

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
МОСКОВСКИЙ АРХИТЕКТУРНЫЙ ИНСТИТУТ  
(ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ)

*На правах рукописи*

БОЛДЫРЕВА Полина Сергеевна

**АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ ПРИНЦИПЫ  
ФОРМИРОВАНИЯ ВЫСОТНЫХ БИЗНЕС-ЦЕНТРОВ**

Специальность 2.1.12. - Архитектура зданий и сооружений.

Творческие концепции архитектурной деятельности.

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени

кандидата архитектуры

Том I

Научный руководитель:

Хрусталеv Александр Алексеевич

Кандидат архитектуры, доцент

Москва – 2025

## Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА I. ЭТАПЫ СТАНОВЛЕНИЯ, ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА И КЛАССИФИКАЦИЯ ВЫСОТНЫХ БИЗНЕС-ЦЕНТРОВ (ВБЦ).....	14
1.1. История и факторы возникновения, этапы развития ВБЦ.....	14
1.1.1. Зарождение и эволюция высотных бизнес-центров (ВБЦ) .....	14
1.1.2. Своеобразие зарубежного строительства объектов.....	27
1.1.3. Отечественное строительство высотных зданий.....	37
1.2. Современная функциональная структура ВБЦ.....	41
1.2.1. Функциональные компоненты и их положение в структуре объектов.	41
1.2.2. Вариативность социально-культурных зон и элементов общего пользования.....	53
1.2.3. Организация буферных зон, значение и характер соединяющих и атриумных пространств.....	56
1.3. Современная архитектурная классификация высотных зданий. ....	60
- Высота объекта.....	64
- Функциональная насыщенность.....	65
- Основное функциональное назначение.....	66
- Размещение в структуре города. ....	68
- Конструктивная схема.....	69
- Материал конструкции и технология возведения.....	71
- Расположение транспортно-коммуникационного ядра (ТКЯ).....	71
- Тип объемно-пространственной композиции.....	72
- Количество доминирующих (основных) композиционных осей построения. ....	74

- Характер пластического решения внешней формы. ....	75
ВЫВОДЫ ПО I ГЛАВЕ: .....	77
ГЛАВА II. ХАРАКТЕРИСТИКИ ВБЦ В ПРИЕМАХ И ТЕНДЕНЦИЯХ АРХИТЕКТУРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ. ....	80
2.1. Эволюция схем зонирования и планировочных решений высотных объектов.....	80
2.2. Взаимодействие архитектурно-пространственных и конструктивных решений объектов. ....	91
2.3. Системы инженерного обеспечения в структуре ВБЦ.....	103
2.3.1. Водоснабжение и водоотведение. ....	103
2.3.2. Отопление. Вентиляция. Кондиционирование. ....	104
2.3.3. Энергоснабжение. ....	106
2.3.4. Вертикальный транспорт. Лифты.....	108
2.3.5. Пожарная безопасность. Противопожарные мероприятия.....	113
2.4. Влияние позиций «Устойчивого развития» на объемно-пространственное решение ВБЦ. ....	116
2.5. Особенности архитектурно-художественной композиции высотных объектов.....	129
ВЫВОДЫ ПО II ГЛАВЕ: .....	146
ГЛАВА III. ПРИНЦИПЫ АРХИТЕКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВБЦ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ. ....	149
3.1. Пространственные структуры как перспективный инструмент формирования ВБЦ в контексте современных тенденций. ....	149
3.2. Математическое моделирование и матрица конструктивных решений. ....	159
3.3. Принципы создания архитектуры ВБЦ. ....	176

3.3.1. Принцип функциональной насыщенности.....	176
3.3.2. Принцип координации при вариативности рабочих пространств с меняющимися запросами компаний и сотрудников. ....	178
3.3.3. Принцип объемно-пространственной трансформации. ....	180
3.3.4. Принцип взаимного соответствия архитектурно-пространственной и конструктивной структуры ВБЦ. ....	182
3.3.5. Принцип синкретичности архитектурно-художественного образа. ....	184
3.3.6. Принцип экологической безопасности. ....	186
3.4. Экспериментальное проектирование ВБЦ, апробация выводов и рекомендации по исследованию. ....	189
3.5. ВЫВОДЫ ПО III ГЛАВЕ. ....	200
ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	203
Список литературы .....	207
ТОМ II. ПРИЛОЖЕНИЯ.	

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность исследования** обуславливается перечисленными ниже факторами.

Во-первых, несмотря на обширные исследования и многочисленные проектные предложения, направленные на выявление и прогнозирование путей развития высотных зданий, в настоящее время вопрос совершенствования существующих приемов и выведения новых перспективных принципов архитектурного формирования столь технически сложных многокомпонентных структур остается открытым.

Во-вторых, сегодня происходит постепенный переход к шестому технологическому укладу. Развитие технологий, роботизация ряда процессов, внедрение киберфизических систем ведут к разработке новых алгоритмов функционирования высотных зданий, способных качественно поменять структуру небоскребов, расширить их потенциал.

В-третьих, в 2020 году в связи с экономическим спадом из-за пандемии COVID-19 темп высотного строительства в мире снизился на 20%<sup>1</sup>, согласно СТБУН<sup>2</sup>. Обострились проблемы целесообразности строительства небоскребов, их энергоэффективности, безопасности и психологического воздействия на человека, влияния на среду, наиболее рентабельного функционального наполнения и технического решения. Однако, следует отметить, что, по данным CORE.XP<sup>3</sup>, уже в первом квартале 2024 года в Москве спрос на офисы стал рекордным за последние пять лет<sup>4</sup>, в особенности на лоты класса А, размещенные в высотных объектах.

В-четвертых, с 2020г. произошел эксперимент массового перехода на дистанционный и гибридный форматы работы, что вызвало ряд вопросов по

---

<sup>1</sup> Tall Buildings in 2020: COVID-19 Contributes to Dip in Year-On-Year Completions // СТБУН. - [Электронный ресурс] – URL: <https://www.skyscrapercenter.com/year-in-review/2020>

<sup>2</sup> СТБУН - Council on Tall Buildings and Urban Habitat – Совет по высотным зданиям и городской среде.

<sup>3</sup> CORE.XP – компания по предоставлению консалтинговых услуг и сопровождению сделок для пользователей объектами и инвесторов на рынке недвижимости Москвы и регионов России.

<sup>4</sup> Спрос на офисном рынке в I кв. 2024 года стал максимальным за последние 5 лет // CORE.XP. – 13 марта 2024. – [Электронный ресурс] – URL: <https://rentnow.ru/news/spros-na-ofisnom-rynke-v-i-kv-2024-goda-stal-maksimalnym-za-poslednie-5-let>

поводу дальнейшей организации рабочего процесса и эксплуатации офисных помещений высотных зданий. Возникла необходимость в оптимизации и повышении адаптивности рабочих пространств, разработке сценариев совмещенного использования одних и тех же зон, сопровождающейся особым вниманием к уровню комфорта, продуктивности сотрудников и продвижению бренда компании.

Приведенные выше факторы указывают на необходимость комплексного и углубленного изучения данного вопроса. Большинство существующих работ по небоскрегам посвящены отдельным аспектам проектирования объектов, а также вопросам истории и теории. Однако, многоаспектный подход в изучении высотных зданий «симбиотического типа»<sup>5</sup> как перспективного решения для «трехмерного компактного города» раскрыт в докторской диссертации Е.М.Генераловой. В продолжение системного изучения современных небоскребов автор же фокусируется на высотных бизнес-центрах (ВБЦ), а именно на взаимодействии их архитектурных, конструктивных и инженерных составляющих. В работе предлагается провести анализ большого спектра проблем формирования ВБЦ и выявить корреляции различных направлений проектирования объектов.

В контексте перехода к шестому технологическому укладу, архитектура высотных бизнес-центров представляет собой широкое поле для исследований, требующее пересмотра текущих концепций и создания инновационных подходов к проектированию функциональных, объемно-пространственных и конструктивных схем данных объектов.

**Степень разработанности темы.** В мировой архитектурной практике большое внимание уделяется вопросам истории и теории высотного строительства, приемам «устойчивого развития» отдельных объектов и их

---

<sup>5</sup> Генералова, Е. М. Концепция формирования архитектуры высотных зданий и комплексов симбиотического типа : в 2-х т. : диссертация на соискание ученой степени доктора архитектуры : специальность 2.1.12. / Генералова Елена Михайловна; ФГБОУ ВО Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. — Самара, 2024. — 621 с. : т. 1 (455 с. : ил.).

включения в городскую среду, перспективам повышения общего потенциала небоскреба (качественных и количественных характеристик).

Этапы развития высотных зданий в США описаны в работах П.П.Зуевой, О.В.Масловской, В.Л.Глазычева, А.В.Иконникова, О.В.Орельской.

Многообразие небоскребов с точки зрения структурно-композиционной организации и пластического решения представлено в публикациях М.А.Коротича и А.В.Коротича, М.Ф.Гейджа, М. Голабчи.

Специфика конструктивной системы высотных объектов и этапы ее эволюции изложены в работах Сюй Пэйду, В.Р.Мустакимова, С.Н.Якупова, Дж. Петрзак, В.Г.Кривицкого, Ю.Г.Граник, Ф.Рафайнер, В.Шуллер, В.Г.Темнова,

Влияние экономических и градостроительных факторов на становление небоскребов описано в трудах К.Уиллиса.

