены Наций С. Калатравы, поскольку Wave Wall формируется под действием не механического

[646] Reuben Margolin*:* Waves. *www.reubenmargolin.com*
[647] Объект может приводиться в движение и вручную.

однородного и непрерывного движения, а – случайного природного движения воздуха – дуновения ветра). Можно предположить, что при ветре, дующем в определенном направлении, с определенной (и постоянной) силой, Wave Wall имела бы такой же вид, Стена Наций. Однако, при ветре более 15-ти узлов волнообразное движение становится более хаотичным, поскольку магнитные связки между соседними элементами распадаются[648].

Интерес, на наш взгляд, представляет и то, что в данном случае дизайн кинетического объекта связан с характером научных исследований, проводимых в стенах Научного центра, он отражает их тематику: распространение волн, гравитация, резонанс и свет; и напрямую соотносится с задачей LIGO – обнаружение гравитационных волн[649]. Сам же объект – это плод уникального сотрудничества архитекторов (Чарльза Соуэрса и других) с учеными обсерватории (LIGO).

3.6. Геликоид как наиболее динамичная структура линейчатой поверхности. Типология формообразования на основе геликоида

3.6.1. Геликоид и модульное формообразование: от конструкции лестницы к конструкции здания

Геликоид это винтовая линейчатая поверхность, производимая движением прямой (образующей), которая вращается вокруг некоторой оси с одновременным перемещением вдоль этой оси, – таким образом, геликоид суммирует в себе два вида движения: вращательное и поступательное, а потому представляет собой наиболее динамичную структуру линейчатых поверхностей. Геликоид – первая из линейчатых поверхностей (неразвертывающихся), вовлеченная в практическое применение в архитектуре (причем, задолго до научного описания этих поверхностей в геометрии) – в форме винтовой лестницы, существовавшей уже в романскую эпоху («винт св. Жиля»[650]).

Геликоидальную конструкцию лестницы можно рассматривать как результат модульного формообразования, в котором модулем является ступень. Одним

---

[648] Charles Sowers. Wave Wall. charlessowers.com›wave-wall
[649] *Seller A.* Wave Wall by Charles Sowers. ilikearchitecture.net›…wave-wall-charles-sowers/
[650] *Шуази О.* История архитектуры. Том 2, с. 352.

из направлений последующего развития конструкции, впервые использованной в винтовой лестнице, нам видится эволюция модуля: от ступени – к фрагменту здания.

Начало этому направлению, как нам представляется, положил А. Гауди – созданием геликоидальной колонны в Коллеже Св. Терезы (1888-1889), которая используется в качестве и несущего, и декоративного элементов (об этом – в главе 1). Эту конструкцию Гауди можно рассматривать как шаг в направлении трансформации, усложнения модуля от элементарного (ступени) – к составному, сложному, поскольку в этой колонне своего рода модулем является каждый горизонтальный слой кирпича, состоящий из четырех штук. Посредством этого модуля на основе симметрии поворота – относительно центральной оси – выстраивается колонна, которая представляет собой объемный геликоид[651] (рис. 3-46).

В 1999 г. аналогичную конструкцию применил испанский скульптор Андреу Альфаро (Andreu Alfaro, 1929-2012) в своей работе для Автономного университета Барселоны: на входе в кампус установлены четыре геликоидальных колонны из гранита высотой от 25 до 40 м[652], устремленные в небо. Они интерпретируются как символ единения университетского сообщества Каталонии, нацеленности его в будущее; как символ неразрывных связей между природой, наукой и искусством[653]. Эту работу можно рассматривать как очередной шаг в эволюции модуля геликоидальной конструкции: в то время как в колонне Гауди каждый слой-модуль составлен из четырех кирпичей, в конструкции Альфаро модуль уже не составной, а цельный[654] (рис. 3-46).

Следующим этапом в развитии этой формы (и модульного формообразования на основе геликоида[655]) стало использование в качестве модуля целого этажа в конструкции многоэтажного офисного здания высотой 243 м – Башни Революции в Панама-Сити (2011 г., архитектор Pinzón Lozano). В этой связи отметим, что

---

[651] Эту же конструкцию колонны использовал современник А. Гауди каталонский архитектор Энрик Санье (Enric Sagnier) в 1916 г. в решении галереи в здании Управления по защите детства в Барселоне (галерея не сохранилась).

[652] 4000/3500/3000/2500 x 300 x 300 cm

[653] coleccionbbva.com/en/andreu-alfaro

[654] Вместе с тем, эту конструкцию Альфаро можно представить и как элементарную лестницу, у которой «отсечены» ступени (остались только их опорные части, что хорошо видно при сопоставлении с пожарной лестницей М. Бройера на здании ЮНЕСКО в Париже – рис. 3-46-доп.)

[655] Аналогичный способ формообразования в дизайне рассмотрен дальше в соответствующем разделе.

в лондонских архивах сохранился архитектурный проект Габо 1950-х г.[656], в основе которого – аналогичная конструкция (рис. 3-46).

3.6.2. От скульптурной пластики винтовой лестницы – к «скульптуре», организующей пространство

Другим направлением эволюции винтовой лестницы является превращение ее в своего рода скульптуру (формообразующий импульс для использования геликоида в скульптуре исходит, безусловно, не от конструкции лестницы[657]). Следует отметить, что пластика винтовых лестниц, часто «усиленная» декоративной проработкой их донной поверхности (свода) и центрального опорного столба, сделала многие лестницы похожими на скульптуры еще столетия назад: например, лестницы в Граце и в замке Хартенфельс в Торгау; лестница с двойной спиралью в Шамборе, проект которой связывают с именем Леонардо да Винчи[658], о «почти скульптурной»[659] пластичности всех ее элементов говорит В. С. Турчин; а также лестница архитектора барокко Доминго де Андраде в бывшем монастыре Сан Доминго де Бонаваль в Галисии, где пространство, заключенное внутри лестницы, словно уносится вверх водоворотом тройной спирали (рис. 3-47).

Скульптурность характерна и для винтовых лестниц более поздних периодов: отметим пластику незавершенной лестницы Гауди в Крипте Колонии Гуэль, обусловленную традиционной каталонской технологией кирпичной кладки, а также уникальную пластику винтовых лестниц соотечественника Гауди Рафаэля Гуаставино (1842–1908), учившегося в той же, что и Гауди, архитектурной школе в Барселоне[660] (но не закончившего обучение), и позже «экспортировавшего» эту технологию в Америку (рис. 3-47, е, ж).

---

[656] *Hammer M., Lodder C.* Constructing modernity: the art and career of Naum Gabo. Yale University Press. New Haven & London. 2000. P. 373.

[657] Геликоидальное движение лежит в основе спирального морфогенеза – одного из фундаментальных способов формообразования в природе, примером которого могут служить строение галактик, молекулы ДНК, раковин моллюсков, расположение лепестков и семян в растениях (явление филлотаксиса); по спирали происходит рост тканей в стволах деревьев, спиральные движения наблюдаются при росте корней и побегов. Универсальность этого способа формообразования подтверждается и всем ходом истории искусства: форма спирали проходит путь от плоскостного изображения (наскальные рисунки, орнаменты) до объемного (волюты, кронштейны, витые колонны) и пространственного решений (лестницы, купола церквей барокко).

[658] *Киньяр П.* Лестницы Шамбора: Роман / Пер. с фр. – М.: FreeFly, 2004. С. 56.

[659] *Турчин В. С.* Города и замки Луары. – М.: Искусство, 1986. С. 57.

[660] *Ochsendorf J.* Guastavino vaulting: The Art of Structural Tile. Princeton Architectural Press. New York, 2013. P. 19.

В конце XX века геликоидальная лестница приобретает новое значение: она, «выходит» в пространство[661] и превращается в своего рода свободно стоящую «скульптуру», сообщая пространству дополнительную динамику. Пластика лестницы в современных зданиях может быть столь энергичной, что она становится главным, «организующим» элементом пространства[662]. Действительное же превращение лестницы[663] в собственно скульптуру (по которой можно ходить) осуществлено датским художником О. Элиассоном (Olafur Eliasson, род. 1967) в работе под названием «Перезапись» (Rewriting, 2004); этот художественный акт можно рассматривать как обособление геликоидальной конструкции (лестницы) от здания, превращение ее из открытой в замкнутую (и, в результате, в «бесконечную») и выход в городское пространство в качестве скульптуры[664] (рис. 3-48).

Однако, намного раньше (и, возможно, впервые в истории использования линейчатых поверхностей в скульптуре) конструкция геликоида появляется в кинетическом объекте британского художника К. Мартина, работы которого можно рассматривать как продолжение (средствами линейчатых поверхностей) линии Русского Авангарда – экспериментальных пространственных конструкций А. М. Родченко начала 1920-х годов (о близости взглядов К. Мартина «...формальным и философским основам раннего Конструктивизма В. Татлина и А. Родченко»[665] говорится в материалах выставки Кеннета Мартина и Мэри Мартин «Constructed Works», проходившей в 2008 г. в галерее Тейт в Сент-Айвзе и De La Warr Pavilion в Бексхилле (Великобритания).

3.6.3. Мобили и стабили Кеннета Мартина

Кеннет Мартин (1905-1984) изучал живопись в Королевском Колледже искусств в Лондоне; во второй половине 1930-х был связан с Сент-Айвзской груп-

---

[661] есть пример «открытой» лестницы уже в конце XIX в. (но – стоящей у стены) - в часовне Лоретто в Санта Фе.

[662] Лестница под «пирамидой» И. М. Пея в Лувре, лестница в Garvan Institute of Medical Research (арх. K. Woolley) в Сиднее (Австралия), делающая шесть с половиной оборотов, простираясь на высоту в пять этажей.

[663] Сам процесс использования геликоидальной конструкции в скульптуре начался намного раньше, об этом – в следующих пунктах

[664] Хотя, вероятно, правильнее рассматривать ее как объект дизайна, поскольку по ней можно ходить (скульптура установлена во дворе офиса международной аудиторской компании KPMG в Мюнхене).

[665] Kenneth Martin & Mary Martin: Constructed Works. Notes for Teachers. dlwp.com›images…MartinsTeachersNotes.pdf. P. 7.

пой (в которую входили Хепворт[666], Мур и Габо), а в послевоенное время был ведущим членом группы конструктивистов, сформировавшейся вокруг Виктора Пасмура. Конструктивизм в понимании К. Мартина «...не есть редукция окружающего нас сложного мира к простым формам. Это конструирование с помощью простых элементов выразительного целого»[667] – эти слова К. Мартина из каталога его выставки, проходившей в Тейт в 1975 г., приводит британский историк искусства А. Фаулер.

В 1953 г. К. Мартин разработал форму, которая стала наиболее характерной для его творчества – Screw Mobile (мобиль с винтовым движением). Мэттью Гейл описывает Screw Mobile в каталоге Тейт как «...спиральную структуру, аналогичную встречающейся в природных раковинах, – она обсуждается на протяжении главы «Равноугольная спираль» (‘The Equiangular Spiral’) книги Д'Арси Томпсона "О росте и форме", – известно, что Мартин к ней обращался»[668] (как и Габо, а до него и Гауди). Группа конструктивистов, в которую входил К. Мартин, отвергала миметическое искусство в пользу новых (преимущественно геометрических) форм, материалов и техник, и некоторое родство с природным объектом, присутствующее в этой работе, основано не на подражании, а на создании «диаграммы усилий», аналогичной природной[669] (рис. 3-49, а). При этом «спиральная структура» Screw Mobile смоделирована посредством линейчатой поверхности – геликоида.

В мобилях Кеннета Мартина использованы – как он сам их характеризовал – «первичные виды движения», которые могут обеспечиваться просто током воздуха[670] (хотя в некоторых его мобилях использован мотор). Такой «первичный вид движения» характерен и для серии Screw Mobile. Мартин писал, что художник конструктивист сталкивается с различными проблемами, поскольку линия, нарисованная на плоскости, становится линией в пространстве; к тому же участником процесса становится гравитация. Мартину нравились простое подвешива-

---

[666] О возможном влиянии Хепворт на развитие британского Конструктивизма – прил. 3-11.
[667] *Fowler A.* A rational aesthetic . richardplank.com›…uploads/2011/11…aesthetic-1.pdf
[668] *Gale M.* tate.org.uk›art/artworks…small-screw-mobile-t00552
[669] *Gale M.* tate.org.uk›art/artworks…small-screw-mobile-t00552
[670] Kenneth Martin & Mary Martin: Constructed Works. Notes for Teachers. dlwp.com›images…MartinsTeachersNotes.pdf. P. 7.

ние и вращение моделей серии Screw Mobile[671] (рис. 3-49).

Мобили этой серии представляют собой конструкцию, в которой к центральному стальному стержню припаяны – через одинаковые интервалы и под определенным углом друг к другу – латунные стержни или планки таким образом, что создается спиральная структура. О мобиле, представленном в экспозиции Кеттл'з-Ярда[672], сказано, что он подвешен к потолку перед окном на проволоке, и поворачивается (вращается) от движения воздуха в комнате. «Непредсказуемое движение и игра света на поверхности мобиля, отбрасывающего тени на стены и соседние скульптуры, добавляет в восприятие объекта элемент случайности»[673].

Однако, для того, чтобы движение мобиля могло осуществляться под воздействием тока воздуха, Мартин применил в конструкции, как он сам охарактеризовал его, – «простейший кинетический принцип»[674]. В своей рукописи «On the Development of the Mobile» в июне 1955 г., Мартин обяснял, что его мобили сначала разрабатывались на эскизе, который служил лекалом. Позднее, в 1972 г., был опубликован рисунок для *Screw Mobile* (рис. 3-49, д), который поясняет, как этот процесс развивался. Мартин писал о подготовительной работе, что процесс поиска начинался с рисунка (чертежа) эллипса (он должен был составить «тело» конструкции), который Мартин разделил прямыми горизонтальными линиями на определенные интервалы, и затем разрезал вдоль этих линий; эти полоски раздвигались на определенный интервал (размеры подбирались в соответствии с последовательностью Фибоначчи), и устанавливались горизонтально через определенные интервалы и под определенным углом относительно друг друга вдоль вертикальной оси. В результате получилась простая винтовая линия[675] (точнее, винтовая поверхность – О. Л.). Мартин пишет, что осознал: «...окончательная форма, как в винтовой лестнице, определяется углом между двумя соседними планками,

---

[671] *Gale M.* tate.org.uk›art/artworks…small-screw-mobile-t00552

[672] Концепция экспозиции Kettle's Yard (художественная галерея при Кембриджском университете) такова, что *свет* в ней играет определяющую роль.

[673] Light.www.kettlesyard.co.uk/education/.../LIGHT.pdf. С. 33.

[674] *Martin, K.*, letter, 31 Jan. 1963, Tate Gallery catalogue files. Цит. по Matthew Gale. tate.org.uk›art/artworks…small-screw-mobile-t00552.

[675] *Martin, K.* 'On the Development of the Mobile', typescript copy Tate Gallery Archive 7040.2, p.9; extracted in *Kenneth Martin*, exhibition catalogue, Tate Gallery, London 1975, p.7. Цит. по Matthew Gale. tate.org.uk›art/artworks…small-screw-mobile-t00552

их шириной и длиной, которые и стали основными элементами композиции...»[676]. Таким способом Мартин сделал ряд Screw Mobiles, в которых эти элементы варьировались.

Материалом для окончательного решения мобиля 1953 г. и ряда последующих стала латунь. Нарезанные из латуни – в соответствии с эскизом – планки припаяны к стальному стержню с определенным интервалом, и таким образом, что угол между двумя соседними планками составляет 10 градусов. Причем, крепление элементов осуществлено со смещением относительно центра тяжести при сохранении общего впечатления симметричности и равенства (одинаковости) правой и левой частей фигуры. Так, ни одна из планок центральной части (полученной из эллипса) не прикреплена к центральному стержню точно посередине[677], а в двух «хвостовых», нижней и верхней, частях фигуры это смещение более очевидно: нижняя планка припаяна к центральному стержню своим левым концом, и расположение места прикрепления к стержню каждой последующей планки постепенно сдвигается, пока последняя планка нижней, «хвостовой», части не попадет в «ритм» крепления планок, составляющих центральную часть конструкции. Таким же способом, только в обратном порядке, прикреплены планки верхней «хвостовой» части (и верхняя планка припаяна к центральному стержню своим правым концом). Таким образом, «простейший кинетический принцип» К. Мартина состоит в смещении центра тяжести, которое усилено расположением каждого последующего элемента на центральной оси под определенным (фиксированным) углом к предыдущему.

В способе создания скульптуры «Screw Mobile» К. Мартина и принципе ее движения можно увидеть нечто общее с принципами создания пространственных конструкций А. М. Родченко 1920-1921 годов под названием «Плоскости, отражающие свет» (Родченко интересовало в этой серии «...само превращение плоскости в пространственный объект»[678]), в частности, «Овала» (рис. 3-49, г), хотя первая представляет собой «открытую» структуру, а вторая – более «замкнутую» (не подразумевающую продолжение, выход за пределы внешнего овала): та и другая

[676] *Martin, K.* Ibid. p.7. Цит. по Matthew Gale. tate.org.uk›art/artworks…small-screw-mobile-t00552
[677] *Gale M.* tate.org.uk›art/artworks…small-screw-mobile-t00552
[678] *Лаврентьев А. Н.* Александр Родченко / А. Н. Лаврентьев – М: «Архитектура-С», 2007. С. 32.

созданы из единого куска материала (плоскости), то есть с минимальным его расходом; каждая образует пространственную структуру за счет поворота последующего элемента относительно предыдущего на определенный угол (отличаясь способом крепления – детали «Screw Mobile» соединены с общей осью, а детали «Овала» – между собой). Принцип же, на котором основано движение «Screw Mobile» – тот же, что у «Овала»: смещение центра тяжести.

К. Мартин видел структурное сходство своих мобилей и спиральных лестниц. В то же время, как пишет М. Гейл, его использование винтообразных линий для Screw Mobiles совпадает с предложенной Дж. Уотсоном и Ф. Криком в апреле того же года моделью двойной спирали как структуры молекулы ДНК, и в этом М. Гейл видит определенную связь работ К. Мартина с наукой[679]. Это, безусловно, сходство образное, и его, по нашему мнению, можно увидеть еще и в наличии в схеме структуры молекулы ДНК «*перекладин* лестницы», которые в ней обозначают «структурные связи» между спиралями, а в винтовой лестнице и в Screw Mobiles К. Мартина образуют линейчатую поверхность – геликоид[680] (3-49, б).

К. Мартин говорил, что представляет форму конкретного объекта «распространяющейся в пространство и пронизывающей его; открытое пространство и свет должны входить внутрь формы. Объект больше не должен быть неподвижным, он должен двигаться, соединяя пространство и время»[681]. Это свое представление о форме Мартин воплощал, в частности, посредством линейчатых поверхностей, причем, по всей видимости, используя этот способ формообразования интуитивно, во всяком случае, не связывая его с математикой. Такой вывод можно сделать исходя из того, что в 1957 г. на просьбу Л. Эллоуэя (Lawrence Alloway, 1926-1990, арт-критик и куратор) объяснить связь его искусства с математикой, Мартин ответил, что его работа имеет отношение к пространству, а, следовательно, связана с сегодняшним пониманием пространства, а потому – в чем-то и с современной математикой, и эта математика стимулирует его воображение и по-

[679] *Gale M.* tate.org.uk›art/artworks…small-screw-mobile-t00552

[680] Позднее, в конце 1980-х г., Чарльз Дженкс использовал эту структуру в парковой скульптуре с названием «ДНК» в парке собственного дизайна (рис. 3-49-1).

[681] *Gale M.* tate.org.uk›art/artworks…small-screw-mobile-t00552

могает ему понимать некоторые законы созидания формы[682]. О косвенной связи с математикой свидетельствует использование в работах Мартина пропорционирования элементов и интервалов между ними на основе ряда Фибоначчи.

Мартин, работавший в одно время с самым знаменитым кинетистом, А. Колдером, хотя и восхищался его работами, однако, считал некоторую «фантазийность» мобилей Колдера их слабой стороной[683]. Это неудивительно, поскольку сам Мартин использовал принцип формообразования, основанный на «чистом» абстрактном движении, хотя и присущем процессам органического роста. Л. Эллоуэй передает впечатление от работ Мартина: «Простые и рациональные компоненты мобилей Мартина движутся во времени с исключительной чистотой, ясностью, возникающей благодаря их свободе от аллюзий на конкретные объекты»[684].

Открытость пространства и движение, о которых говорит Мартин, присутствует не только в его мобилях, но и в работах, которые можно характеризовать как «стабили». Он создал несколько крупных конструкций для постоянного экспонирования в публичных пространствах, как, например, *Construction in Aluminium* (1967) во дворе Инженерной лаборатории в Кембридже – это конструкция из серии работ разного размера, объединенной названием «Oscillation» (колебание, вибрация), представляющих собой сложные композиции из переходящих друг в друга линейчатых поверхностей, в которых можно увидеть процессы роста, трансформации и разрушения. Мартин считал важной роль такого рода объектов в формировании выразительного облика среды[685] (рис. 3-50).

3.6.4. Кинетические эффекты, обусловленные композицией, в работах Андреу Альфаро

Как следующий – в хронологическом отношении – этап в использовании геликоида в скульптуре, в том числе, на модульной основе, можно рассматривать творчество валенсийского скульптора А. Альфаро, в течение многих лет связан-

---

[682] *Fowler A.* A rational aesthetic . richardplank.com›…uploads/2011/11…aesthetic-1.pdf
[683] *Gale M.* tate.org.uk›art/artworks…small-screw-mobile-t00552
[684] *Alloway L.* Nine Abstract Artists, London 1954, p.13. Цит. по Matthew Gale.
[685] *Fowler A.* A rational aesthetic. richardplank.com›…uploads/2011/11…aesthetic-1.pdf

ное с линейчатыми поверхностями[686]. А. Альфаро был самоучкой, он начинал с живописи, затем, в 1950-е, занялся скульптурой, причем сначала работал с традиционными материалами: деревом, мрамором, камнем и литьем, затем переключился на индустриальные – алюминий и сталь. А. Альфаро « был первым скульптором в Валенсии, который наследовал авангарду, и его первые работы были инспирированы Русским Конструктивизмом»[687]. А. Альфаро – лауреат многих премий, в 1981 г. ему была присуждена Национальная премия в области пластических искусств за инновационный характер его работ[688].