Особенности функциональной структуры и пространственной организации высотных объектов изложены в работах Л.Салливена, Э.Цайдлера, Б.П.Гоулда, А.А.Магай, Е.Ж.Гординой, В.Н.Куприянова, Д.В.Сметанина, К.Янга, Ф. Олфилда и Б. Доэрти, Дж. Хилл.

Значение и вариативность общественных пространств в небоскребах представлено в трудах Е.В.Ульяновой.

Проблемы интеграции высотных зданий в городскую среду и их градостроительное значение представлены в работах В.П.Генералова, Т.Г.Маклаковой, М.Н.Туркатенко, Е.В.Орлова.

Высотные здания как перспективный инструмент формирования трехмерной городской среды всесторонне раскрыты в трудах Е.М.Генераловой.

Вопросы инженерного оборудования небоскребов освещены в работах Ю.А.Табунщикова, Н.В.Шилкина, М.М. Бродач.

Особенности архитектурного освещения, а также интеграции медиафасадов в высотные объекты изложены в трудах Н.И.Щепеткова, М.Маевской, В.Миронова, О.П.Федорова.

Вопросы архитектурного формирования деловых центров разобраны в работах А.Л.Гельфонд, А.А.Коста, А.Е.Вартапетовой; тенденции развития объектов с превалирующей деловой функцией изложены С.С.Юсуфовым, Л.Н.Даняевой.

Аспекты устойчивой архитектуры описаны в публикациях М.Истон, Д.Сафарик, С.А.Молодкина, Е.А.Сухининой, Г.В.Есаулова; динамическое формообразование в архитектуре освещено в работах Н.А.Сапрыкиной, Е.Г.Лапшиной.

Потенциал применения геометрических закономерностей и принципов в построении архитектурного пространства раскрыт в публикациях Н.В.Касьянова.

Возможности применения возобновляемых источников энергии раскрыты в трудах П.П.Семикина.

Наличие таких работ свидетельствует о востребованности данного научного направления.

**Цель исследования:** разработать новейшие функционально-планировочные, объемно-пространственные и конструктивные модели высотных бизнес-центров посредством выявления современных тенденций, возможных векторов развития высотного строительства.

**Задачи исследования,** поставленные для достижения описанной цели.

1. Изучить основные этапы становления высотных бизнес-центров (вывести периодизацию и особенности их развития).
2. Выявить факторы, влияющие на формирование архитектуры высотных бизнес-центров.
3. Проанализировать существующие и прогнозируемые типы высотных бизнес-центров (по объемно-пространственному и техническому исполнению, и др.).
4. Определить существующие виды взаимосвязи функции, объема и конструкции, выделив наиболее рациональные структуры объектов.

5. Выявить наиболее характерные функционально-технологические, конструктивные и пластические особенности создания высотных бизнес-центров и определить эффективные способы повышения их «устойчивости», современные тенденции архитектурно-пространственной организации.

6. Создать новые архитектурные и конструктивные решения (матрицу схем) высотных бизнес-центров и апробировать их методом математического моделирования с проверкой на динамические и статические воздействия.

**Объект исследования** – проекты и существующие высотные бизнес-центры (ВБЦ – здание или комплекс, высотой от 100м, предназначенное для размещения офисов различных компаний и включающее социально-культурную зону, состав которой направлен на обслуживание интересов сотрудников и поддержание необходимых условий функционирования объекта).

**Предмет исследования** - новые функционально-планировочные, объемно-пространственные и конструктивные решения высотных бизнес-центров.

#### **Границы исследования.**

Хронологические границы: анализ исследуемых высотных объектов и их проектов включает период от 1890-х и до настоящего времени, при этом основное внимание уделяется зданиям, запроектированным за последние 10 лет. Географические границы: рассмотрены и обобщены объекты, размещенные на территории Российской Федерации, США, Азии (Восточной, Юго-Восточной, Западной), Европы, Австралии, Южной Америки (Чили), Африки (ЮАР). Исследование посвящено системному анализу функционально-планировочных, объемно-пространственных и конструктивных решений высотных бизнес-центров (высотой более 100м).

**Рабочая гипотеза** базируется на предположении, что переосмысление существующих моделей и разработка новых функциональных, объемно-пространственных и конструктивных схем небоскребов, учитывающих

взаимосвязь архитектурной адаптивности меняющимся запросам бизнеса, позволят создать высотные объекты «нового поколения».

#### **Методология и методы исследования.**

- Анализ литературных источников, Интернет-ресурсов, теоретических трудов, концептуальных проектных решений и методов.

- Изучение и обобщение существующих проблем, инноваций и тенденций в высотном строительстве.

- Анализ и прогнозирование постоянных и временных функций высотного здания, формирование новых сюжетов, методов трансформации.

- Цифровое, графическое, проектно-экспериментальное моделирование градостроительных ситуаций выбранных районов проектирования, создание концептуального предложения с учетом специфики территории, особенностей ее функционального насыщения, а также прогнозированием будущих запросов, потребностей.

- Математическое моделирование новых архитектурных форм и конструкций, подтверждающее принципиальную возможность функционирования таких зданий (под действием статических и динамических нагрузок).

#### **Научная новизна:**

- представлена авторская классификация современных высотных объектов по 10 основным признакам;

- проанализирована эволюция взаимосвязи функциональных, объемно-пространственных, конструктивных решений высотных бизнес-центров с XX в. по настоящее время (2020-е. гг.);

- выявлены новейшие тенденции развития многофункционального высотного проектирования;

- определены архитектурно-пространственные приемы формирования высотных бизнес-центров, соответствующие современным задачам;

- введено и дано определение авторскому термину «пространственные соты» (геометрически неизменяемые модули из несущих стержневых

конструкций), обозначены их преимущества и перспективы использования в рамках высотного строительства;

- впервые разработана матрица экспериментальных конструктивных решений высотных бизнес-центров на основе модификации ПСПК («пространственных сот»).

#### **Соответствие паспорту научной специальности.**

Работа соответствует направлениям исследований паспорта научной специальности 2.1.12. - Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности:

- Архитектурная типология зданий и сооружений;
- Архитектурно-планировочные и конструктивные особенности гражданских и промышленных зданий, сооружений и их комплексов;
- Инженерные и конструктивные решения зданий и сооружений и их влияние на архитектуру;
- Архитектурно-художественные основы формообразования зданий и сооружений.

#### **Теоретическая значимость работы.**

Результаты данного исследования могут быть использованы в виде методической базы для архитектурного проектирования современных типов высотных многофункциональных бизнес-центров, для уточнения и корректировки существующих нормативных документов, а также для составления технических заданий. Синтезированная методика поиска наиболее рациональных соотношений функциональных, объемно-планировочных и конструктивных решений может быть использована как в практике архитектурного проектирования, так и в учебном процессе в МАРХИ и архитектурных кафедр других институтов. Основные положения данного научного труда могут стать базой для дальнейших углубленных исследований в различных областях архитектуры и строительства.

#### **Практическая значимость работы.**

Применение материалов работы предполагается при разработке высотных зданий различного функционального наполнения с возможностью качественного и количественного изменения во времени (трансформации). Разработанная инновационная матрица конструктивных систем на основе пространственных сот (модификаций перекрестно-стержневой пространственной системы), а также новые приемы архитектурных решений расширят для специалистов спектр возможностей в проектировании и реализации высотных зданий нового поколения, позволят пересмотреть и рационализировать ряд процессов функционирования объектов.

**На защиту выносятся:**

- современная актуализированная классификация высотных бизнес-центров;
- перспективные тенденции в ключевых аспектах проектирования ВБЦ;
- архитектурно-планировочные принципы формирования ВБЦ;
- матрица объемно-пространственных концептуальных моделей ВБЦ на основе «пространственных сот».

**Степень достоверности и апробация результатов исследования.**

По теме исследования было опубликовано 20 работ, общим объемом 10,45 п.л.; в том числе 3 статьи опубликованы в научных изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России. Выводы и результаты исследования представлены на научных конференциях: «Наука, образование и экспериментальное проектирование» Москва, МАРХИ 2022 – 2024 гг., «Экологически ориентированная архитектура высоких технологий» МАРХИ 2022г., «Международная научно-образовательная студенческая конференция по архитектуре и дизайну» ТИУ, Тюмень 2022г., «Современные тенденции развития фундаментальных и прикладных наук» БГИТУ, Брянск 2024г. Основные положения и выводы исследования были апробированы в магистерских диссертациях студентов кафедры «Архитектура общественных зданий» и дипломной работе бакалавра кафедры «Архитектура

промышленных сооружений» МАРХИ, при составлении учебного пособия по высотным зданиям, а также в конкурсном проектировании.

**Структура работы.** Диссертационная работа состоит из двух томов. Том I (224стр.) включает введение, 3 главы, заключение и библиографический список (145 источников). Том II (126 стр.) содержит 5 приложений, включающих 60 иллюстративных листов.