Альфаро получил международное признание в 1970-х благодаря своим работам из промышленных материалов: алюминия и стали. В них он мастерски использовал визуальные возможности симметрии и повторения геометрических форм, добиваясь удивительных оптических и кинетических эффектов[689].

В 1972 г. он начал работу над серией скульптур под общим названием *Generatrices* («Образующие»), – в самом названии серии использован математический термин, имеющий прямое отношение к линейчатым поверхностям. По информации coleccionbbva.com, эта серия работ Альфаро инспирирована работами А. Родченко и Н. Габо[690]. Скульптуры *Generatrices* (рис. 3-51) сформированы из стержней или трубок из нержавеющей стали или алюминия[691]. Принцип их создания – организованное определенным образом «движение» образующей (Generatrices), аналогичное образованию линейчатой поверхности – геликоида или гиперболического параболоида. Однако, при этом скульптура не является схемой: в ее композиционном формообразовании использован элемент сложного (квадратного) сечения; при «движении» вдоль оси скульптуры изменяется и размер самого элемента (образующей), и соотношение его частей относительно точки закрепления на оси, благодаря чему конструкция получает сложные очертания, – как, например*Vitality* («Жизненная сила»), созданная в 1979 г. и установ-

---

[686] Об одной из его работ этого вида – в кампусе Автономного университета Барселоны – уже говорилось выше
[687] Principal Esteban Morcillo and Andreu Alfaro´s relatives unveiled ...
www.uv.es/...andreu-alfaro.../Novetat.html?id..
[688] www.spainisculture.com/en/artistas.../andreu_alfaro.html
[689] Критики оценивают эти работы как символизирующие стремление к прогрессу и современности, ощущаемые в эти годы.
[690] http://coleccionbbva.com/en/andreu-alfaro-el-devenir-1981
[691] Таким же способом созданы десятки его работ, не только этой серии.

ленная в Майнце, городе-побратиме Валенсии, в 1982 г. (рис. 3-51, в, г).

Кинетизм работ этой серии имеет две составляющие: во-первых, это композиционная составляющая – повторение одного элемента, «образующей», читается как ее перемещение, движение в пределах объекта; кроме того, кинетический эффект усиливается при движении зрителя вокруг скульптуры – «формы пересекают друг друга и изменяются в зависимости от точки зрения наблюдателя и от света»[692]; часто взгляду с разных позиций предстают и совершенно разные очертания одной и той же скульптуры – она в буквальном смысле слова меняет форму в зависимости от позиции наблюдателя, что хорошо видно на примере даже такой – не самой сложной – композиции Альфаро, – как Un món per a infants (Мир для детей,1972), в Музее Скульптуры на открытом воздухе в Мадриде (рис. 3-53). Работы Альфаро установлены на улицах и площадях, в парках и садах ряда городов Испании и Германии, а также в Андорре. Как и гиперболоидные конструкции В. Г. Шухова, они хорошо вписываются в любой пейзаж.

В рамках одного способа формообразования А. Альфаро удалось достичь большого разнообразия форм благодаря сочетанию различных композиционных приемов. Помимо уже отмеченных (варьирование размера самого формообразующего элемента и пропорций его частей относительно точки закрепления на оси), это – варьирование силуэтных линий, которые определяются, во-первых, положением ограничивающих скульптуру элементов по отношению к опоре (вертикальное – Generatriz 1 и наклонное – Generatriz 6, рис. 3-51) и задающих характер ее восприятия; во-вторых, абрисом, образуемым концами элементов – он может быть криволинейным, как в уже рассмотренной скульптуре, так и прямолинейным (рис. 3-52), а также – включать те и другие линии. Кроме того, в силуэтную линию входит и параболическая кривая, которая образуется вдоль оси закрепления: она может быть крутой (рис. 3-53) и более пологой (рис. 3-52), что зависит от угла между двумя соседними образующими. Вариативность достигается и использованием фактора симметрии (рис. 3-51, а) – асимметрии (рис. 3-51, б), а также тем, что композиции А. Альфаро представлены как одиночными, уже рас-

[692] http://coleccionbbva.com/en/andreu-alfaro-el-devenir-1981

смотренными выше, так и двумя (и более) рядом стоящими фигурами – как, например, Rhombuses («Ромбы») в парке Сервантеса в Барселоне (рис. 3-63).

Способ формообразования, используемый Альфаро, позволяет создавать масштабные скульптуры, которые становятся естественной частью городского пространства, и это пространство уже трудно представить себе без них – как, например, площадь Республики во Франкфурте-на-Майне без «арки» Die Welt (рис. 3-54) – своеобразного «укрытия» над небольшим мостом через искусственный водоем, которое словно пунктиром намечает внутреннее пространство, но при этом не отделяет его от внешнего. Более того, скульптуры Альфаро, как сказал о них каталонский скульптор Manuel Cusachs, не занимают пространство, они его создают, так же, как и работы Бранкузи, Архипенко, Марино Марини и других великих[693]. И это высказывание справедливо еще и потому, что способ формообразвания Альфаро позволяет «увидеть», – благодаря проницаемой границе, – как сообщаются внутреннее и внешнее по отношению к скульптуре пространства.

Целому ряду своих работ А. Альфаро придает социальный и политический смысл, – это становится очевидным из их названий, таких как: *Libre*, («Свободный», 1977), *El devenir* («Становление», 1979), *Vitality* («Жизненная сила»). Политическим смыслом наполнена скульптура Альфаро под названием *Good day, Freedom* («Здравствуй, Свобода»), представленная на Венецианской Биеннале в 1976 г. Она создана в 1975 г. как «намек на недавнюю смерть Франко»[694] (рис. 3-61, в).

Интерес, на наш взгляд, представляет и то обстоятельство, что некоторые работы Альфаро, формообразование которых основано на линейчатых поверхностях, это не просто скульптуры, а *памятники*.

3.7. Линейчатые поверхности в формообразовании мемориальной скульптуры

Заметим, что если история памятников, посвященных выдающимся событи-

[693] Manuel Cusachs talking about the work of the sculptor Andreu Alfaro at the Nau Gaudí as part of the series «One Artist Discusses Another». *www.bassatgaudimataro.cat/.../talks/.../133-man...*
[694] coleccionbbva.com›en/andreu-alfaro.

ям, средствами абстракции (как, например, проект Памятника Третьему Интернационалу В. Е. Татлина, который «...создавал небывалый художественный образ, не пользуясь при этом изобразительными средствами»[695]) начинается почти одновременно с историей абстрактной скульптуры вообще, то увековечение таким способом памяти человека начинается значительно позже. Один из наиболее известных памятников, в котором отражен отход от мемориальных традиций, – это памятник Яну Сибелиусу Э. Хилтунен (1967, г. Хельсинки), представляющий собой композицию органных труб. В нем память композитора увековечена посредством атрибутов, составляющих и раскрывающих смысл его жизни. В сравнении со способом Э. Хилтунен линейчатые поверхности представляются, на первый взгляд, слишком отвлеченным средством мемориализации, совершенно не связанным с реальностью, тем не менее, оно доказало – в основном, благодаря работам А. Альфаро, – свою состоятельность. Однако, вероятно, первая попытка (оказавшаяся не совсем удачной) увековечения – хотя и не памяти человека, а идеи его освобождения – с использованием линейчатых поверхностей (которые в этом конкретном случае создают негативный образ – образ пленения) относится к началу 1950-х гг., и связана она с именем А. Певзнера.

В 1952 г. Институт современного искусства в Лондоне объявил конкурс монументальной скульптуры на тему неизвестного политического заключенного. Свои проекты на конкурс представили 3500 участников пятидесяти трех национальностей. Весной 1953 г. жюри, в состав которого входили, в частности, Джулио К. Арган, Альфред Барр, Герберт Рид, присудило первое место молодому английскому художнику Регу Батлеру. Второе место разделили четверо: Мирко Басалделла, Барбара Хепворт, Наум Габо и Антуан Певзнер[696].

Певзнер «проводил параллель между афинским Парфеноном как символом мудрости и конкурсом – как символом нравственного возрождения [имеется в виду послевоенного – О. Л.]. Поэтому он стремился найти такую форму для монумента, которая была бы пластичной, архитектоничной и скульптурной»[697].

---

[695] *Рунге В. Ф.* История дизайна, науки и техники / Рунге В. Ф. Учеб. пособие. Издание в двух книгах. Книга 1. – М.: Архитектура-С, 2008. С. 221.
[696] *D. Lemny.* Catalogue des oeuvres. P. 58.
[697] tate.org.uk›art…a-monument-symbolising…liberation…

Как пишет французский историк искусства, специалист по скульптуре XX века Дойна Лемни, А. Певзнер использовал возможность участия в конкурсе для объединения всех своих прежних экспериментов в области конструктивистской скульптуры, и это его решение, как он объявил в тексте презентации своего проекта, «...выражается в пространстве не одной фигурой, а ансамблем, сформированным многими фигурами, поверхностями и объемами»[698].

Хотя работа, как и предполагал конкурс, является следствием размышлений над проблемой «политического заключенного», Певзнер расширяет тему свободы: в этой работе он выражает свои представления о свободе вообще, и предлагает для нее иное название – «Монумент, символизирующий освобождение духа»[699], – этим, как считает Д. Лемни, Певзнер хотел подчеркнуть более сложный характер своего произведения по сравнению с заявленной темой конкурса.

Певзнер характеризует свой проект, представленный в макете, как композицию поверхностей, образованных прямолинейными элементами, которые формируют неполную сферу. Рональд Элли, хранитель коллекции современного искусства Галереи Тейт, ссылаясь на слова Певзнера, пишет, что прямолинейные элементы здесь являются символом лишения свободы; концентрированным выражением пленения является клетка в глубине «сферы», в которую заключен пленный дух[700]. Д. Лемни, описывая макет, характеризует его элементы как *линейчатые поверхности*, которые, формируя конструкцию, «концентрируются по направлению к ядру»[701]. Само ядро, символизирующее «освобождающийся дух», выполнено, по словам Певзнера, из кварца.

Проект Памятника был принят французской прессой сдержанно, и даже с иронией. В газете L'Intransigeant от 29.04.1953 г. была помещена репродукция макета с заголовком крупным шрифтом: «Это не ловушка для омаров». Некоторые историки искусства того времени, тем не менее, отдавали Певзнеру дань уважения за то, что он осуществил в своем «Монументе, символизирующем освобож-

---

[698] *D. Lemny*. Catalogue des oeuvres. P. 58.
[699] *D. Lemny*. Ibid. P. 58.
[700] *Alley R.,* Catalogue of the Tate Gallery's Collection of Modern Art other than Works by British Artists, Tate Gallery and Sotheby Parke-Bernet, London 1981, p. 588. tate.org.uk›art…a-monument-symbolising…liberation…
[701] *D. Lemny.* Ibid. P. 58.

дение духа» «merveille d'équilibre et de poésie» («чудо равновесия и красоты»)[702].

Эта работа Певзнера существует и в макете, и в модели (рис. 3-55). Макет (размером 472 x 465 x 310 mm[703]) был подготовлен к конкурсу и хранится в галерее Тейт, где проходила экспозиция конкурсных работ. Модель в увеличенном масштабе (132 x 140 x 90 см) была создана в 1955-56 гг.; она, как предполагалось, должна была быть воплощена в монументе высотой 50 м, который должен был быть виден полностью отовсюду, однако это не было реализовано. Позднее один американский университет предложил осуществить памятник высотой 12 м, однако, за недостаточностью финансовых средств, не состоялось и это. Модель хранится в Париже, в Национальном Музее современного искусства.

Совершенно иным примером использования формообразования на основе линейчатых поверхностей для увековечения памяти человека является скульптура А. Певзнера, установленная в физико-математическом комплексе Принстонского Университета *в память* Нильса Бора (1885-1962), датского физика, одного из создателей современной физики, имевшего длительные научные связи с Университетом. Скульптура не была задумана как памятник, – это повтор (в увеличенном масштабе) «Пространственной конструкции в третьем и четвертом измерении» (1961 г.), которая изначально была предназначена для исполнения в большеразмерной версии, и Певзнер сам осуществил ее в гипсовой модели размером 315 см. Уже после его смерти были отлиты четыре таких скульптуры[704], и одна из них установлена в память Н. Бора в 1972 г., она входит в мемориальную коллекцию Принстонского Университета[705] (рис. 3-56).

И хотя скульптура А. Певзнера «Пространственная конструкция в третьем и четвертом измерениях», ставшая основой памятника, не связана непосредственно с жизнью ученого, характер движения в ней – неравномерного, многократно корректирующего направление (что можно трактовать как разворачивание научного поиска в разных направлениях), вполне сопрягается с деятельностью Н. Бора.

В наибольшей степени «жанр» мемориальной скульптуры и памятников,

---

[702] *D. Lemny*. Catalogue des oeuvres. P. 58.
[703] tate.org.uk›art…a-monument-symbolising…liberation…
[704] *D. Lemny*. Catalogue des oeuvres. P. 66.
[705] Sculpture of Princeton University. Princeton University P. 40. princeton.edu›…princeton…LittleBookSculpture.pdf

созданных средствами линейчатых поверхностей, связан с именем А. Альфаро. Среди созданных им работ – памятники историческим личностям (средневековому поэту Аусиасу Марчу,1977, г. Валенсия); выдающимся современникам (Памятник, посвященный каталонскому бизнесмену и меценату Lluís Carulla i Canals, и установленный в честь его столетия) и скульптуры, посвященные памяти недавно ушедшего человека (Adios, Visconti, 1976, Витория); историческим событиям (Памятник открытию Америки, Бургос) и особо значимым местам (Памятник Земле Каталонии, Таррега, 1982 г.); памятники, связанные с основанием города (Памятник 2000-летию Тортосы, 1986) и с историей мест (Памятник тысячелетию Каталонии, 1991 г.).

Как и в обычной скульптуре, рассмотренной выше, А. Альфаро удалось достичь разнообразия в мемориальной: используя различные композиционые приемы, он находит решения для выражения в ней разных эмоций и смыслов.

Памятник Аусиасу Марчу (Ausiàs March, 1397-1459) – дань уважения величайшему средневековому испанскому поэту, «знатоку древней культуры, произведений Данте и Петрарки»[706], родившемуся в Валенсии. А. Альфаро находит сдержанное (в смысле движения) и элегантное решение для памятника, соответствующее личности поэта и характеру его творчества (в своей речи, посвященной подготовке к открытию памятника, мэр Валенсии отметил, что средневекового поэта А. Марча считают и первым классическим поэтом Валенсии[707]) – уравновешенную, спокойную форму памятника можно назвать классицистической. Памятник представляет собой пересечение двух структур гиперболического параболоида малой напряженности, которые в верхней части скульптуры – благодаря разновеликой длине образующих – прочитываются как высоко поднятые крылья, – символ поэзии[708] (рис. 3-57).

Используя гиперболический параболоид умеренной пластической напряженности, ориентированный горизонтально, Альфаро создает скульптуру памяти

---

[706] *Рюкуа А.* Средневековая Испания / Аделина Рюкуа. – М.: Вече, 2006. С. 241.

[707] *Миñоz М.* Andreu Alfaro prepara en Valencia un monumento de homenaje a Ausiàs March. 31 de marzo de 1984. http://elpais.com/autor/manuel_munoz/a/

[708] Немаловажным нам представляется и то, что Альфаро заботился о соответствии памятника той среде, в которую он будет помещен. Проект памятника был выполнен в 1975 г., но подходящее с точки зрения автора место для него было найдено только в 1984 г. – в Садах Валенсии.

Висконти, в которой можно увидеть символ души, птицей покидающей Землю (рис. 3-57).

Памятник тысячелетию Каталонии в пригороде Барселоны, который был открыт в 1991 г., также представляет собой два гиперболических параболоида, расположенные крестообразно. Для самого Альфаро эта работа является символом радости и гордости народа, которому удалось сохранить свою идентичность. А форма, по его признанию, символизирует руки, воздетые «к небу и жизни с криком радости»[709]. Нужно подчеркнуть, что монументальность такого рода скульптуры Альфаро достигается и использованием соответствующего масштаба: так, высота памятника А. Марчу составляет 17 м, а Памятника тысячелетию Каталонии, сформированного из труб квадратного сечения 20х20 см, – 21 м (рис. 3-58).

Говоря о формообразовании на основе линейчатых поверхностей как способе мемориализации, следует упомянуть о необычной скульптуре, которая возможно, стала одной из первых, созданных для увековечения памяти человека таким способом. Эта скульптура (авторство ее, как и теперешнее местонахождение, выяснить не удалось), представляющая собой геликоид с центральной осью симметрии, «построенный» исключительно из асбоцементных труб, посвящена памяти изобретателя асбоцемента Людвигу Гачеку (1856—1914); она была установлена в 1956 г. во дворе Технического Музея в Вене в честь столетней годовщины со дня его рождения[710]. Возможно, создание этого памятника было не художественным, а исключительно признательным актом, тем не менее, его можно расценить как авангардный с точки зрения и материала, и способа увековечения памяти личности – путем создания абстрактной формы, элементами которой стали асбоцементные трубы – своего рода «знак» изобретения Людвига Гачека.

Заметим, что у памятника Л. Гачеку тот же композиционный принцип, что у El Caracol («Раковина», 1978, Madrid) Альфаро – но Альфаро в верхней части скульптуры усложняет ритм за счет изменения размера формообразующего элемента, в то время как у памятника Гачеку ритм – метрический; к тому же, эту скульптуру можно рассматривать как результат модульного формообразования,

[709] http://www.xtec.cat/crp-elprat/mediloc/escultur/artprat/obramonumentmilenari.htm
[710] Ludwig Hatschek and the centenary of asbestos-cement. Concrete Quarterly. Number 33. April-June. 1957. P. 29. www.concretecentre.com/.../CQ_033_Summer1...

поскольку (как можно судить по фотографии почти шестидесятилетней давности) изготовлена она из асбоцементных труб одного размера (рис. 3-59). По времени же эта скульптура близка к схожей с ней по композиции кинетической скульптуре К. Мартина *Screw Mobile* (рис. 3-49).

3.8. Движение как основа значений и смыслов в скульптуре на основе линейчатых поверхностей

Х. Ортега-и-Гассет о сущности абстрактного искусства писал: «Обыкновенно люди думают, что очень легко оторваться от реальности, в то время как это поистине самая трудная вещь на свете. Легко сказать или нарисовать вещь, которая полностью лишена смысла, то есть непознаваема, ибо для этого достаточно поставить слова одно за другим без какой-либо взаимной связи, как делали дадаисты, или нарисовать беспорядочные линии. Но чтобы быть в состоянии сконструировать нечто, не являющееся копией "естественного" и, тем не менее, обладающее каким-то содержанием, необходима самая утонченная одаренность»[711].

Существование, причем в немалом количестве, мемориальной скульптуры, созданной посредством линейчатых поверхностей (главным образом – А. Альфаро, рассмотренной выше), свидетельствует о том, что этот способ формообразования позволяет сконструировать это «нечто, не являющееся копией "естественного"», и при этом обладающее содержанием: простота (кажущаяся) способа формообразования не лишает форму значений и смыслов. И хотя существует «проблема соотношения синтетического художественного кода автора и аналитического – читателя»[712], а трактовка произведения всегда таит в себе опасность навязывания ему значений, отличных от авторских, попробуем дать этой скульптуре свою интерпретацию, исходя из того, что рассматриваемую мемориальную скульптуру в большинстве случаев наполняет содержанием именно *движение* – как главный типологический признак линейчатых поверхностей, – и характер этого движения становится смыслопорождающим, смыслообразующим в скульптуре.

---

[711] *Ортега-и-Гассет Х.* Дегуманизация искусства / «Дегуманизация искусства» и другие работы. Эссе о литературе и искусстве. Сборник. Пер. с исп. – М.: Радуга, 1991 – (Антология литературно-эстетической мысли). С. 515.

[712] *Лотман Ю. М.* Структура художественного текста. С. 16. Режим доступа: on4a.narod.ru›lotman_struktura_teksta_web.pdf

Нужно заметить, что формообразование посредством линейчатых поверхностей (несмотря на его абстрактный характер) позволяет в ряде случаев создать форму, ассоциативно близкую к реальной: в памятнике средневековому поэту А. Марчу структуры гиперболического параболоида прочитываются (при взгляде с фронтальной стороны скульптуры) как высоко поднятые крылья, – символ поэзии, а в скульптуре памяти Висконти эти структуры также ассоциируются с крыльями, но – с крыльями отлетающей души (рис. 3-57). Так, используя структуру гиперболического параболоида умеренной пластики, А. Альфаро выражает в мемориальной скульптуре (и пробуждает в зрителе) разные чувства: возвышенные (памятник А. Марчу) и лирические (памяти Висконти).

Памятник тысячелетию Каталонии, по словам самого Альфаро, символизирует руки, воздетые «к небу и жизни с криком радости». Нам же представляется, что в «жесткости» гиперболических параболоидов, формирующих конструкцию, можно увидеть еще и аллюзию на несгибаемость Каталонии, стремящейся к независимости. В этом случае, по нашему мнению, *не только пластические*, но и *структурные* свойства гиперболического параболоида становятся смыслообразующими (рис. 3-58).

Иной – более оптимистичный – характер у памятников «Открытию Америки», «Земле Каталонии» (1982); «2000-летию Тортосы» (1986). Их композиционные решения также связаны с гиперболическими параболоидами, но – с более напряженной пластикой (рис. 3-60). Важной характеристикой такого рода городской скульптуры А. Альфаро является, как нам представляется, образуемые структурой гиперболического параболоида арки разного размера, перманентно «кадрирующие» виды города или природного ландшафта и привлекающие внимание к самому пространству. Заметим, что сходные решения Альфаро использует и в композиции скульптуры, не связанной с увековечением памяти, – такой как La mañana («Утро», 1976, Андорра), Un nuevo día («Новый день», Валенсия), Good day, Freedom («Здравствуй, Свобода», 1975), рис. 3-61.