## **ГЛАВА I. ЭТАПЫ СТАНОВЛЕНИЯ, ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА И КЛАССИФИКАЦИЯ ВЫСОТНЫХ БИЗНЕС-ЦЕНТРОВ (ВБЦ).**

### **1.1. История и факторы возникновения, этапы развития ВБЦ.**

#### **1.1.1. Зарождение и эволюция высотных бизнес-центров (ВБЦ).**

Возникновение небоскреба в США в конце XIX в. было обусловлено рядом экономических, политических, социальных, инженерно-технических и других факторов. Среди них основными являются расцвет американского капитализма и, соответственно, высокие темпы урбанизации, выявившие необходимость концентрации большого количества офисных и административных помещений на ограниченной территории и создании более сложных моделей размещения; изобретение вертикальных средств сообщения (лифтов) и развитие конструкций стальных каркасов. При дальнейшем становлении в XX в. небоскребы сформировали одну из ключевых групп в архитектурно-градостроительной типологии зданий, расширили географические границы строительства, воплотили в себе передовые технические достижения, стали символами различных эпох, идеологий, культур. В XXI в. темп развития высотных многофункциональных бизнес-центров увеличился в геометрической прогрессии и данный тип здания стал одной из ключевых фигур, способных решить большой спектр вопросов и задач в будущем.

Этапы зарождения и становления высотных зданий в США наиболее полно и комплексно излагаются в диссертации П.П.Зуевой «Американский небоскреб: истоки и эволюция». [36] Автор выявляет четыре исторических периода. Начальный период (1870-1890-е гг.) связан с возникновением первых небоскребов в Чикаго и Нью-Йорке, формированием основных планировочных схем, выявлением и апробированием условий экономической эффективности данной типологии, неоклассическим трехчастным делением фасада. Второму периоду (1890-1930-е гг.) свойственны доминирование стиля Ар деко с последующим переходом к модернистским экспериментам,

формирование принципов и особенностей Чикагской и Нью-Йоркской школ, переход от ступенчатого построения к типу «здание-пластина». Третий период (1940-1960-е гг.) отличается появлением «стеклянных» небоскребов («стиль Миса»), увеличением ширины корпуса благодаря люминесцентному освещению, развитием оболочковых и ствольных конструктивных схем, разработкой новых типов планировки – «открытая планировка», «ландшафтное бюро». Четвертый период (1970-1990-е гг.) знаменуется появлением супернебоскребов (объектов архитектуры «большого бизнеса»); в нем принимается курс на энергоэффективность, решаются вопросы включения небоскреба в структуру города на различных уровнях организации. Данная периодизация отражает стилевые, конструктивные и композиционные особенности высотных зданий каждого этапа, однако, не рассматривает объекты, построенные после 20 в. и за пределами США.

Разделение высотных зданий на исторические этапы с точки зрения структурно-композиционной организации формы рассматривается в статье М.А.Коротича «Композиционное развитие высотной архитектуры». [51] Автор обозначает два периода: начальный (с древнейших времен до конца 19в.) и современный (с конца XIX в. по настоящее время). В начальном периоде обозначаются прототипы реализованных небоскребов, а в современном – 3 существующих направления формирования (подгруппы-периоды). Первое направление (с конца 19 в. по 1980-1990-е гг.) характеризуется телескопическим построением и орнаментальностью, второе (с 1950-х по настоящее время) – «зданиями-кристаллами» призматических форм со сплошным остеклением фасада, третье (с 1970-х по настоящее время) – сложной пластикой и разнообразием внешних форм, многоствольностью.

Несмотря на то, что данная периодизация охватывает XIX-XXI вв., помимо «композиционного развития» в ней не затрагивается ряд важнейших стилистических, конструктивных и технических аспектов.

В диссертации О.В.Масловской «Формообразование и архитектурно-художественная интерпретация высотной застройки: На примере городов

США» выделяется 4 этапа эволюции небоскребов: 1880-1900-е гг. – функционализм и историзм, 1910-1930-е гг. – эклектика и Ар деко, 1950-1970-е гг. – интернациональный стиль, 1980-1990-е гг. – постмодернизм. [66]

Однако, приведенная периодизация основывается только на стилистических решениях и не затрагивает опыт 21 века и других стран, кроме США.

Выявление трех этапов становления высотных зданий с точки зрения развития конструктивных схем приводится в книге Сюй Пэйду «Проектирование современных высотных зданий». [75] В первый период (80-е гг. 19в. – начало 30-х гг. 20 в.) развиваются конструктивные системы из стали, железобетона, возводятся последние высотные объекты из кирпича, в силу нецелесообразно большой конструктивной площади нижних этажей. Во второй период (60-е – 80-е гг. 20в.) совершенствуются стальные и железобетонные системы, что позволяет возводить здания выше 400м; появляются сталежелезобетонные конструкции. В третий период (90-е гг. 20в. – начало 21в.) отмечается опережение скорости развития стальных конструкций железобетонными и смешанными аналогами.

Тем не менее, приведенная периодизация основывается на данных на момент 2008 года и не затрагивает ряд важнейших конструктивных изменений за последнее десятилетие, вызванных развитием технологий и появлением новых материалов (например, перекрестно-клееной древесины, углеродных волокон и др.).

На основе анализа влияния рынка, экономики, правил зонирования и землепользования на формообразование высотных зданий К.Уиллис в книге «Форма следует за финансами: небоскребы и горизонты в Нью-Йорке и Чикаго» выделяет 2 основных этапа развития. [142] Первый, «вернакулярный», период (1890-1940е гг.) характеризуется использованием историзма и Ар деко; второй, «интернациональный» (1950-1990е гг.) - высоким модернизмом и постмодернизмом. Данная работа наиболее полно раскрывает влияние экономического фактора на формирование небоскребов,

однако, посвящается исключительно объектам в США и, датируясь 1995 годом, не затрагивает XXI век.

Наиболее актуальная и полная периодизация высотного строительства на текущий момент представлена в докторской диссертации Е.М.Генераловой [14]. В ходе исследования небоскребов 1885-2019гг. более чем в 90 странах выделяется восемь основных периодов, что позволяет проследить постепенное разрастание географических границ, изменение темпов высотного строительства. Фокус внимания сконцентрирован на небоскребах с 2005 г.

Автор же данной диссертации расширяет хронологические границы до 2024г. и в определении количества и продолжительности периодов делает акцент не столько на объемах строительства небоскребов и их высотных отметках, сколько на планировочных, конструктивных и композиционно-пластических особенностях объектов.

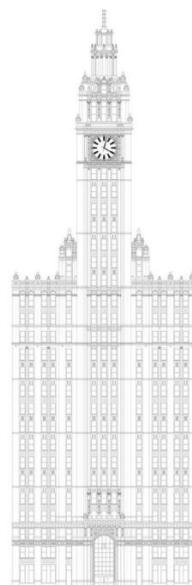
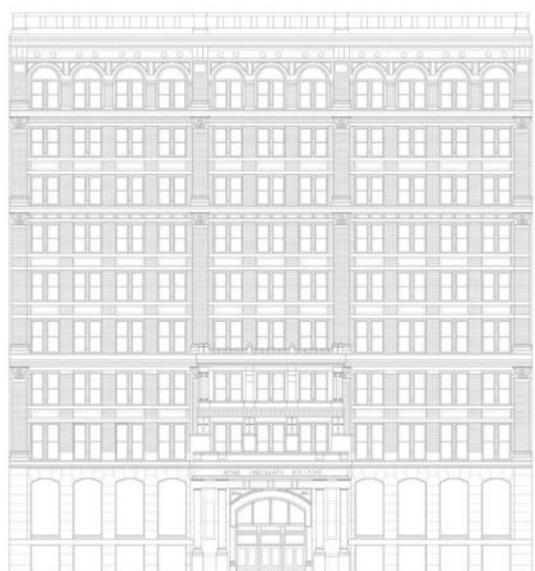
Таким образом, основываясь на перечисленных работах, посвященных этапам эволюции небоскребов, а также обзоре современных объектов высотного строительства автор данной диссертации предлагает собственную периодизацию, затрагивающую развитие небоскребов в контексте группы ведущих государств, и учитывающую, помимо XIX-XXвв., опыт XXI века, с акцентом на небоскребы последнего десятилетия.

*Автор выделяет 4 этапа развития небоскреба (см. Т II прил.1 Л. 0.1-0.4, 1.1.1-1.1.2).*

*1 период (1880е - начало1930х гг.) – зарождение и становления небоскреба в США – начинается с расцвета американского капитализма и заканчивается приходом Великой депрессии (1929-1939гг.). В данный период происходит становление основных школ высотного строительства – Чикагской (Л.Салливен, Дж. Рут, Д.Бернхэм, У.Дженни и др.) и Нью-Йоркской (Х.Феррис, Р.Худ, Х.Корбет и др.). [36; 38; 43] У каждой из них появляются свои «вернакулярные» черты и подходы формирования небоскребов, что определяется периодическими изменениями местных законов о зонировании высот, особенностями развития, территориального*

размещения. Среди стилей происходит переход от неоклассики к Ар деко и эклектизму, а в последствии, с 1920-х гг., появляются первые черты модернизма. Наиболее распространенными конструктивными системами являются диафрагмовая и каркасная. Выводятся параметры «экономической эффективности», а также решаются вопросы транспортного обеспечения, новых маршрутов и систем движения, связанных с возведением небоскребов и уплотнением застройки. Наиболее значимыми объектами высотного строительства этого периода являются Здание домового страхования (Home Insurance Building 1885, Рис.1), Ригли-билдинг (Wrigley Building 1920-1931, Рис.2) и Питтсфилд-билдинг (Pittsfield building 1927, Рис.3) в Чикаго; Вулворт-билдинг (Woolworth Building 1910-1913, Рис.4), Крайслер-билдинг (Chrysler Building 1928-1930, Рис.5) и Эмпайр-стейт-билдинг (Empire State Building 1929-1931, Рис.6) в Нью-Йорке.