Эти ясно читаемые в скульптуре Альфаро структуры линейчатых поверхностей генерируются «движением» прямой («образующей»), которая является *главным композиционным средством* в этом способе формообразования. Управляя ее

«движением» (ритмом, траекторией), а также размерами «образующей» внутри каждой скульптуры (благодаря чему формируется ее силуэт), художник создает различные по пластике и, соответственно, по смыслу, пространственные решения – образы. Характер же этого движения таков, что ассоциируется с процессами развития, разворачивания, раскрывания (и иного *действия*). В результате форма всякий раз не противоречит смыслу памятника (или названию скульптуры, если оно есть) и допускает широкий диапазон трактовок, поскольку упомянутые процессы свойственны многим явлениям, причем, не только физическим[713], а язык «текста» знаком не только автору, но и читателю; причем, в некоторых работах, как нам представляется, можно усмотреть и аналогии с человеческой фигурой в движении, а в скульптуре на берегу моря в Хавее (рис. 3-63, Д) – увидеть тот же порыв (но выраженный другими средствами), что запечатлен в Нике Самофракийской или «Рабочем и колхознице» В. Мухиной. Работы А. Альфаро, на наш взгляд, можно отнести к числу тех, о которых российский историк искусства и культуролог Т.Е. Шехтер говорит, что в них «человеческие смыслы звучат в унисон с бесчисленным множеством тонов и оттенков объективного мира...»[714].

А. Альфаро использовал гиперболический параболоид как элемент модульного формообразования, но совершенно иначе, чем его соотечественник А. Дуарте – работы Дуаре строги и логичны, а работы Альфаро, как нам представляется, более живые: его сложносочиненная композиция *Cinco por seis* («Пять на шесть», 1978) из шести пар гиперболических параболоидов и еще пяти – «межэтажных перекрытий» напоминает и пирамиду эквилибристов (рис. 3-62, а), и стайку порхающих птиц.

Говоря об использовании гиперболического параболоида как модульной структуры, нельзя не упомянуть о совершенно новом направлении его использования – в скульптуре валенсийского художника Маноло Вальдеса, которое можно охарактеризовать как интеграцию абстрактной структуры в фигуративный образ (рис. 3-62, б, в) – (в качестве сложной прически). При этом авторская метафора

[713] Так, движение, формирующее скульптуру «Здравствуй, Свобода» (аллюзия на смерть Франко), здесь, как нам представляется, можно интерпретировать как начало, «разворачивание» новой жизни для Испании, связанной с демократическими процессами, которые стали возможны после падения правых сил.

[714] *Шехтер Т. Е.* Искусство как пространство смыслов: избранные работы по теории и истории искусства / сост. и науч. ред. А. В. Карпов. – СПбГУП, 2014. С. 86.

этой структуры (точнее, этого синтеза), как следует из названия, – «Плющ» (или «Голова, увитая плющом»)[715].

3.9. Тенденции к демонстрации (и эстетизации) структур линейчатых поверхностей в архитектуре XXI века

3.9.1. Пластика и структура гиперболического параболоида как средство установления образной связи с ландшафтом

В современном архитектурном формообразовании наряду с развитием традиционного использования гиперболического параболоида в покрытии (но не из железобетона, а из новых полимерных материалов – как, например, в конструкции аэропорта в Куала-Лумпур – К. Курокава, 1998 г., с тончайшим – 0,4 мм – «усилением» нержавеющей сталью[716], рис. 3-64) можно увидеть тенденцию к демонстрации структуры этих поверхностей (причем, задействованных в основных,– а не вспомогательных, рассмотренных выше, используемых как жалюзи – конструкциях). Эта тенденция проявляется, в частности, в архитектуре зданий и в архитектуре малых форм.

Другая тенденция основана на использовании свойства гиперболического параболоида (обусловленном его пластикой, а иногда и структурой) вызывать различные образные ассоциации, что позволяет устанавливать убедительные связи архитектуры с ландшафтом. Причем, эти тенденции могут проявляться совместно.

Характерным примером проявления этих тенденций может служить многокомпонентная крыша здания Суда в Антверпене Р. Роджерса, 2005 г. (прил. 3-12). Что касается первой тенденции: здесь деревянная опалубка, имеющая решетчатую структуру гиперболического параболоида с напряженной пластикой, служит не просто «лекалом» для создания двоякой кривизны стального покрытия компонентов крыши, она становится неотъемлемым элементом итоговой формы, имеющим эстетическое значение. Что касается второй тенденции: здание Суда находится вблизи берега реки, и композиционное решение его крыши пластически связано с ландшафтом: ее сложная геометрия ассоциируется и со вздымаю-

[715] Ivy (2016), или Ivy Cabeza de Biarritz Dorada (2010)
[716] *Kara H.* Kuala Lumpur International Airport. Construction technology. P. 8. archnet.org/system/publications/.../FLS1809.pd...

щимися и опадающими волнами[717], и с парусниками[718], – этим ассоциациям помогает и покрытие из нержавеющей стали, цвет и блеск которого изменяются под воздействием меняющегося освещения (рис. 3-66).

Другим примером демонстрации структуры гиперболического параболоида является прозрачное покрытие железнодорожного вокзала в Астане – проект 2010 г. российских архитекторов («Студия 44» Никиты Явейна). Архитекторы заложили в главный компонент архитектуры вокзала – арку гиперболического параболоида – целый комплекс ассоциаций. Арка «встает над вокзалом и ведущими к нему дорогами, как радуга над степью, подчеркивая грандиозный размах Астаны и ее необъятные просторы. Плавный абрис арки родственен мягким очертаниям холмов и курганов Казахстана, но в то же самое время он наделен конструктивной жесткостью седла и упругостью лука»[719]. При этом в ассоциативный ряд включается не только форма, но и структура гиперболического параболоида: его «конструктивный рисунок воспроизводит в гигантском масштабе решетчатую структуру кереге»[720] (рис. 3-65).

Примером акцентирования гиперболического параболоида в конструкции покрытия (и в то же время – создания образного единства с ландшафтом) является проект церкви в Норвегии (Hatlehol Church, 2014, не реализован). В основе конструкции – система рам, связывающих пол, стены и крышу. Из-за большого перепада высот углов, прилегающих к одной и той же стене, формируется структура гиперболического параболоида – основы потолка и крыши одновременно – эксцентричной пластики. Авторы назвали свой проект тектонической архитектурой, понимая под тектоничностью скандинавской архитектуры использование местных материалов, простоту и связь с ландшафтом[721]. На наш взгляд, проект (в котором, кроме церкви, еще ряд зданий аналогичной конструкции) органично вписывается в ландшафт именно благодаря гиперболическим параболоидам крыш (по-разному ориентированным относительно друг друга в разных зданиях), форма которых пе-

---

[717] *Helzel M.* Translation: Ingrid Taylor. Law Courts in Antverp. Euro Inox 2006, ISBN 978-2-87997-147-6. P. 6. www.euro-inox.org.
[718] Law Court Building, Antwerp. www.vo-vo.si/.../P-03_Law_Court_Antwerpen. P. 3.
[719] studio44.ru›Все проекты›project43.
[720] Кереге – деревянная решётка цилиндрической части юрты – studio44.ru›Все проекты›project43.
[721] Hatlehol Church a Spiritual Journey. https://www.behance.net/gallery/13120097/

рекликается и с верхушками елей, и с вершинами окружающих гор (рис. 3-66).

В XXI веке конструкции на основе линейчатых поверхностей (выступающие как генератор формы) находят применение в архитектуре малых форм, павильонов различного назначения и из разных материалов. Таков, например, павильон, сочетающий в себе укрытие и смотровую площадку, расположенный на горном склоне, с которого открываются фантастические виды Quitralco Fjord – фиорда в Патагонии (Аргентина). Конструкция павильона представляет собой две смыкающиеся – в форме шатра – линейчатые поверхности, собранные из прямых плоских деревянных планок и установленные на деревянной платформе. Подвижная связь между элементами позволяет конструкции противостоять землетрясениям, нередким в этом районе. Целью проекта, по словам его автора (A. Menges), архитектора, профессора Штутгартского университета, было «продемонстрировать, как, применяя сравнительно простые строительные элементы и методы, можно создать сложную и прекрасную форму, которая согласуется со склонами гор, обрамляющих фиорд»[722] (рис. 3-67).

3.9.2. Структура линейчатых поверхностей как средство реализации биомиметических принципов в архитектурном проектировании

Интереснейшим примером использования открытых структур линейчатых поверхностей в архитектуре малых форм стал так называемый исследовательский (испытательный, опытный) павильон 2013-2014 гг., созданный в рамках продолжающейся в течение ряда лет серии экспериментальных полномасштабных проектов Института вычислительного проектирования (ICD) и Института строительства и структурного проектирования (ITKE) Штутгартского университета[723].

В истории архитектуры павильоны часто служат полем тематических исследований новых концепций в дизайне, производственных технологических процессов и материалов. Такие же цели преследуют и исследовательские павильоны, создаваемые в сотрудничестве ICD/ITKE. Павильон 2013-2014 гг. (рис. 3-69) про-

[722] achimmenges.net›?p=4448
[723] Interview with ICD/ITKE team on fiber-woven research pavilion 2013-14. designboom.com›…icd-itke…pavilion…14-interview-08…

должает линию стратегических исследований Штутгартского университета, связанных с использованием биомиметических принципов в архитектуре. Поставленная перед исследователями задача создания легких конструкций решена путем сочетания двух стратегий: разработки структуры элементов павильона (на основе использования функциональной морфологии биологических образцов) и привлечения роботизированных технологий для изготовления этих элементов.

Структурным прототипом для создания высокоэффективного строительного материала были выбраны надкрылья (жесткая хитиновая оболочка) жука (рис. 3-69, д). Углубленный анализ этого прототипа стал возможен благодаря сотрудничеству со специалистами Института изучения фотонов и синхротронного излучения Технологического института Карлсруэ: микро-компьютерная томография позволила создать 3D-модели высокого разрешения надкрылий разных жуков, а сканирование с помощью электронного микроскопа Тюбингенского университета позволило проанализировать сложные внутренние структуры надкрылий.

Этот анализ показал, что морфология надкрылий базируется на двухслойной структуре, слои которой связаны между собой посредством колоннообразных поддерживающих элементов – трабекул (рис. 3-69, г). Трабекула характеризуется двоякой кривизной (по форме напоминает гиперболоид), и, соответственно, повышенной механической прочностью. На основе морфологии отдельной трабекулы – организации волокон внутри нее – была создана двухслойная модульная система для воплощения в архитектурном павильоне: трабекулы были смоделированы как отдельные ячейки, служащие остовом для намотки фиброволокна (3-69, б). Сам процесс намотки организован таким образом, что производит поверхности двоякой кривизны[724] (рис. 3-69, е), соответствующие морфологии трабекулы (рис. 3-69, г). Нетрудно видеть, что принцип создания ячейки павильона, прототипом которой является трабекула надкрылий, аналогичен принципу создания гиперболоида (причем, весьма напряженной пластики), но в основании его не окружность или эллипс, а шестиугольник (рис. 3-69, а, б).

[724] ICD/ITKE University of Stuttgart. Doubly curved glass fiber geometry and carbon fiber reinforcement. compositesandarchitecture.com›…

В надкрыльях жука распределение и геометрическая артикуляция трабекул высокодифференцированы на всем протяжении оболочек. Эти принципы морфологии надкрылий – распределения и артикуляции – положены в основу структурной морфологии исследовательского павильона 2013-2014 (ориентация на этот биомиметический признак потребовала дифференциации ячеек по размеру – рис. 3-69, Б). Исследования, проведенные на базе павильона, открывают новые возможности в архитектуре с точки зрения репертуара форм и организации пространства[725].

Интересно отметить, что результаты исследования уже нашли применение в концепции дизайна среды в открытом дворе лондонского музея V&A в рамках так называемого «инженерного сезона» (май-ноябрь 2016): разработанная структура использована как модульный элемент в дизайне навеса, который будет расти и менять свою конфигурацию в течение выставки в зависимости от количества посетителей[726] (рис. 3-69-1). Причем, в самой концепции можно увидеть развитие конструктивных и формальных идей Гауди: навес имеет сходство со сводом Саграда Фамилиа; он образован пересечением структур, близких к гиперболоиду.

3.9.3. Структура и пластические свойства линейчатых поверхностей в дизайне пешеходных мостов

Акцентирование и эстетизацию структур линейчатых поверхностей в XXI веке можно увидеть и в сфере проектирования пешеходных мостов, – в них, в частности, используется геликоидальная структура (или ее имитация). Так, спиральная конструкция пешеходного моста через реку Сингапур (*Helix Bridge,* г. Сингапур, 2010 г.) сочетает высокую механическую эффективность и пластические свойства, которые производят захватывающее ощущение движения; при этом конструкция допускает возможность интегрирования навеса в участки между трубками геликоида, и таким образом – комбинирования сени и освещения, укрытия и открытых участков. С формальной точки зрения этот дизайн представляет

[725] Interview with ICD/ITKE team on fiber-woven research pavilion 2013-14. Ibid.
[726] https://www.vam.ac.uk/exhibitions/elytra-filament-pavilion

собой имитацию ДНК, что символизирует обновление Сингапура[727] (рис. 3-70, а).

Дизайн «скрученного» сорокадвухметрового пешеходного и велосипедного моста (*The Twist Bridge*, 2009), соединяющего два района нидерландского города Влардинген[728], по сути представляет собой составную (из четырех гиперболических параболоидов) геликоидальную оболочку, в которой прямолинейные образующие «движутся» по слегка изогнутым направляющим. «Оболочка» моста – ее яркая прозрачная структура – представляется своеобразным коконом, в котором безопасно передвигаться на велосипеде (рис. 3-70, б).

Мост Стремлений (*Bridge of Aspiration*, 2003) соединяет на уровне верхних этажей два здания: Королевскую балетную школу и Королевскую Оперу Лондона. Типологически он близок гиперболоидному мосту в Манчестере (рис. 3-3). Конструкция моста образована из двадцати трех квадратных рам, каждая из которых повернута относительно соседней на 3.91 градуса, а суммарный поворот от одного конца моста до другого составляет 90^{o}. Каждая из четырех сторон квадратной рамы в этой конструкции как бы совершает геликоидальное движение, так что последовательность рам можно рассматривать как сопряжение четырех геликоидов.Таким образом, посредством конструкции реализуется основная идея проекта – визуализация эффекта движения. Этот эффект подчеркнут и световым дизайном: в углы квадратных рам вмонтированы светящиеся элементы L-образной формы. Причем, авторы проекта видят роль подсветки не в том, чтобы создать яркий элемент, а, скорее, в том, чтобы дополнить и усилить динамичную форму, стать единым со структурой[729], – проект неоднократно был отмечен наградами за световой дизайн (рис. 3-70, в).

Похожую – с точки зрения пластики – конструкцию имеет мост *High Trestle Trail* в Айове (2011); это один из самых длинных пешеходных мостов в мире: его протяженность – более 800 м. Перед художником стояла задача выразить в пластике моста связь с историей местности, которая прежде была угледобывающим регионом. Художник Дэвид Далквист реализовал свое видение этой историко-геологической связи посредством стальных рам, обрамляющих мост. Они долж-

[727] archdaily.com›185400/helix-bridge-cox…with…61
[728] The Twist Bridge Over the Vlaardingse Vaart, Netherlands. www.amusingplanet.com/.../twist-bridge-over-v...
[729] Bridge of Aspiration. acdclighting.co.uk›projects/bridge-of-aspiration/

ны служить напоминанием об угольных шахтах: когда наблюдатель проходит сквозь эти «напоминания», то он как будто бы движется сквозь историю, сквозь шахтный тоннель[730]. Расположение рам – с определенным углом поворота относительно друг друга – складывается в пластику геликоида. Причем, поскольку рамы расположены неравномерно – разреженно в начале и в конце моста и со сгущением в середине, – то и «движение» сконцентрировано в центральной его части. Эффект движения (вращения) поддерживается в ночное время подсветкой голубого цвета, установленной по внутреннему периметру каждой рамы (рис. 3-70, г). В этом решении в большей степени задействованы *пластические свойства* геликоидальной структуры – точнее, ее имитации – (хотя, возможно, каждая рама оказывает и скрепляющее действие), то есть здесь можно говорить об эстетизации собственно *пластических свойств* линейчатых поверхностей.

3.10. Линейчатые поверхности в сценографии и дизайне выставочных пространств

3.10.1. Сценография С. Калатравы с использованием линейчатых поверхостей как средство достижения синергетического эффекта в балете

В XXI веке происходит проникновение линейчатых поверхностей в другие сферы искусства. Так, С. Калатрава, неоднократно использовавший линейчатые поверхности в архитектуре и скульптуре, адаптировал эту концепцию для сценографии: он создал на их основе сценическое оформление для нескольких мировых балетных премьер весеннего сезона 2010 г. нью-йоркского City Ballet, состоявшихся в рамках фестиваля «Архитектура танца – Новая Хореография и Музыка» (Architecture of Dance – New Choreography and Music Festival).

Редактор журнала «Architectural Record» называет балеты хореографа Петера Мартинса в сценическом оформлении Сантьяго Калатравы «конвергенцией танца и архитектуры, демонстрирующей синергию между этими двумя дисциплинами»[731]. На наш взгляд, эта конвергенция становится возможной, в том числе, благодаря основному содержанию линейчатых поверхностей – движению: порож-

[730] High trestle bridge: moving through lights and history. inventiveinfra.com›2015/01/high-trestle-bridge…
[731] *Lentz L.* Pas de Deux. archrecord.construction.com›features/new_york_

даемые этим «движением» пластика и графичность (которые являются и характеристиками выразительности формы в балете) делают их совместимыми с балетом в смысловом отношении. Кроме того, это виртуальное «движение» линейчатых поверхностей в сценографических объектах С. Калатравы усиливается реальным движением самих объектов в ходе спектаклей, при котором линейчатые поверхности частей объекта перекрывают друг друга, создавая дополнительное, «муаровое», движение на их поверхности[732] (рис. 3-71, б).

Для балета «Мираж» С. Калатрава разработал сложную конструкцию из алюминия – с шарнирными соединениями, легкую и мобильную, которая может трансформироваться в процессе спектакля, т. е. по сути дела представляет собой кинетическую скульптуру (L. Lentz, редактор «Architectural Record», характеризует эту конструкцию как архитектуру, соединенную со сценической инженерией[733]). Конструкция состоит из двух полукружий (размером в 15 футов), закрепленных на крестовине; через эти полукружья и расположенную перпендикулярно к ним перекладину протянуты нейлоновые нити, формирующие линейчатые поверхности (прил. 3-13).

Балет «Мираж» – бессюжетный, он поставлен на музыку Эса-Пекки Салонена (концерт для скрипки). В начале спектакля, когда поднимается занавес, конструкция, разложенная на два полукруга, установлена на полу (и опирается на линии «диаметров»). В процессе действия она поднимается, словно складывая крылья, «схлопывается» в круг и медленно вращается, а в последней части спектакля – снова раскрывается и складывается в объемную замкнутую фигуру (рис. 3-71, в, г, д).

Театральный критик Роберта Е. Злоковер дает такое поэтическое описание этого сценографического объекта Калатравы: во время спектакля он движется, мерцает, становится птицей в полете, и трансформируется в вышине над сценой в сердце: чарующее, сделанное из стальных спиц, оно поднимается и опускается. Свет окрашивает этот потрясающий объект сначала в бледно-серый, а в финале балета – в пастельные цвета радуги[734].

---

[732] Santiago Calatrava Collaborates with the New York City Ballet. https://techandperformance2012.wordpress.co...
[733] *Lentz L.* Ibid.
[734] *Zlokower R. E.* February 27, 2011 Matinee. www.robertaonthearts.com

Роль линейчатых поверхностей Калатравы в балетном спектакле состоит еще и в том, что отбрасываемые сценографическим объектом тени становятся частью танца (рис. 3-71, в), а – учитывая постоянное – и разнообразного характера – движение объекта (в том числе, сложная трансформация), эта роль – существенная. Интересно, что Калатрава, восхищенный балетом, свой вклад в спектакль оценивает скромно: он говорит, что его декорации подчеркивают действие, выдвигают его на первый план, артикулируют происходящее вокруг них. Но если их убрать, балет все равно останется[735].

3.10.2. Структуры линейчатых поверхностей как средство создания сложного театрального пространства и регулятор уровня коммуникации участников спектакля

Примером использования линейчатых поверхностей в сценографии является немецкий проект павильона, представленный на XI пражской международной выставке сценографии и театральной архитектуры в 2007 г. Заказчик представлял себе этот проект как среду, в которой развиваются отношения – намеренно неопределенные – между пространством, временем, а также – актером и зрителем[736] (актеры и зрители блуждают в полупрозрачном лабиринте). При этом предполагалось методами театрального искусства выяснять проблему соотношения «опыта коллективного обитания и индивидуального позиционирования»[737] (которую мы здесь не рассматриваем). Нас интересует в этом проекте то, что эти философские вопросы заказчик намеревался решать с помощью «...структуры павильона и множества эффектов, порождаемых ею»[738].

Проект павильона (модель) выполнен под руководством А. Менгеса[739], члена группы Ocean North, и в соответствии с концепцией этой группы (прил. 3-14). Структура павильона представляет собой некий лабиринт – сложно расчлененное пространство, образованное системой пересекающихся линейчатых поверхностей – главным образом гиперболических параболоидов (рис. 3-72). При этом «мате-

---

[735] *Lentz L*. Pas de Deux archrecord.construction.com›features/new_york_
[736] Pavilion for the 11th Prague Quadrennial. achimmenges.net›?p=4450.
[737] Pavillon Allemand pour la quadriennale de Prag. P. 9. fraccentre.fr›upload/document/journaux…32p.pdf
[738] Pavilion for the 11th Prague Quadrennial. achimmenges.net›?p=4450
[739] Achim Menges (уже упоминавшийся в пункте 3.9.1.), Штутгартский университет.

риальность» поверхности сведена к натянутым эластичным шнурам (прямым «образующим»), положение которых задается системой криволинейных направляющих, закрепленных на горизонтальном основании. Система направляющих – разновысоких арок – позволяет прокладывать шнуры («образующие») в разных направлениях, при этом линейчатые поверхности могут формировать разное количество слоев, которые накладываются друг на друга. Таким образом, здесь линейчатые поверхности выполняют не только ограждающую функцию, но и используются для регулирования уровней прозрачности (что, в свою очередь,– в соответствии с концепцией театрального представления, – означает разные уровни коммуникации).

В настоящее время модель павильона является экспонатом Музея национального современного искусства (Париж) – она был приобретена в 2011 г.[740].

Пример использования линейчатых поверхностей в сценографии драматического спектакля приводит российский исследователь Б. Ю. Анушин, рассматривая их с точки зрения создания *архитектонической основы сценического пространства*. Б. Ю. Анушин обращается к сценографии спектакля «Я хочу только одного – чтобы меня любили» (драматургия Р. Фассбиндера), в котором линейчатые поверхности (автор называет их вантовыми) участвуют в создании драматических эффектов разного уровня: они создают образ спектакля – замкнутый круг (сформированный натянутыми нитями, образующими поверхность цилиндра). В зависимости от напряженности действия цилиндр посредством вращения превращается в конус или – в момент кульминации – гиперболоид, «сжимающий» пространство и создающий, как пишет автор, «пространство двоякой кривизны». Таким образом, использование линейчатых поверхностей в сценографии позволяет, «...согласуясь со сценическим действием, выстроенным режиссером»[741], *изменять форму, обрамляющую происходящее*.

Интересно отметить, что *пластические* свойства линейчатых поверхностей, а также возможность на их основе *вычленять и акцентировать пространство*

---

[740] Инвентарный номер AM2011-2-517. www.centrepompidou.f

[741] *Анушин Б. Ю.* Объемно-пространственные конструкции как архитектоническая основа сценического пространства. Вестник Ленинградского государственного университета им. А.С. Пушкина. Выпуск № 1/том 2 / 2011. С. 234.

были использованы еще в 1957 г. в сценографии мюзикла «Les Girls»[742] – как средство организации сценического пространства (рис. 3-73).

3.10.3. Линейчатые поверхности как композиционное средство в дизайне выставочных пространств

Примером использования линейчатых поверхностей в дизайне выставочных пространств может служить выставка архитектурного бюро Дж. Гэнг[743] - Building: Inside Studio Gang Architects в Чикагском институте искусств (осень 2012 г.– зима 2013 г.). В главном экспозиционном пространстве галереи были представлены последние проекты архитектурного бюро – для этого были задействованы стены и выставочные стенды. В центральной же части пространства располагались четыре так называемых «веревочных комнаты»[744] (рис. 3-74, а, б): Дж. Гэнг применила своеобразный способ *зонирования* пространства, оставляя его при этом абсолютно прозрачным – посредством линейчатых поверхностей разных очертаний, которые, помимо зонирования, играли важную роль в *композиции* самого выставочного пространства, ненавязчиво отвлекая внимание от «нагруженных» информацией стен и стендов и таким образом уравновешивая его. Эти линейчатые поверхности были сформированы шнурами («образующими»), натянутыми между криволинейными металлическими «направляющими», причем верхние (кольца) крепились к потолку, а нижние, представляющие собой неполные кольца или S-образные линии, не касались пола, так что веревочные конструкции оказывались подвешенными в пространстве. Образованные таким способом «отдельные» пространства, вписанные в общее выставочное (и активизирующие его центральную часть), – предоставляли посетителям место для просмотра рисунков, изучения материалов, связанных с презентацией проектов, или просто для отдыха.

Еще одним примером использования линейчатых поверхностей в дизайне выставочного пространства является стенд компании Lasvit на выставке Euroluce в 2013 году в Милане. Проницаемые для воздуха и для взгляда ширмы из линей-

---

[742] Режиссер Дж. Кьюкор, музыка К. Портера.
[743] Одна из наиболее известных работ архитектора – Aqua Tower в Чикаго.
[744] *Furuto A.* Building: Inside Studio Gang Architects. archdaily.com›…inside-studio…architects-exhibition.

чатых поверхностей, среди которых отчетливо видны гиперболические параболоиды, образованные прямолинейными трубками (материал – полупрозрачный винил[745]), позволяют разделить выставочное пространство на несколько зон. Кроме того, они ассоциируются с лучами света, что делает их смысловым фоном для экспозиции светильников (рис. 3-74, в, г). Отбрасываемые ими тени как бы продолжают павильон, зрительно углубляя его.

3.11. Линейчатые поверхности в современном искусстве

В XXI веке тенденция к использованию линейчатых поверхностей в чистом, «бестелесном», виде, – как эстетически значимых структур – находит продолжение и в разного рода инсталляциях, не связанных – в отличие от дизайна сценографических или выставочных пространств – с практическим использованием. Среди них можно выделить инсталляции, созданные архитекторами, и – созданные художниками. Хотя и в том и в другом случаях эти инсталляции являются исследованием пространства[746], они отличаются подходом к созданию: для первых характерно намеренное (на научной основе) использование линейчатых поверхностей, тогда как для вторых – в большей мере – интуитивное.

3.11.1. Архитектурные интенции в использовании структур линейчатых поверхностей в инсталляциях

3.11.1.1. Инсталляция как наглядный способ изучения связи между измерениями пространства

Примером инсталляции, созданной в рамках архитектурно-дизайнерского использования структур линейчатых поверхностей, является проект под названием Flatland[747] архитектурного бюро Casey Hughes Architects (США). Проект получил первый приз в конкурсе дизайна, инициированного Гарвардской высшей школой дизайна (2011 г.).

---

[745] expo-marketing.ru›zheltye-gory-ideya/

[746] Так, они, в большинстве случаев, характеризуются самими архитекторами и художниками

[747] Название инсталляции происходит из названия научно-фантастического романа Э. Эбботта «Флатландия» (1884 г.) о вымышленном двумерном мире, населенном геометрическими фигурами, хотя проект в большей степени связан с пространством. Вероятно, в названии отражена возможность перехода плоской поверхности, образованной прямыми линиями, в объем и пространственную фигуру. Проект посвящен студентам, поступающим в Гарвардскую высшую школу дизайна.

Цель проекта – «изучение связи между степенями многомерности посредством исследования того, как *одномерная линия может одновременно продуцировать поверхность и объем.* Дизайн начинался с интереса к разработке облегченной системы, экономичной и надежной, и в то же время обладающей выразительными пространственными характеристиками. Это привело к проекту Flatland – системе, где одномерные линии производят сложные пространства с широким диапазоном оболочек разного размера»[748]. Проект осуществлен в форме инсталляции, представляющей собой непрерывную[749] композицию из *гиперболических параболоидов* разного размера и по-разному ориентированных в пространстве (рис. 3-75), спускающейся сверху вниз вдоль стеклянного фасада Гарвардской высшей школы дизайна (Кембридж, Массачусетс).

Еще одним примером использования линейчатых поверхностей с архитектурной интенцией является работа американского архитектора Хироши Джейкобса[750] Vector Knot (Векторный Узел), – временная инсталляция, сооруженная в пространстве галереи Нью-Орлеанского отделения Американского Института Архитекторов (AIA) в рамках DesCours 2011.

DesCours – открытое мероприятие, которое ежегодно (начиная с 2007 г.) проводится в Новом Орлеане, являясь платформой для экспериментов в области архитектуры и искусства. В нем участвуют 11-13 художников и архитекторов (работающих индивидуально или группой), которые выбираются исходя из предложенных ими проектов на конкурсной основе. Победители приглашаются для создания инсталляций во внутренних дворах Французского квартала (Национального исторического памятника США), вестибюлях зданий в деловом центре города, на крышах и других «скрытых» местах Нового Орлеана, обычно не посещаемых[751]. На десять дней и ночей они превращают эти пространства «...в произведения новых медиа, интерактивного дизайна и художественных технологий»[752].

Такого рода объектом стал и Vector Knot, который позиционируется авто-

---

[748] Flatland: Romance of Many Dimensions. *www.gsd.harvard.edu/#/projects/flatland...of...* -

[749] Инсталляция сооружена из более чем 3 км красного и синего шнура. Образующие каждого из гиперболических параболоидов (с чередованием цвета шнура) протянуты между парами металлических направляющих и зафиксированы более чем в 1000 точек.

[750] Совместно с архитектурным бюро Casey Hughes Architects

[751] DesCours 2011 - Request for Proposal. arkitera.com›files/yarisma…2011_DesCours_Request…

[752] DesCours AIA New Orleans: December 2008. *descoursneworleans.blogspot.com/2008_12_01*.

рами как наглядный способ «изучения связи между разными измерениями пространства»[753]. Инсталляция отражает способ построения пространственной кривизны посредством прямых: пространство инсталляции образовано линейчатыми поверхностями – главным образом гиперболическими параболоидами[754] (рис. 3-76).

3.11.1.2. Инсталляция как соединение архитектурного мотива и традиционной ремесленной техники

Инсталляция другого рода на основе линейчатых поверхностей (также архитектурной направленности) была представлена на 4-м биеннале современного искусства в Марракеше (2012 г.) немецким архитектурным бюро Barkow Leibinger. Марракеш – это город, известный своей яркой ремесленной культурой, и архитекторы видели свою задачу в том, чтобы связать архитектурный мотив с традиционной региональной техникой. В результате была создана инсталляция, представляющая собой *сеть гиперболических параболоидов*, выполненных *в традиционной марокканской технике* производства ткани на станке, называющемся Loom, отсюда название работы – «Loom-Hyperbolic». По словам авторов, они применили традиционную технику к «архитектурному масштабу»[755], но – с целью произвести *не двухмерную* (каковой является ткань), а *трехмерную* структуру.

Место для инсталляции – руины мечети Кутубия (Koutoubia) – определило масштаб работы, а также ограничения, связанные со спецификой места: разрушенные колонны образуют сетку 5х5 м, что обусловило масштаб инсталляции – 2,5 х 2,5 м (и высота – 2,5 м), – так, чтобы посетители могли заходить внутрь[756].

Для осуществления конструкции, рассчитанной с помощью компьютерных программ, были выбраны очищенные от коры вручную стволы сосны, которые соединялись в рамный каркас при помощи «колен» (стальных трубок) и фиксировались в «гнездах», расположенных на площадке в шахматном порядке (легкая естественная искривленность деревянных брусьев каркаса смягчила жесткую геометрию компьютерных чертежей проекта); затем через эти рамы, образованные

---

[753] Vector Knot - Casey Hughes Architects Residential...chughes.net›vector-knot/
[754] Инсталляция создана из более чем 1, 8 км черного эластичного корда с фиксацией в 700 точках (узлах).
[755] Higher Atlas. Barkow Leibinger. archdaily.com›245728…atlas-barkow…architects
[756] Инсталляцию можно было осматривать и сверху, находясь на руинах мечети.

каркасом, протягивались, как через гигантский станок, нити пряжи (с расстоянием между нитями 1-2 см). Такой интервал позволил генерировать структуру «ткани», способную удерживать форму гиперболических параболоидов, и в то же время – достаточно прозрачную, просматривающуюся насквозь, контрастирующую с темными каменными стенами мечети; а под действием яркого дневного света – отбрасывающую легкую тень на древние поверхности вокруг нее.

Модель «Loom-Hyperbolic» (в масштабе 1:5) весной 2014 г. экспонировалась в мюнхенской «Пинакотеке современности» на выставке[757], устроенной Архитектурным музеем Мюнхенского технического университета, а после этой выставки стала частью его постоянной коллекции[758].

3.11.2. Художественные интенции в использовании структур линейчатых поверхностей в инсталляциях

3.11.2.1. Инсталляция как способ артикуляции пространства

Британский художник канадского происхождения Кейт Терри (Kate Terry, род. в 1976 г.), скульптор по образованию, на протяжении многих лет создает на выставочных площадках разных городов мира тончайшие, эфемерные пространственные инсталляции[759]. Эти масштабные инсталляции, простираясь от пола до потолка выставочного помещения и заполняя бо́льшую часть пространства, образуют структуры гиперболических параболоидов. Часто это не одна структура, а две или три – параллельных или пересекающихся. Иногда выставочные проекты предваряются графической проработкой – как, например, проект композиции для выставки в Берлине (2010) – с тремя структурами (рис. 3-78).

В своих инсталляциях Терри использует обычные нити и булавки, с помощью которых она трансформирует и расчерчивает пространства. Как считает сама Терри, ее инсталляции напоминают о строгом порядке Минимализма, и, одновременно, о рисунках, иллюстрирующих базовые принципы струнной техники[760],

---

[757] выставка "SHOW AND TELL – Architekturgeschichte(n) aus der Sammlung"
[758] www.barkowleibinger.co
[759] 2002 г. – Монреаль, Центр актуального искусства; 2006 – Лондон, Dilston Grove; 2007 – Торонто, Mercer и Лондон, галерея 1000000mph; 2010 – Берлине, Small Space Gallery, и ряд других.
[760] «String art» - вид рукоделия, в котором нить протягивается сквозь «матрицу» расположенных в определенном порядке гвоздей, вбитых в основу, создавая геометрические образы и структуры.

популярной в 1970-е годы. Точкой отсчета для нее являются архитектура и пространство. Терри говорит, что ее целью является управление зрительским восприятием пространства, создание – посредством каждой инсталляции – нового эмпирического пространства. Она «строит» инсталляции, тщательно пришпиливая нити к противоположным поверхностям, направляя их так, чтобы они перекручивались и представали прозрачной, как паутина, завесой, занимая все пространство, – но так, что оно оказывается *ни заполненным ни пустым*[761].

В информационном материале об открытии одной из последних выставок Кейт Терри под названием «Открытые Формы» (Open Forms), проходившей в 2013 г. в Дохе (Катар), сказано, что «...с помощью разноцветных нитей она создает едва уловимое, но впечатляющее присутствие в пустом пространстве»[762] (рис. 3-78, в). Терри считает, что ее инсталляции, несмотря на их тонкость и хрупкость, нарушают первоначальное зрительское осмысление пространства: они заставляют зрителя воспринимать пространство, ориентируясь на «конфигурации туго натянутых нитей, создающих сложные геометрические структуры, которые часто охватывают все пространство галереи, демонстрируя поверхности, которые могут оставаться в пространстве в виде следа от движения прямой линии»[763] (свидетельство того, что художник имеет представление о геометрии, лежащей в основе ее инсталляций).

3.11.2.2. Пространственные инсталляции на основе плоских структур в технике «string art». Модели линейчатых поверхностей (и близкие к ним структуры) как артобъекты

Линейчатые поверхности в крупномасштабных инсталляциях использует американский художник Пэй Уайт (Pae White, 1963 г. р.): на Венецианской биеннале 2009 г., которая называлась «Making Worlds» (Создавая миры) и проходила в Арсенале, основу ее инсталляции составила горизонтальная протяженная композиция из нитей разных цветов, в которой можно увидеть структуры гиперболических параболоидов (рис. 3-79). Британский историк искусства А.

---

[761] *Heide P.* Artists / Breeder. *www.patrickheide.com/breeder.php?id=18.*.
[762] Kate Terry: Open Forms. www.qatar.vcu.edu/events/kate-terry-open-forms
[763] *Heide P.* Artists / Breeder. *www.patrickheide.com/breeder.php?id=18.*.

Мозжинска пишет, что П. Уайт протянула цветные сети через огромную часть пространства Арсенала, намекая на прутья решетки, и подвесила богато украшенные люстры, сделанные из семян [скорее, люстры «инкрустированы» семенами – О. Л.], превратив таким образом пространство в гигантскую волшебную клетку. Это впечатление дополнено музыкальным сопровождением исполнителей, которые, насвистывая как птицы, общаются с посетителями[764]. Согласно Г. Адамсону, директору нью-йоркского Музея Искусств и Дизайна, идея самого проекта исходит из двух случайных «открытий» Пэй Уайт: во-первых, в Венеции существуют еще люди, профессионально владеющие старинной венецианской техникой завлечения птиц; во-вторых, согласно недавнему судебному решению, в Венеции запрещено кормление голубей в любой точке города. Пэй Уайт была поражена этим, на ее взгляд, ироническим несоответствием и решила своей работой «заполнить этот концептуальный разрыв»[765]. Кроме того, П. Уайт видела смысл идеи с птичьими трелями в том, чтобы заинтриговать посетителей, которые будут слышать пение птиц, и, не понимая, откуда оно исходит, в поисках птиц будут исследовать пространство[766].

О технике воплощения этого образа, в частности, о технике создания «сети», куратор современного искусства Тревор Смит (Peabody Essex Museum, Массачусетс) говорит как о заимствованной из распространенного в 1970-е годы так называемого «string art». Вместе с тем, Т. Смит считает, что эта работа Пэй Уайт является отражением в искусстве и дизайне «идеалов поздних 1960-х и 70-х – таких, как утопические архитектурные предложения Бакминстера Фуллера или даже самого Фридмана»[767].

От рассмотренных выше инсталляций художника К. Терри, а также инсталляций архитектурной направленности работу П. Уайт отличает то, что она представляет собой главным образом *плоские* структуры, созданные в технике «string art», по-разному ориентированные и объединенные в пространственную

---

[764] *Moszinska A.* Sculpture now. Themse & Hudson. World art. P. 164.
[765] *Adamson G.* Summer Work: the Art of Pae White. afterall.org›journal/issue…summer-work…pae-white
[766] *Adamson G.* Ibid.
[767] *Smith T.* The Specific Labour of Sheela Gowda.*www.afterall.org/.../the.specific.labour.of.sheela.*.

сеть[768]. Здесь образуемые прямой линией структуры представляют собой частный случай линейчатых поверхностей – плоскость (напомним, линейчатая поверхность – поверхность, образованная движением прямой линии), а видимые «гиперболические параболоиды» – это в действительности их «проекции» – не пространственные, а плоские структуры, что хорошо видно при сопоставлении модели гиперболического параболоида и фрагментов инсталляции (рис. 3-79, Б и б).

Линейчатые поверхности как формообразующее средство использует в своих работах Найк Саввас[769]. Эти работы представляют собой пустотелые геометрические фигуры (призма, куб, тетраэдр и др.), внутри которых – между противоположными ребрами – натянуты шерстяные нити (часто – очень тонких цветовых сочетаний). Сама Н. Саввас говорит о своих работах как о базирующихся на математике, но при этом имеет в виду лишь их внешний каркас, а создаваемые ею структуры из нитей, заполняющие эти фигуры (которые представляют собой линейчатые поверхности), она с математикой не связывает. Н. Саввас говорит, что эти структуры из шерстяных нитей являются ее «интуитивными ответами на геометрические формы, с которыми она играет»[770].

Между тем, некоторые из этих работ представляют собой хотя и не копии моделей математических поверхностей, но очень близкие к ним структуры, что легко обнаруживается при их сопоставлении. Таковы, к примеру, пары: «Pyramid» Саввас – и математическая модель «тетраэдр с тремя гиперболическими параболоидами» («Pyramid» по сравнению с моделью несколько вытянута вверх); «Octagonal prism» автора и модель гиперболоида – в отличие от гиперболоида, имеющего в основании окружность или эллипс, у «Octagonal prism» в основании восьмиугольник, и ее легко представить аппроксимированной к гиперболоиду (рис. 3-80). При этом работы Саввас по размеру превосходят реальные математические модели поверхностей: так, размеры «Pyramid» – 96.0 x 96.0 x 40.0 см, а модели «тетраэдра с тремя гиперболическими параболоидами» – 20.5 x 24.3 x 21.6 см[771].

---

[768] О еще одной работе П. Уайт – прил. 3-15.

[769] Nike Savvas, род. в 1964 г., австралийский художник, живет и работает в Лондоне, известна своей инсталляцией «Atomic: full of love, full of wonder» 2005 г. (шарики разного размера и цвета, символизирующие атомы, подвешенные на невидимых нитях).

[770] Interpretive learning guide. artmuseum.uq.edu.au›filething/get/9212/…

[771] http://www.geometrie.tuwien.ac.at/modelle/models_show.php?mode=2&n=1&id=0&pid=0

В каталоге выставки «New Psychedelia», проходившей в художественном музее Квинслендского университета в Брисбене (Австралия) в 2011 г., эти работы Саввас характеризуются как «...крупномасштабные инсталляции, которые "переводят" живопись в три измерения, и массовую культуру [по-видимому, имеется в виду техника создания работ, "string art" – О. Л.] – в высокое искусство. Ее практическая деятельность – это размывание границ между дисциплинами, жанрами и материалами для создания ее собственной уникальной иконографии. В своих работах Саввас соединяет теорию цвета с мистицизмом...»[772].

Еще более грандиозны по размеру структуры Sun Sculptures[773], являющиеся основой проекта концепции Н. Саввас (2010 г.) центрального атриумного пространства Королевской детской больницы в Мельбурне. В описании проекта сказано, что *Sun Sculptures* представляют собой сплетенные из шнура яркого цвета алгебраические структуры, создающие поразительный органический оптический эффект. Повторяющиеся скульптурные формы – всего их на рисунке пять – каждая от 9 до 11 м высотой и 5 м в диаметре, будут оживлять и активировать пространство, создавая в этом большом объеме ощущение легкости. Наблюдаемые снизу [скульптуры подвешены к потолку – О. Л.] формы, каждая из которых представляется гигантским солнцем, вовлекают зрителей в водоворот радужных пустот. Отвечая характеру места – связанному с восстановлением здоровья детей, – эта работа в интерьерном пространстве является символом счастья и надежды[774]. Отметим, что эти скульптуры Н. Саввас представляют собой не что иное, как *гиперболоиды,* а «водоворот радужных пустот» – внутреннее пространство гиперболоидов (рис. 3-81, а, б).

На выставке Саввас в Сиднее в 2010 г. также экспонировалась крупномасштабная инсталляция в виде «тоннеля», который представляет собой 8 прямоугольных рам размером 3,35 х 5,10 м (в каждой из них расположена линейчатая структура, от рамы к раме «переходящая» из одного угла в другой), ведущих к «мандале» диаметром 2,20 м, прикрепленной к стене в конце «тоннеля» (рис. 3-81, в). Инсталляция удостоена восторженной оценки лондонского куратора (галерея

[772] Interpretive learning guide. artmuseum.uq.edu.au›filething/get/9212/…
[773] Солнечные Скульптуры
[774] Nike Savvas. Urban Art Projects. https://urbanartprojects.wordpress.com/.../nike-s..

Саатчи) и писателя П. Эллис: «Одновременно архитектура и чистый свет, геометрическое и органическое, изгиб времени, пространства и ощущения в его иллюзорной паутине; он охватывает и переносит зрителя в свой психоделический водоворот новой эпохи. Физическая манифестация гиперпространства и т.д....»[775]. В действительности нитяные структуры рам так называемого «тоннеля» – это, как и структуры в инсталляции П. Уайт, – частный случай линейчатых поверхностей, поскольку они располагаются в одной плоскости. Вместе с тем, эти структуры представляют собой реализацию той же схемы, от которой, согласно исследованиям Хаммера и Лоддер[776], отталкивался Габо в своих формальных поисках – в частности, при создании «Линейной конструкции № 1»[777] (рис. 3-81, ж, и).