Таким образом, анализ более 60 объектов высотного строительства, возведенных с 1880х по начало 1930х гг., позволил выделить данный



**Рис. 1.** «Здание домового страхования (Home Insurance Building)». Фасад. Уильям Ле Барон Дженни. Чикаго. 1885г.

**Рис. 2.** «Ригли-билдинг (Wrigley Building)». Фасад. Фирма «Грэм, Андерсон, Пробст и Уайт». Чикаго. 1920-1931гг.

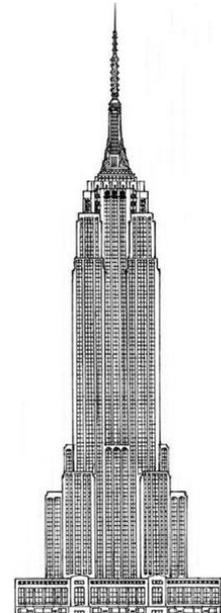
**Рис. 3.** «Питтсфилд-билдинг (Pittsfield building)». Фото. Фирма «Грэм, Андерсон, Пробст и Уайт». Чикаго. 1927г.



**Рис. 4.** «Вулворт-билдинг (Woolworth Building)». Фото. Касс Гилберт. Нью-Йорк. 1910-1913 гг.



**Рис. 5.** «Крайслер-билдинг (Chrysler Building)». Фасад. Уильям ван Аллен. Нью-Йорк. 1928-1930 гг.



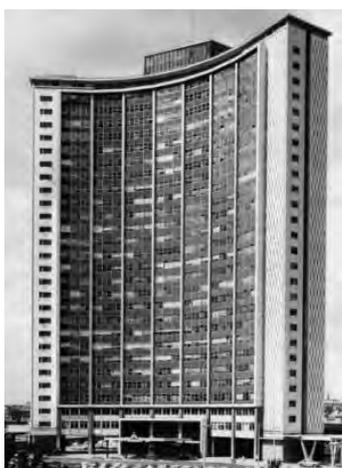
**Рис. 6.** «Эмпайр-стейт-билдинг (Empire State Building)». Фасад. Шрив, Лэмб и Хармон. Нью-Йорк. 1929-1931 гг.

промежуток времени как отдельный период развития небоскребов - «зарождение и становления небоскреба в США» - и охарактеризовать его по следующим ключевым позициям:

- основное назначение (функция): офисы/конторы; единичные примеры жилья (с конца 1890-х гг.), отелей (с 1910-х гг.);
- высотность (max): до 443,2 м (до 373,1 м – отметка верхнего этажа («Эмпайр-стейт-билдинг»));
- конструктивные схемы: диафрагмовая, каркасная;
- инженерное оборудование: развито слабо – освещение и вентиляция естественные (нет искусственного освещения и механической вентиляции, что ограничивает глубину этажа);
- стиль: неоклассика, Ар деко, эклектика, элементы модернизма;
- композиция: симметричная со световым двором (Чикаго) и ассиметричная с компактным ядром (Нью-Йорк); деление фасада трехчастное;
- интеграция в городскую среду: (ближе к 1930-м) размещение небоскребов близ систем многоуровневого движения транспорта;

- географические границы: США (основные площадки строительства: Чикаго, Нью-Йорк; единичные объекты (нач. 1930-х) в Филадельфии, Оклахоме, Канзасе, Питтсбурге, Цинциннати, Бостоне, Детройте и др.).

*2 период (конец 1930х- начало 1970х гг.) – появление высотного строительства в странах Европы и Азии, главенство американского опыта –* начинается с конкурса на Дворец Советов в Москве (1931г.) и заканчивается энергетическим кризисом («нефтяное эмбарго» 1973г.). За пределами США небоскреб становится не столько отражением экономического развития и решением практических потребностей, сколько символом могущества государства, его политического строя, своеобразной данью научно-техническому прогрессу. Происходит заимствование американского опыта, иногда с применением местных стилистических черт и мотивов. В конце 40х – начале 50х гг. возникают Сталинские высотки в Москве, в 60х – первые высотные здания в Лондоне (The Empress State Building 1961г., Рис. 7), Берлине (Europa Center 1965г., Рис. 8), Франкфурте-на-Майне (Bürocenter Nibelungenplatz 1966г., Рис. 9), Париже (Tour Initiale 1966г., Рис. 10), Сиднее (AMP Building 1962 г., Рис. 11), в конце 60х - начале 70х – первые небоскребы



**Рис. 7.** «Эмпрэс-стэйт-билдинг (The Empress State Building)». Фото. Стоун, Томс и партнеры. Лондон. 1961г.

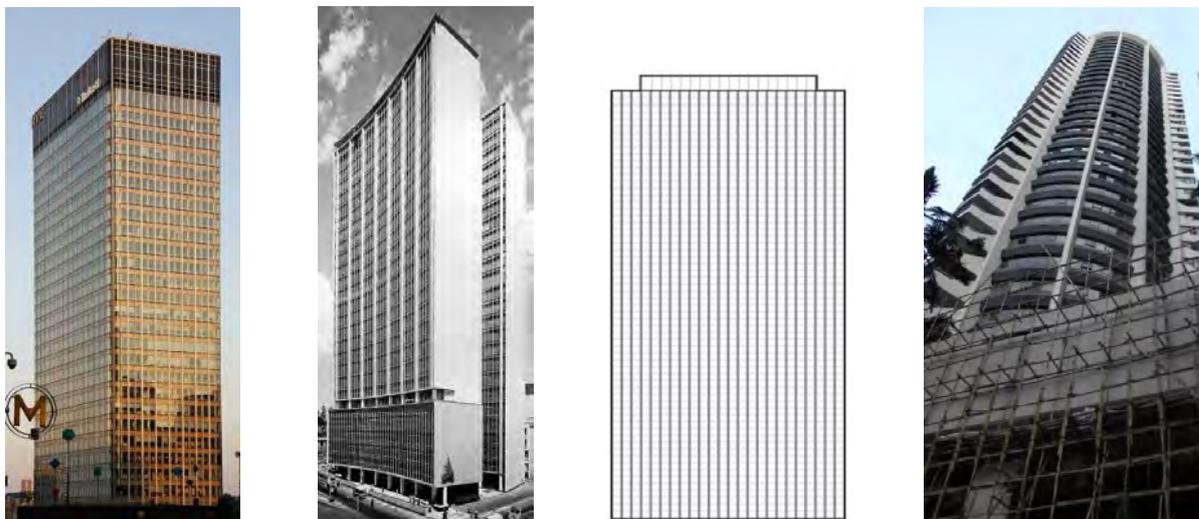


**Рис. 8.** «Европа-центр (Europa Center)». Фото. Гельмут Хентрих, Губерт Печниг. Берлин. 1965г.



**Рис. 9.** «Городские ворота (Bürocenter Nibelungenplatz)». Фото. Г. Рейнгаус. Франкфурте-на-Майне. 1966г.

в Токио (Kasumigaseki Building 1968 г., Рис. 12), Гонконге (Century Tower I 1971г., Рис. 13).



**Рис. 10.** «Башня Инициале (Tour Initiale)». Фото. Жан де Майи, Жак Депюссе. Париж. 1966г.

**Рис. 11.** «Башня АМП (AMP Building)». Фото. Сидней. 1962г.

**Рис. 12.** «Здание Касумигасэки (Kasumigaseki Building)». Фасад. Муро Киёси, Икэда Такэкуни, Ямасита Тосиро. Токио. 1968 г.

**Рис. 13.** «Башня века I (Century Tower I)». Фото. Гонконг. 1971г.

Происходит переход от монументальной ступенчатой композиции к «стеклянному» зданию-пластине, стилю «Миса». Появляется люминесцентное освещение, что позволяет увеличить глубину корпуса, а также в 50-60х гг. разрабатываются оболочковые, ствольные и комбинированные на их основе конструктивные системы, что дает возможность возводить более высокие объекты и достигать более гибкой планировки («ландшафтное бюро»). В конце второго периода происходит переход от модернизма к постмодернизму (60-70е гг.), появляются супернебоскребы, то есть здания высотой более 300м – Сирз-тауэр в Чикаго (442м, 1970 - 1973гг., Рис. 14), Всемирный торговый центр в Нью-Йорке (415м, 1966 -1973гг. Рис. 15).