Такого рода схемы (шаблоны), в том числе и эта (рис. 3-81, ж) в начале XX в. были разработаны Мэри Э. Буль[778] как дидактический материал для обучения детей математике: они позволяют увидеть, как посредством прокладывания прямых стежков образуются кривые линии. Сейчас эти схемы являются основой техник «string art» или DIY[779], приемы которых использованы в работах современных художников. Заметим, что эти схемы непосредственно связаны с моделями линейчатых поверхностей – они являются их проекциями. Габо, в отличие от Саввас, превратил эту схему в пространственные структуры – гиперболические параболоиды (рис. 3-81, з, и), а «пространственность» тоннеля Саввас складывается из последовательности плоских слоев. «Мандала» же, к которой ведет «тоннель» – это также плоская многослойная структура, слои которой (кроме одного, линии которого проходят через ее центр) представляют собой наложенные один на другой горизонтальные проекции гиперболоида разных размеров (рис. 3-81, г, е).

Многоцветные яркие инсталляции американского художника Меган Геклер, судя по некоторым из них, вероятно, берут начало из «string art». При этом художник не ограничивается плоскостными шаблонами, а, используя (возможно, интуитивно) принцип образования *гиперболического параболоид*а, создает на его

---

[775] *Ellis P.* Nike Savvas. Sliding Ladder. www.breenspace.com/.../nike-savvas-sliding-la...
[776] *Hammer M., Lodder C.* Constructing modernity: the art and career of Naum Gabo. Yale University Press. New Haven & London. 2000. P. 393.
[777] Глава 2.
[778] Mary Everest Boole (1832-16), книга The Preparation of the Child for Science (1904).
[779] Do It Yourself – «Сделай сам».

основе отдельные пространственные структуры, либо формирует из них объемы (рис. 3-82) более «замкнутого» характера.

3.12. Линейчатые поверхности в предметном дизайне

3.12.1. Структура как генератор формы и функции

Суть дизайна – в самом общем виде – состоит «...в приведении к гармонии функции, конструкции и формы предмета»[780]. Цитируя В. Ф. Маркузона, который говорил, что «...многое в теории дизайна заимствуется из архитектуры, как наиболее близкой области предметно-художественного творчества»[781], А. В. Казарин отмечает, что влияние архитектуры проявилось не только в теории дизайна, но и «в системе практики дизайна»[782]. Проведенное нами исследование показывает, что в «практике дизайна» на основе линейчатых поверхностей могут использоваться те же формы, что и в архитектуре. Однако, сложно ответить на вопрос, является ли это результатом влияния архитектуры, или эти формы рождаются самостоятельно в недрах дизайнерского проектирования.

Как нам представляется, смысл этого вида дизайна – в использовании структурных возможностей линейчатых поверхностей (в создании устойчивых, жестких конструкций), которые, к тому же, обладают эстетическими качествами, – то есть тот же, что и в архитектуре. Однако, в то время как формообразование на основе линейчатых поверхностей, насчитывающее уже как минимум 130 лет (считая от начала применения А. Гауди гиперболического параболоида и гиперболоида в 1884 г.), представляет собой целое направление в архитектуре, в дизайне нам удалось обнаружить считанные примеры использования этого вида формообразования. В дизайне, основанном на применении линейчатых поверхностей – в особенности, гиперболоида и гиперболического параболоида – можно выделить направление (хотя пока это лишь отдельные примеры) использования реше-

---

[780] *Власов В. Г.* Стили в искусстве. Словарь (архитектура, графика, декоративно-прикладное искусство, живопись, скульптура). Т. 1. СПб.: «Кольна», 1995. С. 191.

[781] *Маркузон В. Ф.* Конструкция, тектоника, образ // Конструкция, функция, художественный образ в дизайне. Труды ВНИИТЭ. – М.: ВНИИТЭ, 1980. – Вып. 23. – С. 13. Цит. по: Казарин А.В. Теория дизайна [Текст]: учебное пособие / А.В. Казарин; Нижегород. гос. архит.-строит. ун-т – Н.Новгород: ННГАСУ, 2011. С. 62. bibl.nngasu.ru›electronic…uch…decorative_arts…

[782] *Казарин А.В.* Теория дизайна [Текст]: учебное пособие / А.В. Казарин; Нижегород. гос. архит.-строит. ун-т – Н.Новгород: ННГАСУ, 2011. С. 62.

ний, аналогичных тем, что были применены в архитектуре; и так же, как в архитектуре, здесь их структура обусловливает и выполнение функции (благодаря жесткости конструкции), и экспрессивные визуальные качества.

Так, возможно, одним из первых применил структуру линейчатых поверхностей – а именно, гиперболоида – в конструкции стула американский художник и дизайнер Исаму Ногучи (1904-1988): в 1954 г. он представил дизайн Rocking Stool (рис. 3-83, а) американской мебельной фирме Hans Knoll. В нем конструкция гиперболоида (материал – хромированная сталь) используется как опора, на которой закреплено сидение. Стул *эргономичен,* выгнутое основание позволяет сидящему мягко покачиваться на нем в любых направлениях[783] – отсюда и название. В том же году Ногучи спроектировал на основе дизайна Rocking Stool небольшой столик, а в 1957 г. – полноразмерный обеденный стол под названием «Циклон» или «Торнадо»[784] (рис. 3-83, б). Дизайн стола оказался очень востребованным, и уже в XXI веке ряд фирм предлагает точную копию этого стола – Noguchi Replica Dining Table. Что касается стула, то с 2002 г. Музей Дизайна Витра в сотрудничестве с Фондом Ногучи в Нью-Йорке осуществляет «переиздание» некоторых моделей автора, в их числе и Rocking Stool, представленный в коллекции Музея[785]. Нетрудно видеть, что основной *формо- и смыслообразующей* структурой в композиции стола (как и стула) Ногучи является гиперболоид. Именно его поверхность двоякой кривизны позволяет предмету *осуществлять функцию* (быть столом, причем, удобным, – благодаря свободному пространству под столешницей), и при этом быть визуально привлекательным, то есть гиперболоид в дизайне обладает теми же качествами, что и гиперболоид водонапорной башни В. Г. Шухова.

К этому же направлению (самонесущая конструкция, выдерживающая нагрузки) можно отнести использование конструкции гиперболоида в дизайне раскладывающейся «вазы» для фруктов – продукция, предлагаемая в магазине Музея современного искусства в Нью-Йорке (рис. 3-83, в).

На использовании принципа гиперболоидной конструкции (но с дополнительной опорой в центре), пластически переосмысленной, основан дизайн склад-

[783] Isamu Noguchi Rocking Stool. polyvore.com›isamu_noguchi_rocking_stool/thing…
[784] Cyclone™ Dining Table. www.knoll.com/.../cyclone-dining-table%3Fsec...
[785] Noguchi_Collection. spacecraftint.com›media/Noguchi_Collection_eng.pdf

ного стула ("One Shot" stool), спроектированного в 2006 г. французским дизайнером Патриком Жуэном (рис. 3-84).

Примером еще одного «архитектурного» решения, основанного на использовании линейчатых поверхностей в дизайне в XXI веке, может служить шезлонг Trellis Bench (решетчатая скамья) в форме гиперболического параболоида, сквозь алюминиевую раму которого протянут нейлоновый шнур повышенной прочности, устойчивый к деформации[786], – американского дизайнера Д. Бартона (Damian Barton). В основе его композиционного решения – свойство гиперболического параболоида быть самонесущей поверхностью, обладающей при этом эстетическими визуальными характеристиками (3-85, а).

Применение в дизайне шезлонга гиперболического параболоида можно сравнить – *по форме* – с применением его в архитектуре в качестве покрытия. Так, в архитектуре при перекрытии пространства одиночным гиперболическим параболоидом эта структура, как правило, нуждается в двух базовых опорах: при опирании на два противоположных угла два другие остаются «свободными». То же и в дизайне шезлонга: два угла закреплены на раме шезлонга, а два других – соединены с ней стойками. Пластикой шезлонг напоминает покрытие церкви архитектора Фр. Коэлло де Португал (Fr. Coello de Portugal) в провинции Мадрид (1965-1967), хотя пластика покрытия церкви – более напряженная (рис. 3-85).

По сути же, как нам представляется, дизайн предъявляет повышенные (и несколько иные) – по сравнению с архитектурой – требования к конструкции. Возможно, этим объясняется относительно слабое пока развитие дизайна на основе линейчатых поверхностей (несмотря на сочетание в них механических и эстетических характеристик)[787]: крыша, однажды установленная, подвергается атмосферным воздействиям, но не испытывает при этом механического воздействия со стороны пользователя, в то время как гиперболический параболоид в конструкции шезлонга является «работающей» поверхностью (что естественно для этого предмета).

На свойстве гиперболического параболоида соединять в себе высокие меха-

[786] Inspirational Outdoor Furniture from Outdoorz Gallery. apartmenttherapy.com›shopping/store…furnitu-125439

[787] Но не исключено, что для него еще не пришло время, поскольку от открытия формообразующего потенциала линейчатых поверхностей Шуховым и Гауди до начала широкого их использования прошли десятилетия.

нические характеристики и эстетические качества основан и дизайн кресла Parabola Chair (рис. 3-86, а-в) К. Айелло (Лос-Анджелес), при этом он не повторяет архитектурные решения с точки зрения механики (но имеет некоторое формальное сходство с работами Ф. Канделы с использованием двух гиперболических параболоидов в конструкции крыши – рис. 3-86, е, ж). В 2013 г. дизайн получил престижную награду Red Dot Award в номинации Concept[788], а Parabola Chair экспонировался на выставке Нового дизайна Западного побережья в Музее ремесел и дизайна Сан-Франциско. Целью дизайнера Parabola Chair было создание простой, но при этом скульптурной и, что немаловажно, *эргономичной*[789] модели кресла, причем, К. Айелло стремился добиться этого при помощи единой поверхности (обладающей, тем не менее, и сидением, и спинкой, и подлокотниками), опирающейся на минимальную структуру. Эта цель была реализована посредством соединения двух гиперболических параболоидов в непрерывную поверхность, поддерживаемую легкой рамой (материал – нержавеющая сталь).

3.12.2. Формообразование на основе линейчатых поверхностей как самостоятельное направление, объединяющее искусства и проектные виды творчества

Проведенное исследование показывает, что формообразование на основе линейчатых поверхностей начинается с архитектуры и развивается в направлении от архитектуры к дизайну. Использование в дизайне (как функциональном формообразовании) каждой из линейчатых поверхностей имеет свои особенности, причем характер этого формообразования на данном этапе следует, вероятно, определить как экспериментальный, несмотря на то, что первые – и удачные – опыты применения в дизайне конструкции гиперболоида (И. Ногучи) относятся к середине прошлого века. Как было показано выше, основой использования в дизайне гиперболоида и гиперболического параболоида, как и в архитектуре, являются и механические (самонесущие), и эстетические качества этих поверхностей. Однако, что касается гиперболического параболоида, есть отдельные примеры

[788] Parabola Chair Is An Instant Classic: A Stainless Steel Modern Chair Revives the Legacy of Mid-Century Californian Design. www.evolo.us
[789] ICFF Preview: The Parabola Chair is an Instant Classic. fastcodesign.com›…parabola-chair…instant-classic

иного характера: так, на использовании преимущественно пластических свойств структуры основан дизайн коктейльного стола «Geo» филиппинского дизайнера Vito Selma – его столешница опирается на сложноорганизованную систему рам, переплетение которых представляет собой гиперболические параболоиды (рис. 3-87). Есть и пример использования только пластических качеств гиперболического параболоида – в дизайне светильников (возможно, интуитивного характера), тем не менее, его, как и предыдущий пример, можно охарактеризовать как эстетизацию структур линейчатых поверхностей (рис. 3-88).

Использование коноида в предметном дизайне удалось обнаружить лишь в одном случае: в качестве опоры стола (обеденного и кофейного) под названием «Волна»[790], причем, его дизайн, по нашему мнению, основан на сочетании механических и эстетических свойств структуры: скульптурная пластика опоры в то же время функциональна (как и в случае использования гиперболоида в дизайне стола И. Ногучи). Применение коноида в дизайне можно рассматривать как очередное звено в формообразовании на основе этой структуры, которая, как уже было показано выше, использована в конструкции здания школы Саграда Фамилиа Гауди, стены Наций и кинетической скульптуры Калатравы (и Марголина), ландшафтной инсталляции в парке Портленда[791], 2010 г. (созданной из найденных в округе деталей железной дороги XIX века[792] – рельсы разной длины, покрытые ржавчиной), пластически повторяющей форму коноида (рис. 3-89).

Примеры функционального формообразования в дизайне на основе геликоида также немногочисленны. Интересным представляется использование структуры геликоида в осветительном приборе с моторизованным движением под названием «Dancing DNA» (товар, представленный в магазине Музея Науки в Лондоне): этот прибор – не имея такой задачи – является, тем не менее, иллюстрацией образования геликоида из «плоскости». В нем «образующие» с лампочками на концах, находящиеся в одной плоскости при нерабочем состоянии прибора, в процессе работы, совершая вращательное движение, выстраиваются в геликоидальную структуру, а светящиеся лампочки формируют спиральные линии в про-

[790] дизайнер Кеннет Кобонпу (Филиппины)
[791] Tanner Springs Park – Портленд (Орегон,США), проект немецкой архитектурного бюро Atelier Dreiseitl, 2010
[792] Tanner Springs Park, an Oasis in the Middle of the City. landarchs.com›tanner-springs-park…oasis…the…the…

странстве.

Принцип геликоида использован в светильниках чешской фирмы Lasvit, дизайнеры которой экспериментируют над созданием совершенно новых форм в световом дизайне. Материалом для этих форм служит богемское стекло. Так, светильник под названием «Фрактал»[793] (2012 г.) представляет собой, по сути дела, инсталляцию, геликоидальная форма которой образована стеклянными трубками (которые можно считать условно прямолинейными). Эти трубки крепятся тончайшими нитями к закрепленной в потолке основе, в которую вмонтированы точечные светильники, освещающие инсталляцию. Свет от них, попадая на поверхность трубок, благодаря особой отражательной способности богемского стекла, создает эффект свечения в самой инсталляции, усиливая ощущение движения в ней. На основе этого (простого) геликоида можно выстроить цепочку (предшествует которой архитектурный элемент – винтовая лестница): мобиль К. Мартина (1953) – скульптура А. Альфаро «Doble» (1975) – скульптура Ч. Дженкса «DNA» (1980-е) – «Dancing DNA» (2010-е) – «Фрактал» (2012) (рис. 3-90).

Принцип геликоидального движения (с усложненным модулем) лежит в основе формообразования «revolving chair»[794] (2013 г.) корейского дизайнера Чон Кюн Ока (проект). Конструкция из большого числа прямоугольных рам устроена таким образом, что каждая последующая смещается относительно предыдущей на определенный угол, образуя внешне цельную структуру с волнообразными поверхностями. По такому же принципу созданы светильники с названием «Spin»[795], их скульптурная форма порождена «вращением» асимметричного четырехугольника[796]. Тот факт, что модулем здесь является не квадрат, а форма более сложных очертаний (деформированный квадрат), делает дизайн этих светильников еще более выразительным и живым (рис. 3-91).

Заметим, что формообразование на основе геликоида с усложненным модулем является довольно разнонаправленным и по-разному ориентированным – вертикально и горизонтально; реализации его в дизайне предшествует рассмот-

---

[793] www.lasvit.com.
[794] Jeon Kyung Ok Rotates Straight Lines in Curved revolving Chair. designboom.com›jeon-kyung…curved-revolving-chair.
[795] фирмы Lasvit для пекинского отеля «Четыре сезона» класса люкс, 2012 г.
[796] Four Seasons Hotel - Lasvit. lasvit.com

ренное выше использование в архитектуре, скульптуре, конструкции пешеходных мостов (рис. 3-92). В 2011 г. этот способ формообразования был применен в дизайне туннеля, ведущего в пространство экспозиции Нидерландского Архитектурного института (NAI) под названием Dutchville [797] (рис. 3-92, ж). Цель выставки – показать, как архитектура и процессы урбанизации буквально пронизывают мир вокруг нас. Выставка дает возможность посетителям проанализировать свои отношения с урбанистической средой и выяснить, как город формирует те ощущения, которые испытывает в нем человек; каким образом он влияет на то, как человек себя в нем ощущает[798]: *геликоидальный тоннель* своей динамичной структурой словно затягивает в водоворот бурной жизни города, предлагая почувствовать, ощутить город.

В то время как использование геликоида в вертикально ориентированной конструкции винтовой лестницы (положившее начало формообразованию на основе геликоида в архитектуре) основано на самоопорности структуры, в дизайне на основе геликоида с горизонтальной ориентацией используются, преимущественно, его пластические свойства.

В. Ф. Сидоренко, размышляя об эстетике проектного творчества, основываясь на творчестве Райта, пишет, что среда требует от художника понимающего природоподобного подхода, – «органичного», по терминологии Райта; подхода, которому чуждо «свободное фантазирование и идеализирование в нереальных эскизах»[799]. На наш взгляд, именно такой подход можно увидеть в рассмотренных выше примерах использования в дизайне линейчатых поверхностей (в особенности основанных и на механических, и на пластических их свойствах). В них есть и простота, и естественность, и чистота, о которых В. Ф. Сидоренко говорит как о слагаемых формулы «истинного» дизайна, которую всем своим творчеством утверждал Ф. Л. Райт[800]. Вместе с тем, использование только пластических свойств линейчатых поверхностей в дизайне свидетельствует об интересе к их эстетическому потенциалу.

---

[797] экспозиция предположительно должна продлиться до лета 2016 г.
[798] Netherlands Architecture Institute – Feel the City. en.nai.nl›content/987780/dutchville
[799] *Сидоренко В.Ф.* Эстетика проектного творчества. Тождество, целесообразность и хаос / Проблемы дизайна-5: Сборник статей. Составитель и отв. редактор В. Р. Аронов. – Артпроект, 2009. С. 29.
[800] *Сидоренко В.Ф.* Там же. С. 29.

В целом же рассмотренные в этом разделе предметы дизайна на основе линейчатых поверхностей вписываются в направление, которое В. Р. Аронов характеризует как концептуально «простой» дизайн рубежа XX-XXI веков: «Его задачей становится создание таких вещей, которые имеют самые простые связи с людьми и могут быть легко поняты и использованы интуитивным способом. <...>. Упрощение конструкции уменьшает избыток «белого шума» современной жизни и открывает один из наиболее эффективных путей повышения качества продукции и тем самым их долговечности»[801].

В свою очередь, рассмотренная общность формообразования на основе линейчатых поверхностей в архитектуре, искусстве и дизайне, главным признаком которого является создание пространственной кривизны посредством прямолинейных элементов (наглядно представленная в иллюстративном материале), позволяет говорить о сложении самостоятельного направления, объединяющего искусства и проектные виды творчества.

Выводы главы 3

1. Типологизация с выделением *видов линейчатых поверхностей* (гиперболоид, гиперболический параболоид, геликоид и коноид) и *сфер применения линейчатых поверхностей* (архитектура, скульптура, дизайн и современное искусство) делает возможным как *структуризацию* всего массива формообразования с использованием линейчатых поверхностей, так и *системную характеристику* конкретных объектов на основе «материально-технических» и «материально-выразительных» типологических признаков.

2. Применение схемы типологического исследования *к формообразованию на основе гиперболоида* показало, что при незначительных возможностях вариативности формы у гиперболоида оказалась типологически весьма богатая функциональная «палитра», а вместе с тем и конструктивно-композиционная, поскольку функция, конструкция, композиция тесно взаимосвязаны: каждое конструктивно-композиционное решение направлено на осуществление определенной

[801] *Аронов В. Р.* Концепции современного дизайна. 1990-2010. М.: Артпроект, 2011. С. 35.

функции, т.е. на создание пространства определенного характера (образа). Интересным представляется тот факт, что шуховским башням, не предназначенным для организации *внутреннего* пространства, удалось на более чем столетие организовать пространство *окружающее*: городское, парковое, природное. Та же самая структура, будучи облечена в бетонную плоть, становится *образом технической мощи* (градирни). Иной смысл (и образ) приобретает эта же «градирня» с разработанным внутренним пространством – зал заседаний Парламента в Чандигархе Ле Корбюзье. Здесь посредством гиперболоида Ле Корбюзье структурирует пространство комплекса. Примеры структурирования пространства посредством гиперболоида существуют и в культовой архитектуре: здесь в «собирании» пространства и устремлении его вверх можно увидеть символ соединения с горним, а в самом пространстве – *иррациональный образ.*

Фактором, определяющим использование гиперболоида в *дизайне среды*, на наш взгляд, является его структура: «прозрачная» и в то же время позволяющая вычленить, обособить часть пространства, и тем самым привлечь внимание к нему (и даже устроить кинетический спектакль внутри этого пространства), однако, попытки рассматривать структуру гиперболоида как самоценную (не требующую композиционного подхода, а основанную лишь на расчете) не приводят к эстетически значимой форме.

3. *Типология формообразования на основе гиперболического параболоида* (функциональная и конструктивно-композиционная) намного шире рассмотренной выше типологии формообразования на основе гиперболоида. Это можно объяснить тем, что, представляя собой незамкнутую структуру, гиперболический параболоид, во-первых, обладает значительным потенциалом модульного формообразования; во-вторых, может быть применен и в качестве перекрытия, и как несущая и ограждающая конструкции; в-третьих, может быть воплощен в форму с разной степенью пластической напряженности[802]. Комбинация этих факторов позволяет создавать пространства разного характера (в зависимости от функции здания), в том числе – уникальные: с использованием гиперболического параболоида в несущей стене (капелла Роншан Ле Корбюзье); как ограждающей конст-

[802] последнее возможно и для гиперболоида.

рукции (церковь Saint Francis de Sales М. Бройера); а также конструкции, базирующиеся исключительно на гиперболических параболоидах: павильоны Филипс и Диатоп Я. Ксенакиса и церковь Св. Марии К. Танге. Кроме того, гиперболический параболоид может быть использован в композиционном формообразовании как *пластическое* средство – в организации *внешнего* облика здания, обеспечивая непрерывность фасадов.