На основе анализа примерно 70 небоскребов, построенных с конца 1930х по начало 1970х гг., был обозначен второй период эволюции высотного строительства – «появление высотного строительства в странах Европы и Азии, главенство американского опыта» - и выявлены следующие характеристики по основным позициям:



**Рис. 14.** «Сирз-тауэр (Sears Tower, с 2009 г. - Уиллис-тауэр (Willis Tower))». Модель. Бюро SOM (Skidmore, Owings and Merrill). Чикаго. 1970 - 1973гг.

**Рис. 15.** «Всемирный торговый центр». Фасад. Минору Ямасаки. Нью-Йорк. 1966 -1973гг.

- основное назначение (функция): офисы, отели, жилье, многофункциональные объекты (с 1950-х гг.);

- высотность (max): до 527м (до 412,7 м – отметка верхнего этажа («Сирз-Тауэр»));

- конструктивные схемы: наиболее распространенные - оболочковые, ствольные и комбинированные на их основе (ствольно-оболочковые, каркасно-рамные и др.; это позволило обеспечить устойчивость небоскреба с увеличением высотных отметок); менее используемые – каркасная, диафрагмовая;

- инженерное оборудование: появление люминесцентного освещения (что позволило увеличить корпус здания);

- стиль: модернизм, постмодернизм;

- композиция: переход от ступенчатой композиции к «зданию-пластине»; появление парных комплексов;

- интеграция в городскую среду: (ближе к 1960-70-м) включение транспортных функций/узлов в структуру небоскреба;

- географические границы: США, Россия (Москва), Великобритания (Лондон), Германия (Берлин, Франкфурт-на-Майне), Франция (Париж), Япония (Токио), Китай (Гонконг), Австралия (Сидней).

*3 период (конец 1970х-1990е гг.) - зарождение эконебоскреба, становление локальных приемов формирования высотных зданий в Европе и Азии* - начинается выходом из энергетического кризиса (1973г.) и заканчивается Азиатским финансовым кризисом (1997-1998 гг.). В данный период принимается курс на экономичное энергопотребление, разработку связей небоскреба с городом (организацию потоков и включение транспортных маршрутов), гармоничное и сомасштабное включение высотного здания в структуру города, обеспечение комфортного микроклимата и др. В Европе с 70-х наблюдается активное формирование целых деловых районов с высотной застройкой, а не единичных объектов - Дефанс в ближнем пригороде Парижа (Рис. 16), Сити в Лондоне (Рис. 17); в конце 90х в Москве формируется концепция Москва-Сити (Рис. 18, 19). [35] В Азии до конца 80-х заимствуется американский опыт высотного строительства, а с приходом бурного экономического роста, и накоплением практического опыта, в пластические и объемно-пространственные решения внедряются национальные мотивы.

Таким образом, изучение более 80 высотных объектов, спроектированных с конца 1970х по 1990е гг., позволил выделить третий период развития небоскребов – «зарождение эконебоскреба, становление локальных приемов формирования высотных зданий в Европе и Азии» - и его характеристики по основным позициям:

- основное назначение (функция): офисы, отели, жилье, многофункциональные объекты;

- высотность: до 452м (до 375м – отметка верхнего этажа (Петронас-Тауэр));



**Рис. 16.** «Дефанс». Фото. Ближний пригород Парижа. 1958г. (дата основания).



**Рис. 17.** «Сити». Фото. Лондон.



**Рис. 18.** ММДЦ «Москва-Сити». Фото. Москва.



**Рис. 19.** Первоначальный проект «Москва-Сити». 3д-модель 1991г.

- конструктивные схемы: комбинированные;
- инженерное оборудование: появление систем обеспечения комфортного микроклимата и приемов повышения энергоэффективности;
- стиль: модернизм, постмодернизм, хай-тэк с элементами национальных мотивов;
- композиция: трехчастная («венчание», «тело», «основание»)
- интеграция в городскую среду: нижние уровни небоскреба становятся частью общедоступного городского пространства, через подземные уровни проходят магистрали;
- географические границы: США, страны Европы и Восточной Азии, Россия.

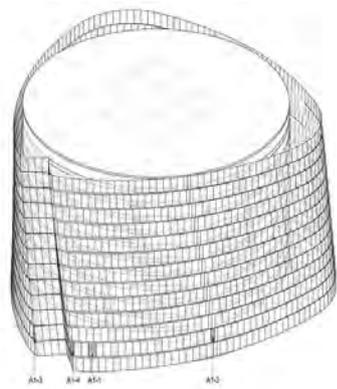
*4 период (2000-2020е гг. (настоящее время)) – доминирование высотного строительства в Азии, формирование внутренних типологий в группе небоскребов – начинается преодолением азиатского кризиса и длится по*

настоящее время. Данный период характеризуется высокими темпами урбанизации, возросшим интересом к повышению энергоэффективности и устойчивому развитию высотных зданий, разработкой и внедрением в их структуру возобновляемых источников энергии, минимизацией углеродного следа и выведением принципов повторного использования (круговой экономики), ассимиляцией стилей с национальными мотивами («постметаболизм») и др. [115; 131; 51] По темпам строительства на первый план выходит не только Восточная Азия (Китай, Тайвань, Южная Корея, Япония), но и Юго-Западная (ОАЭ, Саудовская Аравия). С развитием технологий появляются меганебоскребы (выше 600м – Бурж-Халифа в Дубаи), расширяется спектр конфигураций, возникает сложное устройство оболочек (экзоскелеты – Шанхайская башня (Рис. 20), динамические фасады – Аль-Бахар в Абу-Даби (Рис. 21) и др.), выдвигаются предложения по внедрению искусственного интеллекта (Jian Mu в Шеньчжэне – управление вертикальной фермой (Рис. 22)), апробируются новые материалы (перекрестно-клееная древесина в «River Beech Tower» в Чикаго (Рис. 23)). Среди небоскребов появляются две новые противоположные между собой группы: пентаминимумы – супертонкие здания, возникающие на небольших участках Манхэттена (100 East 53<sup>rd</sup> Street Midtown East в Нью-Йорке (Рис. 24)) - и многоствольные структуры (Marina Bay Sands в Сингапуре (Рис. 25), The Address Beach Resort в Дубаи). [35]

Анализ более 60 высотных объектов, возведенных с 2000-х по настоящее время, позволил выделить четвертый период развития небоскребов – «доминирование высотного строительства в Азии, формирование внутренних типологий в группе небоскребов» - и его характеристики по ключевым позициям:

- основное назначение (функция): офисы, отели, жилье, многофункциональные объекты, завод; проекты высотных ферм;

- высотность: до 829,8м (до 584,5м – отметка верхнего этажа (Бурж-



**Рис. 20.** «Шанхайская башня». Структура внешне оболочки (экзоскелета).

**Рис. 21.** Башни «Аль-Бахар». Динамические фасады (машрабии). Абу-Даби.



**Рис. 22.** Башня «Джиан му (Jian Mu)». Фрагмент оболочки в 3д-разрезе. Шеньчжень.



**Рис. 23.** «Ривер Бич Тауэр (River Beach Tower)». Визуализация. Чикаго.

**Рис. 24.** «100 Ист 53-я улица Мидтаун Ист (100 East 53rd Street Midtown East)». Визуализация. Нью-Йорк.

**Рис. 25.** «Марина-Бэй-Сэндс (Marina Bay Sands)». Фото. Сингапур.

Халифа));

- конструктивные схемы: комбинированные с использованием новых материалов (сталежелезобетон, перекрестно-клееная древесина и др.);

- инженерное оборудование: внедрение возобновляемых источников энергии (ВИЭ) [84], высокоскоростных и двухуровневых лифтов, автоматизированных затеняющих механизмов и систем контроля микроклимата, устройств сбора-очистки «серой воды» и других приемов «устойчивого развития»;

- стиль: деконструктивизм, хай-тэк;

- композиция: большой спектр пластических решений фасада; тенденция к множественности;

- интеграция в городскую среду: включение в структуру небоскреба транспортных и пешеходных магистралей/маршрутов;

- географические границы: США, страны Европы, Азии, Россия (Москва, Санкт-Петербург, Екатеринбург, Грозный).

### **1.1.2. Своеобразие зарубежного строительства объектов.**

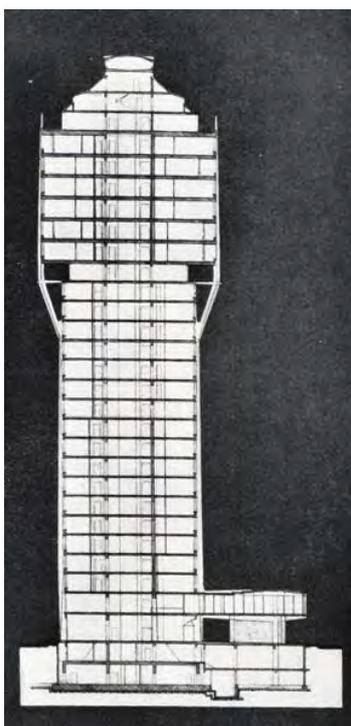
*Европа.*

Возведение первых высотных объектов в европейских странах началось во второй половине XX века. Небоскребы стали возникать как отдельные доминанты, символизирующие высокий уровень экономического и технического развития государств.