4. Движение (эффект движения) является особым типологическим признаком линейчатых поверхностей, который может быть визуально оценен по степени отклонения линейчатой поверхности от плоскости (то есть по степени ее деформации). Для полноты характеристики исследуемого способа формообразования правомерным представляется сопоставление форм, порождаемых линейчатыми поверхностями, с историческими формами барокко – на том основании, что, как и формы барокко, они представляют собой эволюцию классицистических, геометрически «правильных», и – по общему для них признаку движения (хотя и оценивающемуся в рамках разных концепций пространства).

В движении, присущем архитектуре на основе линейчатых поверхностей, можно выделить два вида: пластическое, характеризующееся наличием разнонаправленной кривизны (что можно представить как результат взаимодействия внешнего и внутреннего пространства), и графическое, которое заключено в «опалубке» – когда она остается неотъемлемым элементом формы, или в фактурном следе движущейся прямой, оставленном опалубкой на мокром бетоне; причем, во многих случаях можно говорить о синтезе (или взаимодействии) пластического и графического движения в пределах одной формы.

Движение – в иллюзорной форме – присуще и скульптуре Габо, Певзнера и Хепворт (первыми применившими этот способ формообразования в скульптуре): оно может быть выражено в постепенном изменении пластической напряженности структуры линейчатых поверхностей в пределах скульптуры, в эффекте дематериализации, а также в эффекте, возникающем под действием лучей солнечного света (что порождает движущуюся тень в пространстве скульптуры).

Кинетизм является основным содержанием работ отечественной группы художников «Движение», одно из направлений которой было связано с формообра-

зованием на основе линейчатых поверхностей (в ряде работ на *иллюзорное движение* линейчатых поверхностей накладывалось *реальное движение* объекта в пространстве), и вышло в итоге на уровень проектного освоения окружающей среды (использование формообразующего потенциала линейчатых поверхностей в архитектуре малых форм и в световом дизайне).

Движение разного характера свойственно работам А. Дуарте: от изменения абриса фигуры и рисунка муара, образующегося при проецировании друг на друга по-разному ориентированных в пространстве структур гиперболического параболоида в масштабной скульптуре ("Ouverture au Monde", 1973 г.) при изменении точки зрения наблюдателя – до оптических эффектов свечения и вибрации, основанных на сочетании сгущения и разрежения линейчатых поверхностей – в Composition n°11 (1963), Composition cinetique (1971).

5. Конструкция коноида, впервые примененная Гауди в школе Саграда Фамилиа (1909 г.), была неоднократно использована в архитектуре XX и XXI вв. (Э. Диесте, Р. Колхасом, Г. Фаганом, А. Исодзаки). С. Калатрава, используя принцип архитектурной конструкции А. Гауди, превратил *иллюзорное движение в реальное* – в скульптуре «Волна» и кинетическом трансформирующемся объекте «Стена Наций». Конструкция коноида используется в разных вариациях кинетической скульптуры Р. Марголина, производящей волновое движение, а также – в кинетическом архитектурном объекте на фасаде Научного образовательного центра – Wave Wall, в котором волновое движение порождается ветром.

6. Наиболее *динамичной структурой* из всех линейчатых поверхностей, на наш взгляд, является *геликоид*, поскольку суммирует в себе два вида движения: вращательное и поступательное (вероятно, не случайно именно структура *геликоида* первой из линейчатых поверхностей была использована для создания *кинетической скульптуры* британским художником Кеннетом Мартином в 1953 г.). Конструкцию лестницы можно рассматривать как результат модульного формообразования, в котором модулем является ступень. Одним из направлений последующего развития конструкции нам видится эволюция модуля от ступени – к геликоидальной колонне Гауди в коллеже Св. Терезы (1889), далее – к гигантским скульптурам А. Альфаро в кампусе UAB (1999), и, наконец, – к Башне Револю-

ции в Панама-Сити (2011), в которой модулем структуры становится целый этаж.

Другим направлением эволюции винтовой лестницы является превращение ее в своего рода скульптуру, которая становится существенным элементом, организующим пространство, сообщающим ему дополнительную динамику; в таком качестве лестница выходит и в городское пространство – «Перезапись» О. Элиассона (Мюнхен, 2004).

Принцип *геликоидального* движения положен в основу многих работ валенсийского скульптора А. Альфаро. Кинетизм его работ имеет две составляющие: во-первых, композиционную – повторение одного элемента, «образующей», читается как ее перемещение в пределах объекта; кинетический эффект усиливается при движении зрителя вокруг скульптуры, которая в буквальном смысле слова меняет форму в зависимости от позиции наблюдателя.

7. Важной областью использования линейчатых поверхностей в скульптуре является увековечение с их помощью памяти человека или события. Это работы А. Певзнера и, в особенности, А. Альфаро, посвященные историческим личностям, выдающимся современникам скульптора, историческим событиям и особо значимым местам. Как и в обычной скульптуре, А. Альфаро удалось достичь разнообразия и в мемориальной: несмотря на общность способа формообразования, скульптор, используя разные структуры линейчатых поверхностей и разные композиционые приемы, находит решения для выражения в ней разных эмоций.

8. Особенность формообразования на основе линейчатых поверхностей в скульптуре состоит в том, что форма (несмотря на абстрактный характер), всегда содержательна, поскольку сохраняет связь с жизнью: в ней всегда можно усмотреть аллюзии на процессы роста и развития, свойственные как физическим природным процессам, так и духовным; форму наполняет содержанием именно движение, – и характер этого движения становится смыслопорождающим. В результате форма не противоречит смыслу памятника (или названию скульптуры). Главным композиционным средством в этом способе формообразования является линия; управляя ее движением, художник создает различные по пластике и, соответственно, по смыслу пространственные решения (образы). Движение может быть сдержанным, порождая возвышенные и лирические чувства, и – активным,

соответствуя, в т. ч., социальному и политическому смыслу, который вкладывал в некоторые свои работы Альфаро.

9. В XXI веке графическое выявление структур линейчатых поверхностей в архитектуре зданий и малых форм приобретает характер намеренного акцентирования и обнажения. Причем, есть ряд примеров того, когда *тенденция демонстрации структуры гиперболического параболоида сопровождается тенденцией использования его пластических свойств* как средства создания образных связей архитектуры с ландшафтом: крыша здания Суда в Антверпене (Р. Роджерс); покрытие железнодорожного вокзала в Астане (Н. Явейн); павильон в горах Патагонии (A. Menges, 2007); проект церкви в Норвегии (2014).

Линейчатые поверхности – в форме *структур, близких к гиперболоиду* (с шестиугольником в основании) – использованы как биомиметическое средство (механический эквивалент структуры надкрылий жука) в проекте, связанном с созданием легких и прочных структур. Тему *акцентирования структур линейчатых поверхностей* (геликоида)можно увидеть и в дизайне пешеходных мостов, в котором часто могут быть задействованы только его *пластические* свойства.

10. В XXI веке линейчатые поверхности используются в сценографии (первые опыты такого рода относятся к середине XX века) и дизайне выставочных пространств. Взаимодействие танца и сценической «архитектуры» С. Калатравы на основе линейчатых поверхностей, разработанной для балетных спектаклей, производит синергетической эффект, обусловленный соединением реального движения двух видов (танца и «архитектуры») и усиливаемый движением (иллюзорным) как основным содержанием линейчатых поверхностей.

Применение линейчатых поверхностей в дизайне выставочных пространств основано, главным образом, на их свойстве быть структурной единицей даже при очень редком расположении образующих. Это позволяет с их помощью осуществлять зонирование больших пространств (вычленяя в них проницаемые «субпространства»), не нарушая при этом их целостности. Помимо визуального вычленения пространства, структуры линейчатых поверхностей используются в сценографии как средство создания образов. Так, превращение цилиндра в гиперболоид символизирует «сжатие» пространства и соответствует кульминации действия, а

степень прозрачности структур гиперболического параболоида выступает как средство регулирования коммуникации между актерами и зрителями.

11. В XXI веке тенденция к использованию структур линейчатых поверхностей находит выражение и в разного рода инсталляциях. Среди них можно выделить инсталляции, созданные архитекторами, и – созданные художниками. Инсталляции архитектурного направления объединяет то, что они создаются в рамках изучения (или демонстрации) возможностей *генерирования посредством одномерной линии пространственной кривизны.* Особенностью инсталляций, созданных художниками, является, на наш взгляд, то, что линия (как формообразующий элемент линейчатых поверхностей), с которой художники прежде работали на плоскости, теперь используется как *пространственное живописное средство*. Вместе с тем, в ряде случаев с использованием художниками техники «string art» (что не отрицают сами художники, а критики видят в этом художественный прием) в масштабных инсталляциях посредством линии создаются плоские структуры (то есть потенциал линейчатых поверхностей используется не в полной мере), которые затем объединяются в пространственные – в этом, возможно, основное отличие этих инсталляций от рассмотренных архитектурных, где линия создает трехмерные объекты (поверхности и объемы) минуя стадию плоскости. Иногда такого рода работы оказываются почти буквальным (и даже буквальным) повторением моделей математических поверхностей, что также может свидетельствовать об их эстетизации.

12. Формообразование на основе линейчатых поверхностей развивается в направлении от архитектуры к дизайну, и предметный дизайн имеет общие черты с архитектурным формообразованием: он может использовать решения, аналогичные тем, которые были прежде применены в архитектуре. Однако, в то время как этот вид формообразования, насчитывающий уже более 130 лет, представляет собой целое направление в архитектуре, характер *дизайна* на основе линейчатых на данном этапе следует, вероятно, определить как *экспериментальный* (несмотря на то, что первые – и удачные – эксперименты И. Ногучи с использованием структурных и пластических свойств гиперболоида относятся к началу 1950-х гг.). Не исключено, что для него еще не пришло время – так, десятилетия потре-

бовались для того, чтобы открытия Шухова и Гауди нашли широкое практическое использование.

Использование в дизайне (как функциональном формообразовании) каждой структуры линейчатых поверхностей имеет свою специфику. Так, немногочисленные примеры формообразования в дизайне на основе гиперболоида, гиперболического параболоида и коноида показывают, что оно базируется, как и в архитектуре, на единстве механических и пластических свойств этих поверхностей, – в отличие от предметного дизайна на основе геликоида, в котором задействованы, преимущественно, его пластические свойства. В то время как в архитектуре структура линейчатых поверхностей не всегда оказывалась явной (так что зачастую эта архитектура вводила в заблуждение наблюдателя своим иррациональным видом, не позволяя опознать в ней рациональную основу), в дизайне эти структуры очевидны. Эта открытость структур в дизайне совпадает с наметившейся общей тенденцией формообразования на основе линейчатых поверхностей к артикуляции, и, возможно, таким образом, – к эстетизации этих структур.

Общность же формообразования на основе линейчатых поверхностей, главным признаком которого является создание пространственной кривизны посредством прямолинейных элементов, позволяет говорить о сложении самостоятельного направления формообразования в искусстве, архитектуре и дизайне.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование позволяет представить сложную историческую картину генезиса, становления и современного состояния формообразования на основе линейчатых поверхностей. Специфика его обусловлена, во-первых, самим способом порождения поверхности – движением прямой линии (образующей), а, во-вторых, конфликтом формообразующей линии и производимой ею поверхности пространственной кривизны, который разрешается в форме, синтезирующей эти противоположные начала. Таким образом, результатом формообразования становятся как образы движения, разворачивания в пространстве, так и – искажения самого пространства, ограниченного «деформированными» поверхностями (причем, образ генерируется одновременно с поверхностью). Вместе с тем, линии, объективно присущие линейчатым поверхностям, в то же время связаны с характеристиками универсума (к примеру, винтовая линия описывает процессы роста и развития; гипербола и парабола представляют собой, соответственно, траектории второй и третьей космических скоростей), – это объясняет притягательность образов и легкость их восприятия.

В диссертации показано, что Гауди и Шухов впервые в мире – независимо друг от друга – осуществили не просто перевод геометрической абстракции в работающую конструкцию (что стало очередным этапом «освоения» линейчатых поверхностей – использования их структурного и эстетического потенциала в практическом формообразовании на научной основе), но положили начало новому направлению, существующему и развивающемуся уже более века. В диссертации – на базе изучения зарубежных материалов и результатов собственных натурных исследований – показана действительная роль Гауди в становлении этого вида формообразования, его роль как выдающегося конструктора, что может служить основанием для переосмысления и переоценки этой фигуры в отечественном искусствоведении.

Ко второй половине XX века складывается структура этого направления, включающая архитектуру, скульптуру, графику, дизайн (отдельные проявления). Следует отметить, что формообразование на основе линейчатых поверхностей в архитектуре и скульптуре, в принципе, сводится к одному и тому же источнику:

математическим зависимостям, выраженным в пространственной форме. Однако, формообразующим импульсом использования их в архитектуре стало единство механических и пластических характеристик этих структур, а в скульптуре были восприняты, главным образом, их пластические характеристики.

Несмотря на существование этого вида формообразования во многих сферах искусства, удельный вес его невелик, и каждый из этих выдающихся художников: в архитектуре (А. Гауди, Э. Каталано, Ф. Кандела, Ле Корбюзье, К. Танге, Я. Ксенакис), скульптуре (Г. Мур, Н. Габо, Б. Хепворт, А. Певзнер, К. Мартин, А. Альфаро, А. Дуарте), дизайне (И. Ногучи, С. Калатрава, В. Ф. Колейчук), – создавал, на основе собственной стилевой системы, уникальные формы и пространства, не повторяющие друг друга. Причем, Я. Ксенакис использовал линейчатые поверхности как формообразующее средство в разных сферах искусства: графическое – в музыке для записи «глиссандо», конструктивное и пластическое – в архитектуре павильонов, создавая и в музыке, и в архитектуре образы непрерывности; его эфемерная архитектура свето-музыкальных пространств также базируется на линейчатых поверхностях. Эстетический потенциал этого вида формообразования в световом дизайне использовал В. Ф. Колейчук: его гигантские композиции (которые можно охарактеризовать как образы пространства) из лучей прожекторов имитировали линейчатые поверхности.

Использование художниками линейчатых поверхностей в графике также различно: у Б. Хепворт это – вначале – своеобразная характеристика пространства кристалла, позже вышедшая за его пределы и превратившаяся в характеристику «ритмов пространства»[803]; у Л. Нусберга и А. Григорьева эта графика более жесткая. Вместе с тем, на наш взгляд, сопоставление с картинкой визуализации записи человеческого голоса позволяет рассматривать такого рода графику этих художников как объективацию недоступных глазу, невидимых образов пространства.

В XXI к существующей структуре этого формообразования добавляется современное искусство, получают развитие предметный дизайн и новые направления в дизайне (сценография, дизайн выставочных пространств).

[803] У Х. Эрни (творчество которого мы не рассматриваем подробно), продолжавшего творить и в XXI веке, это орнаментальные структуры, буквально пронизывающие пространство, семантически отсылающие и к человеческим, и к музыкальным ритмам, и придающие лиричность его картинам.

Архитектура и искусство XX века развиваются под знаком новых отношений с пространством, и линейчатые поверхности в скульптуре могут служить иллюстрацией одной из характеристик пространственной концепции XX века – «взаимопроникновения внутреннего и внешнего пространства». Они привносят в городское пространство образы движения (повторение в конструкции прямолинейного элемента читается как его перемещение), а кроме того, – совершенно новое качество пластики (с разреженной структурой), позволяющее увидеть – в том числе посредством структуры теней – новое взаимодействие объекта и пространства (при этом каждый новый ракурс наблюдателя рождает новый образ). Городская скульптура на основе линейчатых поверхностей может приобретать черты малой архитектурной формы («арки» в скульптуре А. Альфаро, «кадрирующие» виды города). Это взаимодействие объекта и пространства в XXI веке углубляется, что проявляется в складывающейся тенденции обнажения, демонстрации конструкций на основе линейчатых поверхностей в архитектуре (в том числе архитектуре малых форм и пешеходных мостов) и в вовлечении в этот вид формообразования новых направлений дизайна, использующих линейчатые поверхности как средство структурирования и одновременно – артикуляции пространства.

В диссертации рассмотрен еще один аспект развития формообразования на основе линейчатых поверхностей – превращение иллюзорного движения (качества, имманентно присущего линейчатым поверхностям) в коноидальной архитектурной конструкции в реальное – в скульптуре С. Калатравы и Р. Марголина.

Интересные процессы – с использованием линейчатых поверхностей – наблюдаются в современном искусстве. Обращено внимание на то обстоятельство, что в западном мире есть примеры придания художественного характера научному поиску: так, инсталляции, созданные в рамках исследований соотношения измерений пространства (представляющие собой пересечение линейчатых поверхностей) в Гарвардской высшей школе дизайна и в Американском Институте Архитекторов (AIA), одновременно являются частью художественных мероприятий и приобретают статус художественных и дизайнерских объектов. С другой стороны, есть примеры противоположного характера, когда работы, созданные художником (т. е. не имеющие практической, исследовательской цели или конкретного

назначения) оказываются весьма приближенными к моделям математических поверхностей или являются их буквальным повторением. Однако, и то и другое, на наш взгляд, может быть расценено как повышение интереса к пластической и структурной составляющей линейчатых поверхностей.

Множество различных образов, создаваемых на основе линейчатых поверхностей, и их многозначность позволяют предположить длительное существование этого вида формообразования в перспективе.

Вместе с тем, нужно признать, что, используя этот вид формообразования в современном искусстве, художник иногда руководствуется шаблонами «string art» (причем, сами художники не отрицают их использование, а критики расценивают это как художественный прием) или математическими моделями линейчатых поверхностей как образцом – в итоге, в таких работах образ либо существует отдельно от формы (в сознании художника) и требует вербального пояснения, либо отсутствует вовсе (при редуцировании формы к модели математической поверхности), и результат ни к чему, кроме модели, не отсылает.

Проведенное исследование раскрывает – в соответствии с поставленной целью – конструктивно-образный потенциал формообразования линейчатых поверхностей в архитектуре, искусстве и дизайне. К числу же наиболее важных и интересных аспектов этого вида формообразования, обнаруженных в ходе исследования, по нашему мнению, следует отнести его зарождение в архитектуре (а именно, в архитектуре А. Гауди); пример синтеза архитектурных и скульптурных форм на основе линейчатых поверхностей в ансамбле монастыря Благовещения М. Бройера; а также – наметившуюся уже в XXI веке совершенно новую траекторию формообразования с использованием линейчатых поверхностей – в скульптуре валенсийского художника М. Вальдеса, которую можно охарактеризовать как введение абстрактных структур в фигуративный образ. Причем, если рассмотренные в диссертации линейчатые поверхности в скульптуре (А. Альфаро, А. Певзнера) создают образ движения, оставаясь абстрактными структурами, то здесь они, сохраняя образ движения, приобретают характер фигуративных. Таким образом, развитие этого направления формообразования продолжается, что позволяет рассматривать его как перспективное с точки зрения дальнейших искусствоведческих исследований.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. *Аверинцев С.* Символ художественный//Собрание сочинений / Под ред. Н. П. Аверинцевой и К. Б. Сигова. София – Логос. Словарь. – К: ДУХ І ЛІТЕРА, 2006. С. 386-394.
2. *Азизян И.А.* Диалог искусств XX века: Очерки взаимодействия искусств в культуре. М.: Издательство ЛКИ, 2008. 575 с. – ил.
3. *Анушин Б.Ю.* Объемно-пространственные конструкции как архитектоническая основа сценического пространства. Вестник Ленинградского государственного университета им. А.С. Пушкина. Выпуск № 1 / том 2 / 2011. С. 230-237.
4. *Арнаутов Л.И., Карпов Я.К.* Повесть о великом инженере. – М.: изд-во «Московский рабочий», 1978. Электронный ресурс litmir.net›bd/?b=115020.
5. *Аронов В.Р.* Концепции современного дизайна. 1990-2010. М.: Артпроект, 2011. 221 с.: ил.
6. *Артигас И.* Гауди. Полное собрание работ в 2-х томах. Изд-во Арт-Родник, 2008.
7. Архитектура Запада. Мастера и течения (отв. ред. С. О. Хан-Магомедов). М.: Стройиздат, 1972. – 216 с.: ил.
8. *Бартенев И. А., Батажкова В. Н.* Очерки истории архитектурных стилей: Учебное пособие. – М.: Изобраз. искусство. 1983. – 384 с., ил.
9. *Бассегода Н.Х.* Антонио Гауди /Пер. с исп. М. Гарсиа Ордоньес; Под ред. В. Л. Глазычева. – М.: Стройиздат, 1986. 208 с.
10. *Бергос Ж.* Гауди: личность и творчество. Русская книжная компания «Библион» и «Библио-глобус», 2004. – 309 с.: ил.
11. *Бретон А.* «Кризис объекта» / Пер. с фр. Анны Матвеевой - http://www.guelrnan.ru/maksimka/n5/breton.htm
12. *Валериус С.С.* Прогрессивная скульптура XX века. Проблемы и тенденции. М.: «Изобразительное искусство», 1973. – 430 с.: ил.
13. *Власов В.Г.* Стили в искусстве. Словарь (архитектура, графика, декоративно-прикладное искусство, живопись, скульптура). Т. 1. СПб.: «Кольна», 1995. 672 с.
14. *Власов В.Г.* Стили в искусстве. Словарь имен. Том 2. СПб., «Кольна», 1996.
15. *Волкова Е.В.* Произведение искусства – предмет эстетического анализа. М., Изд-во Моск. ун-та, 1976. 288 с.
16. *Волошинов А.В.* Математика и искусство: Кн. для тех, кто не только любит математику или искусство, но и желает задуматься о природе прекрасного и красоте науки. – 2-е изд., дораб. и доп. – Москва: Просвещение, 2000. 399 с.
17. *Волчок Ю.П.* В. Г. Шухов и формирование технической культуры в России/ Архитектоника инженера В.Г. Шухова: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 160-летию со дня рождения В.Г. Шухова, 13-14 ноября 2013 г. - М.: МАРХИ, 2013. С. 42-47.
18. *Выгодский М.Я.* Возникновение дифференциальной геометрии / Гаспар Монж. Приложение анализа к геометрии. Перевод с французского В. А. Гуковской. Под редакцией с предисловием и примечаниями М.Я. Выгодского. Объединеное научно-техническое издательство. Главная редакция общетех-