В отличие от американских городов, большинство европейских имели сложившуюся историческую застройку центра, что усложняло выбор размещения высотных объектов. Первые небоскребы Милана («Башня Веласка», Рис. 26), Лондона («Милбенк-Тауэр», Рис. 27) и Парижа («Мэн-Монпарнас», Рис. 28), размещенные в центральных районах нарушали композиционную целостность исторического архитектурного контекста. Иная градостроительная ситуация представлялась в Франкфурте-на-Майне, Роттердаме и Варшаве – городах, подвергшихся значительным разрушениям в

ходе Второй мировой войны и впоследствии сформировавших сравнительно высокую плотность небоскребов относительно европейских стандартов. [65]

К 1960-1970 гг. в европейских странах закрепляется принцип выведения высотных деловых центров за пределы исторических зон, на специально отведенные территории, как правило, разрушенные или же утратившие некогда промышленное значение. Так, деловой центр «Кэнери-Уорф» (Рис. 29) в Лондоне возникает в районе доков (1981г.), Доклендсе, утратившим свое



**Рис. 26.** «Башня Веласка». Разрез. ВВРР. Милан. 1956-1958 гг.



**Рис. 27.** «Милбенк-Тауэр». Фото. Рональд Уорд и партнеры. Лондон. 1963-1964 гг.



**Рис. 28.** «Мэн-Монпарнас». Фото. Леон и Даниэль Франсис. Париж. 1969-1972 гг.

промышленное значение и впоследствии разрушенном при бомбардировке; «Потсдамер-платц» в Берлине (Рис. 30) – также на месте руин после Второй мировой войны (осн. концепция 1993г., арх. Р.Пиано); «Дефанс» в Париже – на западной периферии, в продолжение исторической оси города (реализация с 1955г., первое здание – Национальный центр промышленности и техники – 1958г.).

Особенностью высотных деловых центров в Европе с точки зрения организации функций является отказ от тотального доминирования офисной



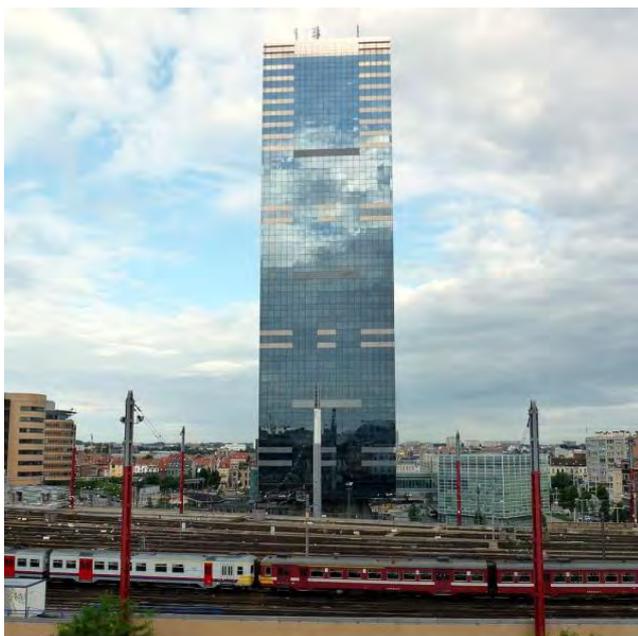
**Рис. 29.** «Кэнери-Уорф». Лондон.



**Рис. 30.** «Потсдамер-платц». Берлин.

составляющей. В отличие от американского опыта, в рамках политики интегрированного урбанизма (1970-2000е), направленного на повышение уровня среды, европейцы следуют «многофункциональности», то есть включают в систему высотных бизнес-центров жилые и общественные составляющие (в виде группы этажей или же отдельных зданий), что позволяет обогатить жизнь района и нивелировать эффект «пустующих» кварталов в нерабочие промежутки времени. Особняком выступает Франкфурт-на-Майне с «монофункциональным» решением небоскребов, так как данный город является исторически сложившимся финансовым и деловым центром, сосредоточением международных банков (около 300) и штаб-квартир мировых компаний при относительно небольшой площади территории.

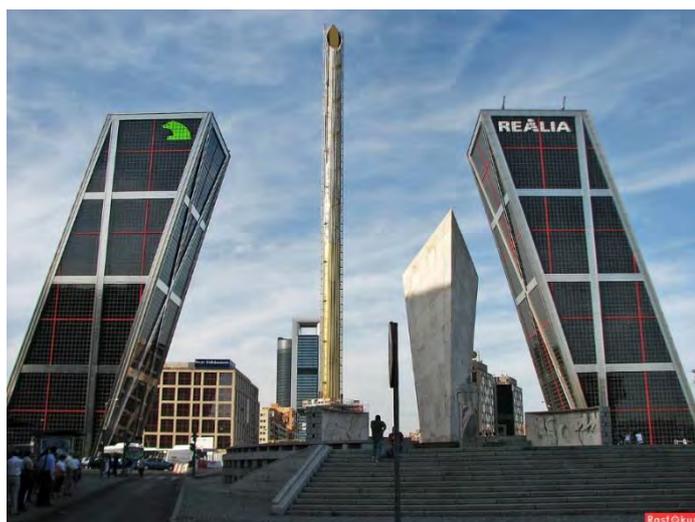
Для начального периода становления европейского высотного строительства характерен модернизм (стиль «Миса»; примеры – «Южная башня» в Брюсселе 1968г. (Рис. 31), «Торре Галфа» в Милане 1956-1959гг. (Рис. 32)), а впоследствии и постмодернизм («Ворота в Европу» в Мадриде 1989г. (Рис. 33), «Вестендштрассе 1» в Франкфурт-на-Майне 1990г. (Рис.34)) нередко с элементами Ар деко и неоклассики. При разработке объемно-пространственных решений встречаются и примеры использования исторических прототипов. Пример – прототипом «Веласка Тауэр» в Милане является средневековая итальянская фортификационная башня; современные подкосы, поддерживающие верхний объем, сходны с машикулями. В 1980-90х



**Рис. 31.** «Южная башня». Брюссель. 1968г.



**Рис. 32.** «Торре Галфа». Милан. 1956-1959гг.



**Рис. 33.** «Ворота в Европу». Мадрид. 1989 г.



**Рис. 34.** «Вестендштрассе 1». Франкфурт-на-Майне. 1990г.

с политикой энергоэффективности постепенно приходит хай-тек, особо ярко проявившийся в работах Н.Фостера (Башня Мэри-Экс, 30 в Лондоне, 2001-2004гг., Рис. 35). В современном периоде превалирует деконструктивизм; примеры – Главное здание Европейского Центрального Банка в Франкфурт-на-Майне (2008-2015гг., Рис. 36), башня «PWC» (башня Либескинда) в Милане (2016-2021гг., Рис. 37).

В европейских странах отсутствует гонка в покорении новых высот; оптимальной высотой небоскреба является 100-200м.



**Рис. 35.** «Башня Мэри-Экс, 30». Лондон. 2001-2004гг.



**Рис. 36.** Главное здание Европейского Центрального Банка. Франкфурт-на-Майне. 2008-2015гг.



**Рис. 37.** Башня «Пи-Ви-Си (PWC)». Милан. 2016-2021гг.

### *Азия.*

Следом за Европой высотное строительство пришло и в азиатские страны, что обуславливалось нарастающими темпами экономического развития и урбанизации. В конце 1960-х первые небоскребы возникли в Японии (Kasumigaseki Building 1968г., Рис. 12); далее в 1970-х – в Южной Корее (Samil Building 1970 г., Рис. 38), Малайзии (Wisma Cosway 1978 г.) и бывших британских колониях, Гонконге (Century Tower I 1971г., Рис. 13), Сингапуре (UOB Plaza Two 1974г., Рис. 39) и ОАЭ (World Trade Center 1979г., Рис. 40); в 1980-х – на Тайване (Tai Power Building 1985г.). До конца 1990-х годов первенство в возведении высотных зданий принадлежало экономически развитым государствам Азии, известным как «четыре азиатских тигра»: Гонконгу, Тайваню, Южной Корее и Сингапуру.

В отличие от европейского направления градостроительной политики, а именно интегрированного урбанизма, в азиатских странах превалирует создание монофункциональных высотных бизнес-кварталов с доминированием офисно-банковских и административных зданий с незначительным количеством гостиниц. Исключением является Гонконг, где



**Рис. 38.** «Самил-билдинг (Samil Building)». Сеул. 1970 г.

**Рис. 39.** «УОБ-Плаза 2 (UOB Plaza Two)». Сингапур. 1974г.

**Рис. 40.** «ВТЦ (World Trade Center)». Дубай, ОАЭ. 1979г.

мультифункциональная высотная застройка объясняется ограниченной площадью в условиях сложного рельефа.

В первых высотных зданиях Азии читалось подражание архитектуре небоскребов США («Jardine House» в Гонконге (Рис. 41), «Kasumigaseki» в Японии (Рис. 12)), однако климатические и геологические особенности региона повлияли на выведение своих отличительных принципов и решений. Наиболее фундаментальные технические исследования велись в Японии (Тайсей<sup>6</sup>, Кодзима<sup>7</sup>), как зоне с повышенной сейсмической активностью, располагающейся на стыке тектонических плит. Среди инновационных решений следует отметить разработку «скользящих» (свинцово-резиновых), опор между зданием и грунтом, диафрагм жесткости, инерционных демпферов (маятников)<sup>8</sup>.