нических дисциплин. Москва и Ленинград, 1936. С. 5-70.
19. *Гарсиа М.* Архитектура Испании / Всеобщая история архитектуры в 12 томах. Том 10. Архитектура XIX – начала XX вв. – М.: Издательство литературы по строительству, 1972. С. 358-368.
20. *Герман М.* Марсель Дюшан: пролог постмодернизма / Модернизм. Искусство первой половины XX века. – 2-е изд., испр. – СПб.: Издательский Дом «Азбука-классика», 2008. С. 230-238.
21. *Гидион З.* Пространство, время, архитектура. Сокр. пер. с нем. Изд. 2-е, испр. М., Стройиздат, 1976. 567 с.
22. *Глазычев В.Л.* Эволюция творчества в архитектуре. – М: Стройиздат, 1986. 496 с.: ил.
23. *Грефе Р., Перчи О.* Жизнь и творчество/Шухов В.Г. (1853-1939). Искусство конструкции: Пер. с нем. / Под ред. Р. Грефе, М. Гаппоева, О.Перчи. – М.: Мир, 1995. С. 8-19.
24. *Гутнов А.Э.* Мир архитектуры: Язык архитектуры. М.: Мол. гвардия, 1985. 351 с.
25. *Дженкс Ч.* Язык архитектуры постмодернизма / Пер. с англ. А. В. Рябушина, М. В. Уваровой. Под ред. А. В. Рябушина, В. Л. Хайта – М.: Стройиздат, 1985. 136 с., ил. – Перевод изд.: The language of Post-Modern Architecture / Charles A. Jencks. – Rizzoli.
26. *Есаулов Г.В.* Архитектоника инженера В.Г. Шухова /Архитектоника инженера В.Г. Шухова: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 160-летию со дня рождения В.Г. Шухова, 13-14 ноября 2013 г. - М.: МАРХИ, 2013. С. 16-17.
27. *Ефимов А.* Цвет + форма. Искусство 20-21 веков (живопись, скульптура, инсталляция, лэнд-арт, дигитал-арт) / Андрей Владимирович Ефимов. – М.: БуксМАрт, 2014. – 616 с., ил.
28. *Жердев Е.В.* Метафора в дизайне /Жердев Е.В.: Учеб. пособие. издание 2-е, переработанное и дополненное. – М.: Архитектура-С, 2010.- 464 с., ил.
29. *Зедльмайр, Г.* Искусство и истина: Теория и метод истории искусства / Перевод с немецкого Ю. Н. Попова. Послесловие В. В. Бибихина. – СПб.: Axioma, 2000. – 272 с. (Классика искусствознания).
30. *Зигель К.* Структура и форма в современной архитектуре. М., 1965. – 268 с.
31. *Иконников А. В.* Архитектура XX века. Утопии и реальность. Издание в двух томах. Том I. М: Прогресс –Традиция, 2001. – 656 с.
32. *Иконников А.В.* Искусство, среда, время. (Эстетическая организация городской среды). М.: Советский художник, 1984. 334 с.
33. *Иконников А.В.* Функция, форма, образ в архитектуре. – М.: Стройиздат, 1986. 287 с.: ил.
34. История Красоты / под редакцией Умберто Эко; перевод с итал. А. А. Сабашниковой. – М.: Слово/SLOVO, 2009. С. 375.
35. *Казарин А.В.* Теория дизайна [Текст]: учебное пособие / А.В. Казарин; Нижегород. гос. архит.-строит. ун-т – Н.Новгород: ННГАСУ, 2011. 103 с. Интернет-ресурс: bibl.nngasu.ru›electronic…uch…decorative_arts…
36. *Калимова Е. В.* Символизм в архитектуре Гауди // Символизм как художественное направление: Взгляд из XXI века. Сб. ст. / Отв. ред.: Н. А. Хренов, И. Е.

Светлов. – М.: Государственный институт искусствознания, 2013. С. 158-164.
37. *Каргин Д.И.* Монж и его «Начертательная геометрия» / Монж Г. Начертательная геометрия. Перевод В. Ф. Газе. Комментарии и редакция проф. Д. И. Каргина.- Под общей редакцией члена корреспондента АН СССР Т. П. Кравца. М.: Изд-во Академии Наук СССР, 1947. – С. 245-257.
38. *Кастельяр-Гассоль Ж.* Гауди. Жизнь провидца. – Издательство 1984. Барселона, 2000. 142 с.
39. *Кидсон П., Мюрей П., Томпсон П.* История английской архитектуры / Пер. с англ. Л. А. Игоревского. – М.: ЗАО Центрполиграф, 2003. – 382 с.
40. *Киньяр П.* Лестницы Шамбора: Роман / Пер. с фр. – М.: FreeFly, 2004. 384 с.
41. *Кириченко Е.И.* Русская архитектура 1830–1910-х годов. – М.: Искусство, 1982. 344 с.
42. *Колейчук В.* Галерея кинетизма // Эксперимент в дизайне: [учеб. пособие] / сост. Александр Лаврентьев. – М.: Издательский дом «Университетская книга», 2010. С. 127-131.
43. *Колейчук В.Ф.* Азбука Колейчука. Научно-методическое издание из серии «Творческая лаборатория». МГХПУ им. С.Г. Строганова. Москва, 2012. 87 с.
44. *Колейчук В.Ф.* Кинетизм: Авт.-сост. В. Ф. Колейчук – М.: Галарт, 1994. – 160 с.: ил. (Новое искусство. XX век)
45. *Колейчук В.Ф.* Приемы светового дизайна // Эксперимент в дизайне: [учеб. пособие] / сост. Александр Лаврентьев. – М.: Издательский дом «Университетская книга», 2010. С. 45-52.
46. *Колейчук В. Лаврентьев А.* Эксперимент в дизайне: смысл и цели / Эксперимент в дизайне: [учеб. пособие] / сост. Александр Лаврентьев. – М.: Издательский дом «Университетская книга», 2010. С. 9-13.
47. *Комар Ф.* Искусство и человек / Ф. Комар. Пер. с фр. Е. Клоковой. – М.: ООО «Издательство Астрель», ООО «Издательство АСТ», 2002. – 160 с.: ил.
48. *Коротич А.В.* Формирование составных линейчатых оболочек в архитектуре зданий и сооружений: Диссертация ... доктора архитектуры: 18.00.02 / Коротич Андрей Владимирович. – Екатеринбург, 2004. – 494 с.
49. *Котломанов А.О.* «Скульптура Великобритании 1945–2000 гг. Проблемы теории и практики пластических концепций». Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата искусствоведения 17.00.04. СПб., 2008.
50. *Криппа М.А.* Антонио Гауди. О влиянии природы на архитектуру. TASCHEN/Арт-Родник. 2004. 96 с.
51. *Крючкова В*. Европейское искусство: Живопись. Скульптура. Графика: Энциклопедия. — М.: Белый город. Редактор Л. П. Анурова. 2006. enc-dic.com›euroart/Pevzner-768/
52. *Кундера М.* Нарушенные завещания: Эссе / Пер. с фр. М. Таймановой. – СПб.: Азбука-классика, 2004. – 288 с.
53. *Лаврентьев А.Н.* Александр Родченко / А. Н. Лаврентьев – М: «Архитектура-С», 2007. – 128 с.
54. *Лаврентьев А.Н.* История дизайна: учеб. пособие / А. Н. Лаврентьев. – М.: Гардарики, 2008. 303 с.
55. *Лебедев Ю.С., Рабинович В.И.* Развитие теоретических взглядов в вопросе связи формирования архитектуры и живой природы / Лебедев Ю.С. Архитек-

турная бионика. Москва, Стройиздат, 1990. С. 24-26.
56. *Лебедев Ю.С.* Инженерно-биологические исследования / Лебедев Ю.С. Архитектурная бионика. М.: Стройиздат, 1990. С. 36-42.
57. *Лебедев Ю.С.* Проблема единства технологии и архитектурной формы. Конструктивная система – турбосома / Лебедев Ю.С. Архитектурная бионика. М.: Стройиздат, 1990. С.184-187.
58. *Лотман Ю.М.* Структура художественного текста. on4a.narod.ru›lotman_struktura_teksta_web.pdf. 220 с.
59. *Маклакова Т.Г.* Архитектура двадцатого века. Учебное пособие для вузов / Т.Г. Маклакова. – М.: АСВ, 2001. – 200 с., ил. www.pseudology.org (Структурализм, с. 97–110)
60. *Маркузон В.Ф.* О языке архитектуры. Стенограмма обсуждения доклада В.Ф.Маркузона на заседании методологического семинара под рук. А.Раппапорта и Б.Сазонова «Проблемы проектирования» 21.04. 1971. Из личного архива А.Г.Раппапорта. Электронный ресурс: niitiag.ru›markuz100_06.html
61. Мастера архитектуры об архитектуре. Зарубежная архитектура. Конец XIX-XX век / Под ред. Иконникова А. В. М., 1972. – 591 с., - ил.
62. *Мериджи М.* Роль «конструкций» в архитектуре советского авангарда и творчестве В.Г. Шухова/Архитектоника инженера В.Г. Шухова: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 160-летию со дня рождения В.Г. Шухова, 13-14 ноября 2013 г. - М.: МАРХИ, 2013. С. 48-57.
63. *Монж Г.* Приложение анализа к геометрии. Перевод с французского В. А. Гуковской. Под редакцией с предисловием и примечаниями М.Я. Выгодского. Объединеное научно-техническое издательство. Главная редакция общетехнических дисциплин. Москва и Ленинград, 1936. – 700 с.
64. *Муратов П.* Образы Италии: В 3 т. Т. 2: Рим. Лациум. Неаполь и Сицилия. – СПб.: Издательская Группа «Азбука-классика», 2009. – 352 с.
65. *Мурина Е.Б.* Проблемы синтеза пространственных искусств: (Очерки теории). – М.: Искусство, 1982. – 192 с.
66. *Ортега-и-Гассет Х.* Дегуманизация искусства / «Дегуманизация искусства» и другие работы. Эссе о литературе и искусстве. Сборник. Пер. с исп. – М.: Радуга, 1991 – (Антология литературно-эстетической мысли). – С. 512-517.
67. *Петров В.М.* Количественные методы в искусствознании. Выпуск 1. Пространство и время художественного мира. – М.: Смысл, 2000. 204 с.
68. *Петропавловская А.И.* Ажурная башня Шухова и сетчатые сооружения гиперболоидного типа / / Шухов В.Г. (1853-1939). Искусство конструкции: Пер. с нем./ Под ред. Р. Грефе, М. Гаппоева, О.Перчи. – М.: Мир, 1995. С. 78-91.
69. *Позняк Э.Г.* Линейчатая геометрия. Большая Советская Энциклопедия (в 30 т.), Изд-е 3-е. М., «Советская Энциклопедия». Т. 14, 1973. С. 463.
70. *Положай Е.Д.* Формирование теории органической архитектуры //Архитектурная бионика. Под ред. Ю. С.Лебедева. – М: Стройиздат, 1990. С. 26-36.
71. *Прокофьев В.Н.* «Художественная критика – история искусства – теория общего художественного процесса: их специфика и проблемы взаимодействия в пределах искусствоведения» / В.Н. Прокофьев. Об искусстве и искусство-

знании. Статьи разных лет. – М.: Советский художник, 1985. С. 260-287.
72. *Рагон М.* Города будущего / Пер. с фр. Под ред. И. М. Смоляра. М.: Изд-во Мир, 1969. 294 с.
73. *Райт Ф.Л.* Будущее архитектуры. Пер. с англ. – М.: Госстройиздат, 1960. 248 с.
74. *Рунге В.Ф.* История дизайна, науки и техники / Рунге В. Ф. Учеб. пособие. Издание в двух книгах. Книга 1. – М.: Архитектура-С, 2008. – 368 с., ил.
75. *Рюкуа А.* Средневековая Испания / Аделина Рюкуа. – М.: Вече, 2006. - 384 с.
76. *Рябов Ю.А.* Космические скорости. БСЭ. Т. 13, 1973. С. 246.
77. *Рябушин А.В., Шукурова А.Н.* Творческие противоречия в новейшей архитектуре Запада. М.: Стройздат, 1986. 273 с. – ил.
78. *Сарабьянов Д.В.* Модерн. История стиля. – М.: Галарт, 2001. – 343 с., ил.
79. *Сидлина Н.З.* Наум Габо. – М.: С.Э. Гордеев, 2011. 208 с.
80. *Сидоренко В.Ф.* Эстетика проектного творчества. Тождество, целесообразность и хаос. / Проблемы дизайна-5: Сборник статей. Составитель и отв. редактор В. Р. Аронов. – Артпроект, 2009. С. 26-49.
81. *Скоренко Т.* Механические волны Рубена Марголина: Море. «Популярная Механика» (№102, апрель 2011). popmech.ru›design/11480…volny-rubena-margolina…
82. *Смурова Н.А.* Роль Шухова в формировании новой эстетики в архитектуре России конца XIX – начала XX вв. // Шухов В.Г. (1853-1939). Искусство конструкции: Пер. с нем. / Под ред. Р. Грефе, М. Гаппоева, О. Перчи. – М.: Мир, 1995. С. 164-167.
83. *Смурова Н.А.* Эволюция инженерной формы гиперболоида вращения в творчестве В. Г. Шухова // Проблемы истории советской архитектуры. - М., 1976. - № 2. - С. 15-17.
84. *Смурова Н.А*. Шухов и архитектура Москвы / Шухов В.Г. (1853-1939). Искусство конструкции: Пер. с нем./ Под ред. Р. Грефе, М. Гаппоева, О.Перчи. – М.: Мир, 1995. С. 154-156.
85. *Стародубова В.В.* Искусство Франции 20 века (скульптура). Всеобщая история искусств. Том 6, кн. 1. С. 106-120.
86. *Стечкин С.Б.* Архимед. БСЭ (в 30 т.), Изд-е 3-е. М., «Советская Энциклопедия». Т. 2, 1970. С. 867.
87. *Стойков А.* Критика абстрактного искусства и его теорий. – М: Искусство, 1964. Режим доступа: OCR Artvek.Ru
88. *Тасалов В.И.* Прометей или Орфей. Искусство технического века. М.: Изд-во «Искусство»,1967. – 372 с., ил.
89. Теория композиции как поэтика архитектуры (авторы: Азизян И. А., Добрицына И. А., Лебедева Г. С.) – М.: Прогресс-Традиция, 2002. – 568 с.
90. *Толстой А.* Европа и Америка: от реализма до авангарда / Отечество мое – в моей душе. Москва, 2013. С. 18-129.
91. *Тихомиров А. Н.* Искусство Швейцарии /Всеобщая история искусств, т. VI, книга первая. – М.: «Искусство», 1965. С. 227.
92. *Томлов Й.* Введение новой формы конструкции Шуховым и Гауди //Шухов В.Г. (1853-1939). Искусство конструкции: Пер. с нем./ Под ред. Р. Грефе, М. Гаппоева, О.Перчи. – М.: Мир, 1995. С. 110-114.
93. *Тубли М.П.* «Общее и особенное в творчестве Антонио Гауди». Альманах ка-

федры эстетики и философии культуры Санкт-Петербургского государственного университета. №3 Юбилейный выпуск. - СПб., Санкт--Петербургское философское общество, 2012. Стр. 155-174. alyoshin.ru›Files/publika/tubli/tubli_gaudi.html

94. *Турчин В.С.* Города и замки Луары. – М.: Искусство, 1986. – 224 с.: ил. – (Города и музеи мира).
95. *Фар-Беккер Г.* Искусство Модерна. Konemann, 2000. – 425 с., ил.
96. *Флоренский П. А.* Анализ пространственности и времени в художественно-изобразительных произведениях. – М.: Издательская группа «Прогресс», 1993. – 324 с.
97. *Фремптон К.* Современная архитектура: Критический взгляд на историю развития/ Пер. с англ. Е. А. Дубченко; Под ред. В. Л. Хайта.— М.: Стройиздат, 1990.— 535 с.: ил.— Перевод изд.: Modern architecture: a critical history//K. Frampton.
98. *Хайт В.Л.* Антонио Гауди и архитектура Запада XX в. / В.Л. Хайт // Нонель Х. Б. Антонио Гауди. – М.: Стройиздат, 1986. С. 3-15.
99. *Хан-Магомедов С.О.* Архитектура советского авангарда: В 2 кн.: Кн. 1: Проблемы формообразования. Мастера и течения. М.: Стройиздат, 1996. – 709 с.: ил.
100. *Хан-Магомедов С.О.* Пионеры советского дизайна. – М.: Галарт, 1995. – 424 с., ил.
101. *Хан-Магомедов С.О.* Шухов, конструктивисты и стилеобразующие процессы советского архитектурного авангарда / Шухов В.Г. (1853-1939). Искусство конструкции: Пер. с нем./ Под ред. Р. Грефе, М. Гаппоева, О.Перчи. – М.: Мир, 1995. С. 168-172.
102. *Хачатуров С. В.* Целесообразность без цели / Время движения. Полвека русского кинетизма. Каталог выставки (16 октября – 15 ноября 2014). – М.: Галерея ARTSTORY, 2014. С. 9.
103. *Хенсберген Г.* Гауди – тореадор искусства: - М.: изд-во Эксмо, 2004. 352 с.
104. *Ходидио Ф.* Сантьяго Калатрава. Архитектор, инженер, художник. TASCHEN/Арт-Родник, 2009. 96 с.
105. *Цербст Р.* Гауди. Жизнь, посвященная архитектуре. Арт-Родник, 2009. 240 с.
106. *Четверикова С.А.* «Русский период творчества Натана Певзнера». Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата искусствоведения, 17.00.04. М., 2011.
107. *Швидковский Д.О.* Антонио Гауди: стиль модерн на языке каталан / Д.О. Швидковский // От мегалита до мегаполиса: очерки истории архитектуры и градостроительства. – М.: Архитектура-С, 2009. С. 144 - 151.
108. *Швидковский О., Хан-Магомедов С.* Архитектура капиталистических стран. - В кн.: Всеобщая история искусств, т. VI, книга первая. – М., 1965. С. 21-58.
109. *Шехтер Т.Е.* Искусство как пространство смыслов: избранные работы по теории и истории искусства / сост. и науч. ред. А. В. Карпов. – СПбГУП, 2014. – 376 с. : ил. – (Серия «Труды Университета»).
110. *Шуази О.* История архитектуры. В 2-х томах / Пер. с франц. – 5-е изд. – М.: Издательство В. Шевчук, 2009. – Том 2. С. 352.
111. *Шухова Е.М.* Труды и дни инженера В.Г.Шухова. (1853-1939). "Наше Наследие" № 70 2004. Электронный ресурс nasledie-rus.ru

112. *Шухова Е.М.* Владимир Григорьевич Шухов. Биографический очерк/Архитектоника инженера В.Г. Шухова: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 160-летию со дня рождения В.Г. Шухова, 13-14 ноября 2013 г. - М.: МАРХИ, 2013. С. 17-28.
113. *Эрн И. В.* Архитектура Франции / Всеобщая история архитектуры в 12 т. Т. 11: Архитектура капиталистических стран XX в. / Под ред. А. В. Иконникова (отв. ред.). – М.: Издательство литературы по строительству, 1973. С. 76-145.
114. Эстетика: Словарь / Под общ. ред. А. А. Беляева и др. – М.: Политиздат, 1989. С. 27.
115. *Ярмоленко А.Д.* Бразилиа и Чандигарх: архитектурные портреты двух столиц (к 100-летию О. Нимейера и 120-летию со дня рождения Ле Корбюзье). «Общество. Среда. Развитие» («Terra Humana») № 3 / 2008 С. 130-141. http://cyberleninka.ru
116. *Яу Ш., Надис С.* Теория струн и скрытые измерения Вселенной. – Питер, 2013. – 400 с. Электронный ресурс scisne.net›…Shintan…Stiv_Nadis._Teoriya…i_skritie…

117. *Adamson G.* Summer Work: the Art of Pae White. afterall.org›journal/issue…summer-work…pae-white
118. *Alsina C., Gómez-Serrano J.* Geometria gaudiana /Gaudí.La búsqueda de la forma. P. 27-45. www.almendron.com/blog/.../CatalogoGaudi
119. *Angles, J. C.* Gaudi's Sagrada Familia: A monument to natura. Editorial Milenio, 2011. 101 p.
120. Anna Valentine Murch & Douglas Hollis. Image Identification List. 13 p. ftp://metrostlouis.org/.../AIT/Hollis-Murch.pdf
121. *Barrallo J., Sánchez-Beitia S.* The Geometry of Organic Architecture: The Works of Eduardo Torroja, Felix Candela and Miguel Fisac. Proceedings of Bridges 2011: Mathematics, Music, Art, Architecture, Culture (2011), pp. 65-72, ресурс bridgesmathart.org
122. *Batson J.* This is what math equations look like in 3-D. wired.com›2014/06/math-equations-models/
123. *Bennett, J. A.* Christopher Wren: Astronomy, Architecture, and the Mathematical Sciences. Journal for the History of Astronomy, Vol. 6, p. 149-184. Режим доступа: adsabs.harvard.edu/full/1975JHA.....6..149B.
124. *Bielza, L. B.* Iteration, repetition and internal coherence within Le Corbusier's creative process. AE... Revista Lusófona de Arquitectura e Educação.Architecture & Education Journal. N 11 / 2014. P. 135-160. revistas.ulusofona.pt › ... › Bielza
125. *Bonet J.* The Essential Gaudi. The geometric modulation of the Church of the Sagrada Familia. English translation by M. Burry. Portic, 2001. 159 p.
126. Breuer Marcel: Design and Architecture. Publisher: Vitra Design Museum. 2003. 448 pages.
127. *Burnham J.* Beyond modern sculpture. The effects of science and technology on the sculpture of this century. George Braziller. New York. 1968. 402 p.
128. *Jencks C.* Canons in Crossfire. Harvard Design Magazine, No. 14, 2001. *www.harvarddesignmagazine.org/.../canons-in-..*
129. *Burry M.* Innovative aspects of the Colonia Guell Chapel project/Gaudi Unseen:

Completing the Sagrada Familia. The Catalog published on the occasion of the exhibition held at the Deutsches Architekturmuseum (DAM), Frankfurt am Main, 15 September 2007 to 2 December 2007. Berlin: Jovis, 2007, pp. 58-61.