<sup>6</sup> Компания «Taisei Construction Corporation». URL: <https://www.taisei.co.jp/>

<sup>7</sup> Компания «Kajima Corporation». URL: <https://www.kajima.co.jp/english/welcome.html>

<sup>8</sup> Болдырева, П.С. Особенности архитектурного формирования высотных зданий в районах повышенной сейсмической активности / П.С.Болдырева // Наука, образование и экспериментальное проектирование. Труды МАРХИ: материалы международной научно-практической конференции 2023 г.: сборник научных

Расположение ведущих стран Азии в экваториальных, субэкваториальных и тропических широтах (жарком климате), а также тенденция к повышению устойчивого развития и энергоэффективности способствовали разработке новых отличительных архитектурно-планировочных решений<sup>9</sup>. К ним относятся: размещение транспортно-коммуникационного ядра по периметру или снаружи здания («ADNOC» в Абу-Даби, Рис. 42); использование сложной объемно-пространственной формы здания, создающей тень на части фасада («Menara Mesiniaga» в Куала-Лумпуре); интеграция зеленых насаждений и водных элементов («Зеленая башня» в Сингапуре); применение многослойных оболочек, «двойных фасадов», экзоскелетов с динамическими панелями для защиты от солнца («Башни Аль-Бахар» в Абу-Даби, Рис. 21); внедрение систем, использующих возобновляемые источники энергии, солнечную и ветровую («Бахрейновский всемирный торговый центр», Рис. 43); использование светлых отделочных материалов и стекол со светоотражающим покрытием.

Отличительной чертой высотного строительства в Азии стало использование национальных и религиозных мотивов, форм и теорий. В Китае и на Тайване при проектировании небоскребов весьма распространено обращение к принципам фэн-шуй, а именно к наиболее почитаемому числу «8», символизирующему процветание и успех<sup>10</sup>. Так, «Джин Мао» в Шанхае (Рис. 44) и «Второй международный центр» в Гонконге (Рис. 45) по данной причине имеют 88 этажей. Число «8» фигурирует не только в определении количества высотных уровней, но и в композиционном построении небоскреба. Например, вертикальная композиция «Taipéi 101» в Тайбее (Рис.

---

трудов / ФГБОУ ВПО Московский архитектурный институт (государственная академия). – М.: МАРХИ, 2023.

<sup>9</sup> Болдырева, П.С. Приемы архитектурного формирования высотных зданий в условиях жаркого климата / П.С.Болдырева // Наука, образование и экспериментальное проектирование: тезисы докладов международной научно-практической конференции. – М.: МАРХИ, 2022.

<sup>10</sup> Болдырева, П.С. Влияние национальных философий и мотивов на архитектурное формирование высотных зданий Азии / П.С.Болдырева // Архитектура и архитектурная среда: вопросы исторического и современного развития: материалы Международной научно-практической конференции: сборник статей. / отв. ред. А. Б. Храмцов. – Тюмень: ТИУ, 2022.

46) построена на основе восьми усеченных пирамид, каждая из которых имеет



**Рис. 41.** «Джардин-хаус (Jardine House)». Гонконг. 1973г.



**Рис. 42.** «АДНОК (ADNOC)». Абу-Даби. 2016г.



**Рис. 43.** «Бахрейнский всемирный торговый центр». 2004-2008 гг.



**Рис. 44.** «Джин Мао». Шанхай. 1994-1999 гг.



**Рис. 45.** «Второй международный центр». Гонконг. 1997-2003 гг.



**Рис. 46.** «Тайпей 101 (Taipei 101)». Тайбей. 1999-2003 гг.

восемь уровней. На верхней части каждого восьмиэтажного блока находятся руйисы — древние символы облаков, а на углах расположены фигуры драконов, в основании же — монеты. В этом небоскребе также заметно использование и переосмысление формы пагоды, представляющей собой многоярусную башню, что связано с широко распространенным в Тайване и



**Рис.47.** «Петронас-тауэр». Куала-Лумпур. 1993-1999 гг.

**Рис. 48.** «Аль-Ростамани-Мазе Тауэр (Al Rostamani Maze Tower)». Дубаи. 2011г.

**Рис. 49.** «Аль-Сакр-Бизнес Тауэр (Al Saqr business Tower)». Дубаи. 1999 г.

Китае религиозным мировоззрением — буддизмом. Соединение мотива пагод (в значении не храма, а многоярусной башни) с минаретами характерно для исламских стран, таких как Малайзия, что можно увидеть на примере офисных башен «Петронас-тауэр» в Куала-Лумпуре (Рис. 47). В архитектурных решениях небоскребов ОАЭ используются разнообразные геометрические мотивы и исламские узоры. Например, выступающие элементы фасада «Al Rostamani Maze Tower» в Дубае (Рис. 48), такие как балконы, стилизованы под меандр, а на декоративных решетках «Al Saqr Business Tower» в Дубае (Рис. 49) изображен гирих — традиционный арабский орнамент. В конструкциях



**Рис. 50.** «Ландмарк тауэр». Токио. 1990-1993 гг.

оболочек башен «Аль Бахар» в Абу-Даби применяются стилизованные машрабии - арабские решетчатые ширмы. Например, в дизайне некоторых японских небоскребов, таких как «Ландмарк тауэр» в Токио (Рис. 50), заметно влияние традиционного деревянного зодчества. Изящная пластика фасада достигается за счет членения узкими горизонтальными панелями, что напоминает сруб традиционного японского дома - минки. Такой подход является своеобразной данью тысячелетнему опыту японской деревянной архитектуры. С точки зрения использования национальных мотивов в современном высотном строительстве в череде азиатских стран Южная Корея является исключением, что объясняется неприятием периода колониальной зависимости и, соответственно, архитектуры конца XIX - начала XX вв.

Характерной чертой высотного строительства в Азии является стремление достигать рекордные отметки высоты. Все меганебоскребы (выше 600м) и большинство супернебоскребов (выше 300м) сосредоточены в азиатских странах. Однако, в Китае с 2021 года вводится ограничение на

высотные объекты: оптимальный диапазон по высоте составляет 150-250м<sup>11</sup>, запрещается строительство близ исторической застройки и объектов культурного наследия, что весьма сходно с европейским опытом.

### 1.1.3. Отечественное строительство высотных зданий.

Отправной точкой отечественного высотного строительства можно считать утверждение в генплане Москвы 1947 года проектов Дворца Советов и восьми высотных зданий. Впоследствии из них в конце 40-х - начале 50-х было реализовано семь «сталинских высоток» (Рис.51): жилой дом на Кудринской площади (1948-1954 гг.), гостиница «Ленинградская» (1949-1954 гг.), Главный корпус МГУ на Воробьевых горах (1949-1953 гг.), административно-жилое здание возле «Красных ворот» (1947-1952 гг.), здание



**Рис. 51.** «Сталинские высотки». Москва.

МИД (1948-1953 гг.), жилой дом на Котельнической набережной (1948-1954 гг.), гостиница «Украина» (1953-1957 гг.).

Они стали подлинными символами советской власти, прославляющими социалистический строй и демонстрирующими мощь государства. Более того «сталинские высотки» явились недостающими доминантами в силуэте

<sup>11</sup> 'Vanity projects': China to introduce tighter limits on skyscrapers. - URL: <https://www.theguardian.com/world/2021/oct/28/vanity-projects-china-to-introduce-tighter-limits-on-skyscrapers#:~:text=Skyscrapers%20taller%20than%20150%20metres,more%20than%203%20million%20people.>

столицы, ведь в 1920-1930гг. было снесено большинство церквей и колоколен, которые являлись основными высотными ориентирами. «Хотя первые советские высотные здания перенимали конструктивные и объемно-пространственные решения из американского опыта, они также характеризовались использованием и переосмыслением разнообразных исторических прототипов, включая элементы ордерной архитектуры античности и Ренессанса, а также «нарышкинского» барокко (профили скульптурных деталей и шпили) и других стилей»<sup>12</sup>.

С конца 60-х по конец 80-х в Москве было построено несколько единичных административно-офисных зданий и отелей, высотой чуть более 100м (здание Совета экономической взаимопомощи -106м, здание РОСТЭК – 115м и др.), однако идея высотного делового центра, как Дефанс в Париже или Доклендс в Лондоне, возникла только в начале 1990-х. Так, в 1991 г. была выдвинута идея создания ММДЦ «Москва-Сити» в качестве символа «Новой России» после распада СССР, что стало первым шагом к полицентрализованному развитию. Концепция «московского Манхэттена», в которой композиционным центром выступал парк, окруженный небоскребами, разрабатывалась мастерской № 6 «Моспроекта-2» под руководством Б. Тхора. Впоследствии данная идея претерпела ряд изменений, часть проектов так и не были реализованы (башня «Россия» Н.Фостера, «Юрий Долгорукий» З.Хадид), а возведенные небоскребы уже в ходе строительства корректировали утвержденные архитектурно-планировочные решения (башни «Эволюция», «Федерация»). [35] Сегодня развивающийся деловой район разделен на 22 участка (Рис. 52) и представлен следующими объектами (Рис.53): «Северная башня», «Башня 2000», «Эволюция», «Империя», «Меркурий», «Башни на набережной», «Город столиц», «Евразия», «Федерация», «Око», «IQ-квартал», «Нева-тауэрс». «Москва-

---

<sup>12</sup> Болдырева П.С. Динамика архитектурно-художественного образа. Феномен современного небоскрёба // «Личность. Культура. Общество». 2022. Т.24. Вып. 3-4 (№ 115-116).