130. *Burry M.* Modernisme, Modernism and Third Millennium Praxis. 16 p. Интернет-ресурс: http://web.mit.edu/lira/www/qualExam/biblio/goulthorpe.pdf
131. *Buxadé C., Gómez-Serrano J., Espel R., Grima R., Buxadé A., Ferrando R. y Aguado A.* Design and construction of the apse on the "Sagrada Familia". Volumen 61, nº 256, | abril-junio 2010 | ISSN: 0439-5689. P. 5-38. e-ache.com/modules/pd.../visit.php?cid=1...
132. *Campbell B.* Felix Candela. Concrete Quarterly. № 42, july-september, 1959. Published by the Cement and Concrete Association. London. P. 2-13. www.concretecentre.com/.../CQ_042_Autumn1...
133. *Capanna A.* Conoids and Hyperbolic Paraboloids in Le Corbusier's Philips Pavilion.| Architecture and Mathematics from Antiquity to the Future - Volume II: The 1500s to the Future. P. 377-387. springer.com›new & forthcoming titles…3-319-00142…
134. Catalano E. F. Structures of Warped Surfaces, 1960. http:// aqua-velvet.com/structures-of-warped-surfaces-eduardo-f-catalano-1960/
135. *Cohen J.-L.* Le Korbusier. The Lyricism of Architecture in the Machine Age. TASCHEN. 2004, 96 p.
136. *Coll J. G.* The transept and crossing ceiling vaults / Gaudi Unseen. Completing the Sagrada Familia. The Catalog published on the occasion of the exhibition held at the Deutsches Architekturmuseum (DAM), Frankfurt am Main, 15 September 2007 to 2 December 2007. Berlin: Jovis, 2007. P. 130-137.
137. coleccionbbva.com›en/andreu-alfaro
138. *Collins, G.R.* Antonio Gaudi. Braziller, New York, 1960, 136 pages.
139. *Collins, G.R.* Antonio Gaudi: Structure and form. Perspecta, Vol. 8 (1963), pp. 63-90. Stable URL: http://www.jstor.org/stable/
140. *Corrada, M.* On Some Vistas Disclosed by Mathematics to the Russian Avant-Garde: Geometry, El Lissitzky and Gabo. LEONARDO, Vol. 25, No. 3/4, pp. 377-384, 1992. monoskop.org›images…Corrada_Manuel
141. Correspondance d'Antoine Pevsner et Naum Gabo. Archives de la Tate Gallery, Londres. Presentation et traduction de Jean-Claude Marcade / Antoine Pevsner dans les collection du Centre George Pompidou, 2001. P. 33-36.
142. *Deepwell K.* Hepworth and her Critics / Barbara Hepworth reconsidered. David Thistlewood (Editor). Liverpool University and Tate Gallery Liverpool. 1996. P. 75-93.
143. *Ellis P.* Nike Savvas. Sliding Ladder. www.breenspace.com/.../nike-savvas-sliding-la...
144. Entretien avec Bernar Dorival par Doina Lemny, le 26 avril 2001 / Antoine Pevsner dans les collection du Centre George Pompidou, Musee national d'art modern. Centre Pompidou, 2001. P. 19-22.
145. *Espel R. R., Fauli J. O.* The construction of the project / Gaudi Unseen. Completing the Sagrada Familia. The Catalog published on the occasion of the exhibition held at the Deutsches Architekturmuseum (DAM), Frankfurt am Main, 15 September 2007 to 2 December 2007. Berlin: Jovis, 2007. P. 141-151.

146. *Espin T. A., Montrull, M. P.* Optimality of Candela's concrete shells: a study of his posthumous design. En Journal of the International Association for Shell and Spatial Structures 2010, Nº. 51 (1). Pp. 67-77. ISSN: 1028-365X. URI : iass-structures.org›index.cfm/journal.article?aID… http://hdl.handle.net/10317/3041
147. *Espion B., Halleux P., Schiffmann J. I.* Contributions of André Paduart to the art of thin concrete shell vaulting. Proc. of the First International Congress on Construction History, Madrid, 20-24 January 2003 Vol II. Instituto Juan de Herrera, Escuela Técnica Superior de Arquitectura Madrid. ISBN 84-9728-072-5, p. 829-838. www.ulb.ac.be/polytech/sgc/.../Espion_Paper_V4.pdf
148. *Evans R.* The Projective Cast: Architecture and Its Three Geometries. The MIT Press. Cambridge, Massachusetts. London, England. 413 p.
149. *Fernández C. A.* Equipo 57. museoreinasofia.es›en/collection/artwork/sin-
150. *Fowler A.* A rational aesthetic . 9 p. richardplank.com›…uploads/2011/11…aesthetic-1.pdf
151. *Furuto A.* Building: Inside Studio Gang Architects. archdaily.com›…inside-studio…architects-exhibition.
152. *Gale M.*. tate.org.uk›art/artworks…small-screw-mobile-t00552
153. *Gale M*. www.tate.org.uk/.../artworks/...orpheus-maquett..
154. Gaudi. La recerca de la forma. La busqueda de la forma. Exploring form. DVD, Triangle Postals.
155. Gaudi: art and technique. An interactive visit to the Espai Gaudi. CD-ROM, Fundacio Caixa Catalunya. ISBN 84-89860-36-X.
156. *Garlock, M. E. M, Billington, D. P.* Felix Candela: Engineer, Builder, Structural Artist. Princeton University Art Museum. 2008. 207 p.
157. *Giralt-Miracle D.* Essential Gaudi. Librosdevanguardia, 2013. 246 p.
158. Giralt-Miracle D. Gaudí: nature in architecture. 6 p. www.iemed.org/publicacions/.../4/agiralt
159. *González X. T.* The colònia Guell church: Gaudí. Barcelona. La Terra, 2007. 35 p.
160. *González, J. L. and Casals, A.* Gaudí's approach to building. Proceedings of the First International Congress on Construction History. Madrid, 20th-24th January 2003. Ed. S. Huerta, Madrid: Instituto Juan de Herrera, pp. 21-30. sedhc.es›biblioteca/acta.php?id_act=6&id_cng=4
161. *Graves A. R.* Casts and Cjntinuing Histories: Material Evidence and the Sculpture of Barbara Hepworth significance / Barbara Hepworth reconsidered. David Thistlewood (Editor). Liverpool University and Tate Gallery Liverpool. 1996. P. 173-183.
162. *Green R.* Nicholson-Hepworth-Moore. Exhibition catalog. London. 2012. issuu.com/artsolution/docs/r.green_-nicholson-hepworth-moore-rgb.../95. 100 p.
163. *Hammacher A. M.* Barbara Hepworth. Thames & Hudson. World of art. Revised edition 1987. 216 p.
164. *Hammer M., Lodder C.* Constructing modernity: the art and career of Naum Gabo. Yale University Press. New Haven & London. 2000. 528 p.

165. *Hammer M., Lodder C.* Hepworth and Gabo: a Constructive Dialog / Barbara Hepworth reconsidered. David Thistlewood (Editor). Liverpool University and Tate Gallery Liverpool. 1996. P. 109-133
166. *Heide P.* Artists / Breeder. *www.patrickheide.com/breeder.php?id=18.*.
167. *Helzel M.* Translation: Ingrid Taylor. Law Courts in Antverp. Euro Inox 2006, ISBN 978-2-87997-147-6. 12 p. www.euro-inox.org.
168. *Hepworth, B.* A Pictorial Autobiography. Tate Publishing. 1970. 136 p.
169. *Huerta S.* Structural Design in the Work of Gaudi. University of Sydney. Architectural Science Review Volume 49.4, 2006. p. 324-339. http://oa.upm.es/703/1/Huerta_Art_002.pdf
170. *Hyman, I.* Marcel Breuer, Architect: The Career and the Buildings. Publisher: Harry N. Abrams (N-Y), 395 p., 2001.
171. Interview with ICD/ITKE team on fiber-woven research pavilion 2013-14. designboom.com›…icd-itke…pavilion…14-interview-08…
172. *Jencks C. A.* «Post-Modern Architecture», from The Language of Post-Modern / Architecture Theory since 1968 edited by K. Michael Hays. The MIT Press Cambridge, Massachusetts London, England. 1998. P. 306-316.
173. *Kara H.* Kuala Lumpur International Airport. Construction technology. 29 p. archnet.org/system/publications/.../FLS1809.pd...
174. *Keeling B.* East Bay Leonardo. Arts & Entertainment. March 28, 2008. sfist.com/tags/ReubenMargolin
175. Kenneth Martin & Mary Martin: Constructed Works. Notes for Teachers. dlwp.com›images…MartinsTeachersNotes.pdf. 14 pp.
176. *Lane B., Winchurch M.* with co-authors. Modern Spanish Masters of Thin Shell Roof Forms / Garlock, M., Billington, D. Felix Candela: Engineer, Builder, Structural Artist. Princeton University Art Museum. 2008. P. 42-49.
177. *Lebon E.* Catalogue des oeuvres/ Antoine Pevsner dans les collection du Centre George Pompidou, Musee national d'art modern. Centre Pompidou, 2001. P. 50.
178. *Lemny D.* Catalogue des oeuvres. Sculpture – Peintures – Dessins / Antoine Pevsner dans les collection du Centre George Pompidou, 2001. P. 40-41, 44-49, 52-53, 58-61, 64-81.
179. *Lemny D.* Defier l'espace et le temps / Antoine Pevsner dans les collection du Centre George Pompidou. 2001. P. 10-13.
180. Light. A learning resource for Kettle's Yard 62 p. www.kettlesyard.co.uk/education/.../LIGHT.pdf
181. *Lim J.* Bio-structural analogues in architecture. BIS Publishers, Amsterdam, 2011. 231 p.
182. *Lovdal S.* Tradition and innovation–tracing the influences of Eladio Dieste's vaulting techniques /- Appropriate Technologies, pp. 83-94. Электронный ресурс: energyandbuilding.uc.cl
183. Ludwig Hatschek and the centenary of asbestos-cement. Concrete Quarterly. Number 33. April-June. 1957. P. 29. www.concretecentre.com/.../CQ_033_Summer1...
184. *Macdonald A. J.* Structure and Architecture. Department of Architecture, University of Edinburgh. Architectural Press. Second edition 2001. P. 151.

185. *Mackay D.* Modern architecture in Barcelona (1854 - 1939). The anglo-catalan society, 1985. 89 p. Режим доступа: anglo-catalan.org›downloads/acsop-monographs/…
186. *Marcade J.-C.* Pevsner, son itineraire createur: de la representation a la construction / Antoine Pevsner dans les collection du Centre George Pompidou, Musee national d'art modern. Centre Pompidou, 2001. P. 23-32.
187. *Masini L.-V.* Art Nouveau. Chartwell books, inc. 1984. 414 p.
188. *Matossian N.* Xenakis. Mouflon publications. 2005. 359 p.
189. *Mondloch K.* A Symphony of Sensations in the Spectator: Le Corbusier's Poème électronique and the Historicization of New Media Arts. LEONARDO, Vol. 37, No. 1, 2004. p. 57-61.
190. *Moore H., Hedgecoe J.* Henry Spencer Moore. Simon and Shuster, New York, 1968. 524 p.
191. *Moszinska A.* Sculpture now. Thamse & Hudson. World of art. 2013., 232 p.
192. *Muñoz M.* Andreu Alfaro prepara en Valencia un monumento de homenaje a Ausiàs March. 31 de marzo de 1984. http://elpais.com/autor/manuel_munoz/a/
193. Nike Savvas. Urban Art Projects. https://urbanartprojects.wordpress.com/.../nike-s..
194. *Ochsendorf J.* Guastavino vaulting: The Art of Structural Tile. Princeton Architectural Press. New York, 2013. 256 p.
195. *Ochsendorf J., Antuña J.* Eduardo Torroja and «Cerámica Armada». Proceedings of the First International Congress on Construction History, Madrid, 20th-24th January 2003, ed. S. Huerta, Madrid: I. Juan de Herrera, SEdHC, ETSAM, A. E. Benvenuto, COAM, F. Dragados, 2003. p. 1527-1536. gilbert.aq.upm.es›sedhc/biblioteca…Congresos…
196. *Olson R., Chanin A.* Gabo, Pevsner. The Museum of Modern Art, New York, 1948. 84 p.
197. Pavillon Allemand pour la quadriennale de Prag. P. 9. fraccentre.fr›upload/document/journaux…32p.pdf
198. *Phipps B.* Introduction / Intersections: Henry Moore and stringed surfaces. P. 5-6. newton.ac.uk›files/attachments/1063471/179161.pdf.
199. *Popper F.* «leurs lumières» KunstLichtKunst. Introduction. *www.ednm.fr/leurslumieres/?page_id=906*
200. *Read H.* Modern sculpture. A concise history. Thames&Hudson. World of art, 1964. 310 p.
201. *René M.* Art and structural engineering-Art of structural engineering. SEWC 2011. Proceedings, 2011, Côme, Italy. 8 p. <hal-00857251>. https://hal.inria.fr/.../Art_structural_engineering-art_Motro.pdf
202. *Rogers H.* Structural Form in History and the Construction of Complex Forms. Proceedings of the Third International Congress on Construction History, Cottbus, May 2009. Режим доступа: www.bma.arch.unige.it
203. *Savorra M., Fabbrocino G.* Félix Candela between philosophy and engineering: the meaning of shape, in Paulo J. S. Cruz (editor), Structures and Architecture – Concepts, Applications and Challenges, CRC Press/Balkema-Taylor&Francis Group, London 2013, pp. 253-260.
204. *Schmal P.C., Forster Y.* Foreword / Gaudi Unseen. Completing the Sagrada Familia. The Catalog published on the occasion of the exhibition held at the

Deutsches Architekturmuseum (DAM), Frankfurt am Main, 15 September 2007 to 2 December 2007. Berlin: Jovis, 2007. P. 6-7.
205. Sculpture of Princeton University. Princeton University princeton.edu›…princeton…LittleBookSculpture.pdf. 51 p.
206. *Seller A.* Wave Wall by Charles Sowers. ilikearchitecture.net›…wave-wall-charles-sowers/
207. *Smith T.* The Specific Labour of Sheela Gowda.*www.afterall.org/.../the.specific.labour.of.sheela.*.
208. *Sprague T.* Eero Saarinen, Eduardo Catalano and the Influence of Matthew Nowicki: A Challenge to Form and Function. Nexus Network Journal. Architecture and Mathematics – Vol.12, No. 2, 2010, p. 249–258. bookdepository.com›Nexus-Network-Journal…
209. *Stephens C.* From Constructivism to Reconstructivism: Hepworth in the 1940s /Barbara Hepworth reconsidered. David Thistlewood (Editor). Liverpool University and Tate Gallery Liverpool. 1996. P. 135-153.
210. *Stephens C.* Dame Barbara Hepworth Drawing for ‘Sculpture with Colour’. tate.org.uk
211. *Sterken S.* Music as an Art of Space: Interactions between Music and Architecture in the Work of Iannis Xenakis/Resonance. Essays on the Intersection of Music and Architecture. Culcidae Architectural Press, 2007. pages: 31-61. lirias.kuleuven.be
212. *Sterken S.* Towards a Space-Time Art: Iannis Xenakis's Polytopes. Perspectives of New Music, Vol. 39, No. 2 (Summer, 2001), pp. 262-273. http://www.jstor.org/stable/833570
213. Sterken S. The architectural itinerary Iannis Xenakis. Электронный ресурс. www.iannis-xenakis.org/xen/archi/real.html
214. tate.org.uk›art…a-monument-symbolising…liberation…
215. The Crypt of Colonia Guell. DVD. Deposito Legal B-25338-2012. www.twosecondsfilms.com.
216. *Toland J.* //Intersections: Henry Moore and stringed surfaces/ Intersections: Henry Moore and stringed surfaces. P. 3-4. newton.ac.uk›files/attachments/1063471/179161.pdf.
217. *Tomlow J.* Gaudí's reluctant attitude towards the inverted catenary. Proceedings of the ICE - Engineering History and Heritage, Volume 164, Issue 4, 01 November 2011 , pp. 219 – 233. http://dx.doi.org/10.1680/ehah.2011.164.4.219
218. *Thompson D’Arcy.* On Growth and Form. Cambridge at the University Press. 1942. 1116 p.
219. *Walsh B.* The Mathematical Mind of Iannis Xenakis. Электронный ресурс: artinamericamagazine.com›news…news/iannis-xenakis/
220. *Wess J.* The history of mathematical surface models/ Intersections: Henry Moore and stringed surfaces. P. 8. newton.ac.uk›files/attachments/1063471/179161.pdf.
221. *Xenakis I., Kanach Sh.* Music and Architecture: architectural projects, texts and realization. Compilation, Translation and Commentary by Sharon Kanach. Pendragon Press.Hillsdale, New York. 2008. 338 p.
222. *Zephir A.* Le Corbusier : Philips Pavilion, Brussels, 1958.Электронный ресурс: digital.lib.umd.edu/worldsfairs/record?pid=umd:1011

223. A Man in Black Suit with White Stripes Down Arms and Legs, Walking in Front of a Black Wall – History of Art: Architecture and Sculpturehttp://www.all-art.org/Architecture/23-24.htm
224. achimmenges.net›?p=4448
225. archdaily.com›185400/helix-bridge-cox…with…61
226. atomic-energy.ru›photo/28962
227. Bridge of Aspiration. acdclighting.co.uk›projects/bridge-of-aspiration/
228. britannica.com›topic/On-Conoids-and-Spheroids
229. Charles Sowers. Wave Wall. charlessowers.com›wave-wall
230. *Cyclone™ Dining Table. www.knoll.com/.../cyclone-dining-table%3Fsec...*
231. daviddarling.info›encyclopedia…ruled_surface.html
232. DesCours 2011 - Request for Proposal. arkitera.com›files/yarisma…2011_DesCours_Request…
233. DesCours AIA New Orleans: December 2008. *descoursneworleans.blogspot.com/2008_12_01*.
234. Design Museum by John Pawson. dezeen.com›2012/01/24/design-museum…john-pawson/
235. expo-marketing.ru›zheltye-gory-ideya/
236. Flatland: Romance of Many Dimensions. *www.gsd.harvard.edu/#/projects/flatland...of...* -
237. Hatlehol Church a Spiritual Journey. https://www.behance.net/gallery/13120097/
238. *Heide P.* Artists / Breeder. *www.patrickheide.com/breeder.php?id=18.*.
239. High trestle bridge: moving through lights and history. inventiveinfra.com›2015/01/high-trestle-bridge…
240. Higher Atlas. Barkow Leibinger. archdaily.com›245728…atlas-barkow…architects
241. History of Art: Architecture and Sculpture. http://www.all-art.org/Architecture/23-24.htm
242. http://coleccionbbva.com/en/andreu-alfaro-el-devenir-1981
243. http://www.geometrie.tuwien.ac.at/modelle/models_show.php?mode=2&n=1&id=0&pid=0
244. http://www.geometrie.tuwien.ac.at›modelle/
245. http://www.math.harvard.edu/history/models/
246. http://www.museoscienza.org
247. http://www.newton.ac.uk/files/attachments/1063471/179161.pdf
248. http://www.xtec.cat/crp-elprat/mediloc/escultur/artprat/obramonumentmilenari.htm
249. ICD/ITKE University of Stuttgart. Doubly curved glass fiber geometry and carbon fiber reinforcement. compositesandarchitecture.com›
250. ICFF Preview: The Parabola Chair is an Instant Classic. fastcodesign.com›…parabola-chair…instant-classic
251. Inspirational Outdoor Furniture from Outdoorz Gallery. apartmenttherapy.com›shopping/store…furnitu-125439
252. Interpretive learning guide. artmuseum.uq.edu.au›filething/get/9212/…
253. Isamu Noguchi Rocking Stool. polyvore.com›isamu_noguchi_rocking_stool/thing…
254. Kate Terry: Open Forms. www.qatar.vcu.edu/events/kate-terry-open-forms

255. Law Court Building, Antwerp. www.vo-vo.si/.../P-03_Law_Court_Antwerpen. P. 3
256. *Lentz L*. Pas de Deux. archrecord.construction.com›features/new_york_
257. Manuel Cusachs talking about the work of the sculptor Andreu Alfaro at the Nau Gaudí as part of the series «One Artist Discusses Another». *www.bassatgaudimataro.cat/.../talks/.../133-man...*
258. Marey Portfolio. Режим доступа: http://www.asu.edu/cfa/wwwcourses/art/SOACore/Marey_portfolio.htm.
259. mathcurve.com
260. Noguchi_Collection. spacecraftint.com›media/Noguchi_Collection_eng.pdf
261. Numeracy campaign: art and maths on show. www.telegraph.co.uk ›Education › Make Britain Count
262. Numeracy campaign: art and maths on show. www.telegraph.co.uk ››Education › Make Britain Count
263. Parabola Chair Is An Instant Classic: A Stainless Steel Modern Chair Revives the Legacy of Mid-Century Californian Design. www.evolo.us
264. Pavilion for the 11th Prague Quadrennial. achimmenges.net›?p=4450.
265. Principal Esteban Morcillo and Andreu Alfaro´s relatives unveiled ...www.uv.es/...andreu-alfaro.../Novetat.html?id..
266. Reuben Margolin: Waves. www.reubenmargolin.com
267. Santiago Calatrava Collaborates with the New York City Ballet. https://techandperformance2012.wordpress.co...
268. sites.moca.org
269. studio44.ru›Все проекты›project43.
270. Tanner Springs Park, an Oasis in the Middle of the City. landarchs.com›tanner-springs-park…oasis…the…the…
271. The Twist Bridge Over the Vlaardingse Vaart, Netherlands. www.amusingplanet.com/.../twist-bridge-over-v...
272. Vector Knot - Casey Hughes Architects Residential...chughes.net›vector-knot/
273. *Zlokower R. E.* February 27, 2011 Matinee. www.robertaonthearts.com
274. vv-travel.ru
275. www.arcspace.com/features/...calatrava/la-rioja-bodegas-ysio...
276. www.barkowleibinger.co
277. www.sagradafamilia.cat
278. www.spainisculture.com/.../artistas.../grupo_equ...
279. www.spainisculture.com/en/artistas.../andreu_alfaro.html
280. www.spainisculture.com/en/artistas.../angel_duarte.html
281. www.vam.ac.uk/exhibitions/elytra-filament-pavilion
282. Выкса: новые времена. surfingbird.ru
283. Из интервью профессора Райнера Грефе телеканалу ВКТ. 09.09.07. rus-obr.ru
284. Полвека после начала Движения. kolomna-art.pro/culture_news/.../polveka-posle-nachala-dvizheniya.
285. Химическая структура ДНК. *robotlibrary.com/book/485-biologiya-s...pexov.../101-Page101.html*