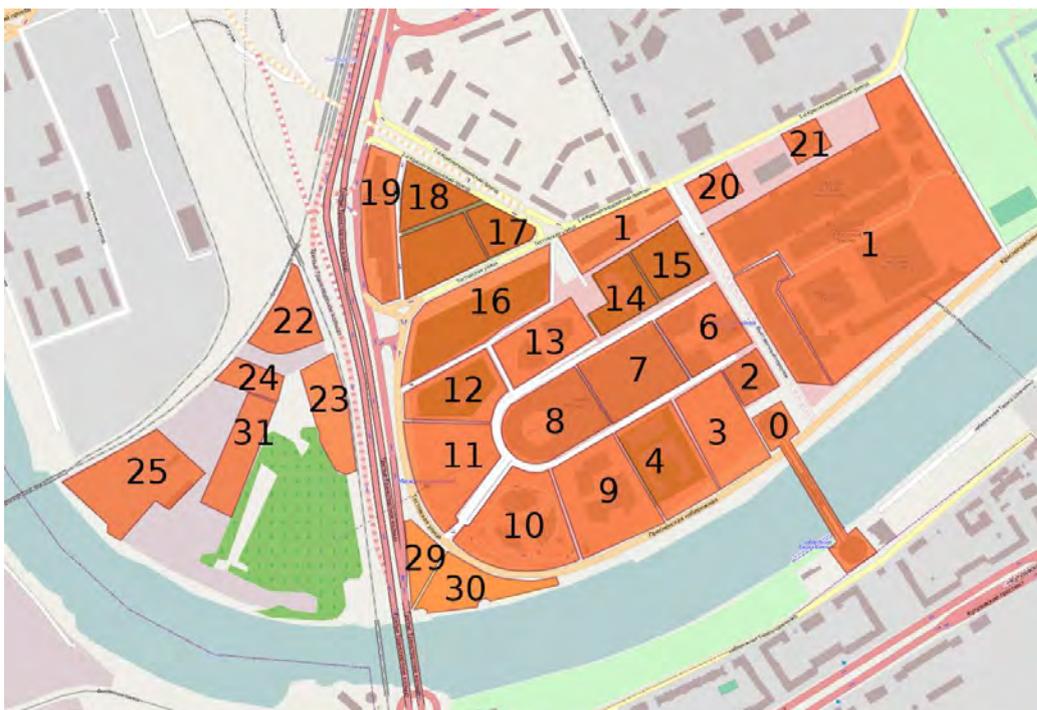


Рис. 52. План ММДЦ «Москва-Сити». Деление на участки.

Сити» - это сосредоточение офисных и многофункциональных небоскребов высотой от 104 до 373м, исполненных в духе постмодернизма с элементами

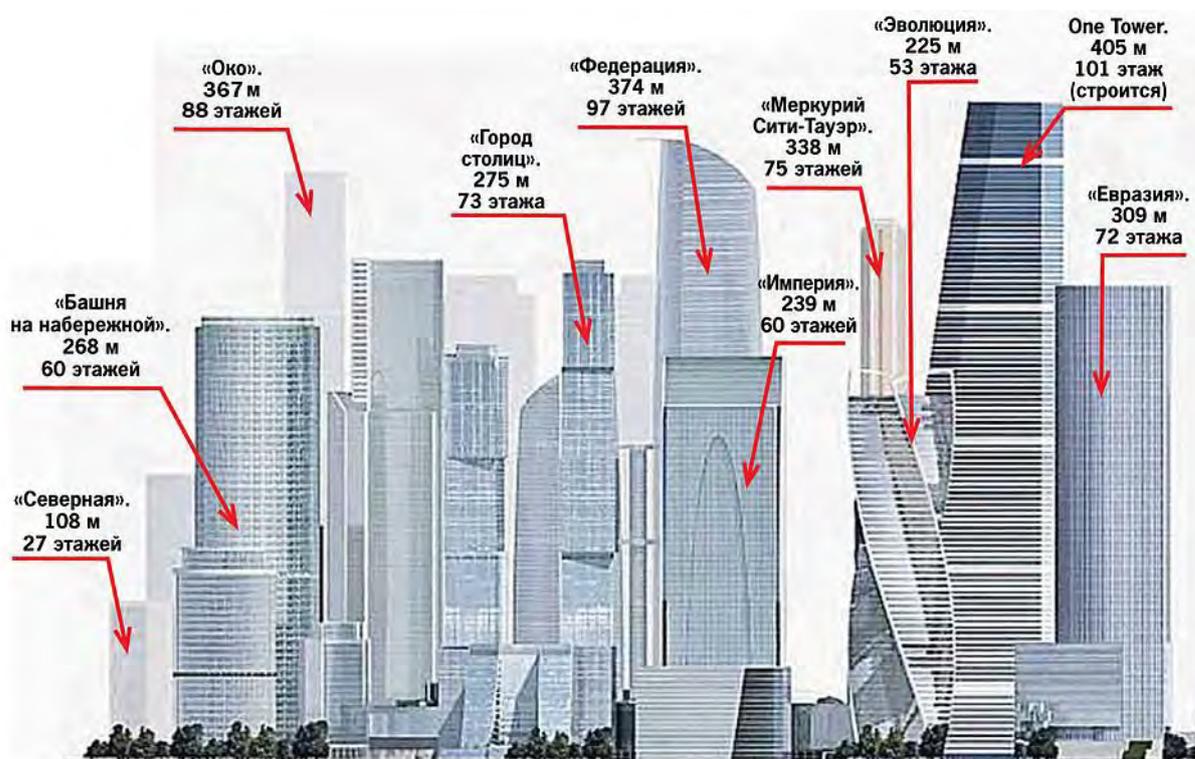


Рис. 53. Объекты ММДЦ «Москва-Сити».

хай-тэка, футуризма и структурного экспрессионизма. Являясь неотъемлемой частью современного силуэта Москвы, «Сити», при некоторой

экстравагантности форм, имеет отклик высоток предыдущих эпох; пример - профиль башни «Меркурий» повторяет силуэт гостиницы «Украина». В перспективе существующий деловой район будет являться смысловым центром проекта «Большой-Сити» (с реализацией до 2035 г.)<sup>13</sup>, заимствующего опыт европейского интегрированного урбанизма.

Примеры высотного строительства также встречаются и в других городах России: Санкт-Петербург («Лахта-центр» (Рис. 54)), Екатеринбург («Высоцкий» (Рис. 55), «Исеть» (Рис.56)), Грозный («Ахмат-тауэр» (Рис. 57)).



**Рис. 54.** «Лахта-центр». Санкт-Петербург.

**Рис. 55.** «Высоцкий». Екатеринбург.

**Рис. 56.** «Исеть» Екатеринбург.

**Рис. 57.** «Ахмат-тауэр». Грозный.

Одним из важнейших вопросов современного отечественного высотного строительства является тот факт, что наиболее крупные развитые города федерального значения, Москва и Санкт-Петербург, с наибольшим спросом на небоскребы имеют историческую застройку центра и ряд объектов

<sup>13</sup> Концепция развития территории «Большой Сити». Институт Генплана Москвы. – URL: <https://genplanmos.ru/project/koncepcija-razvitija-territorii-bolshoj-siti/>

культурного наследия, силуэт которых не должен нарушаться новыми высотками. Иные столицы областей и республик за редким исключением имеют какие-либо высотные ограничения, однако, строительство небоскребов в них экономически нецелесообразно.

## **1.2. Современная функциональная структура ВБЦ.**

### **1.2.1. Функциональные компоненты и их положение в структуре объектов.**

(См. Т II прил.1 Л. 1.2.1.-1.2.2.).

Функциональная структура небоскреба – это система определенных взаимодействующих программ, каждая из которых занимает особое положение не только в объемно-пространственном решении объекта, но и в его функциональной иерархии, имея при этом различные качественные и количественные характеристики. Анализ функциональной структуры высотного здания позволяет не только понять механизмы работы вертикальной системы при всем многообразии ее составляющих, но и определить наиболее перспективные тенденции дальнейшего развития, направленные на создание более адаптивной (гибкой к изменениям времени), комфортной, автономной, долговечной модели небоскреба.

Функциональная структура небоскреба впервые была сформулирована Луи Салливаном в начале XX века. Архитектор выделил пять основных закономерностей: 1 – инженерное оборудование располагалось в подземной части здания; 2 – первый этаж предназначался для банков, магазинов и других учреждений; 3 – второй этаж имел аналогичное назначение с первым; 4 – между вторым и верхним этажами располагались однотипные офисные уровни; 5 – верхний этаж использовался в технических целях (для резервуаров, котлов и проводки). [2] Однако, в силу своего времени, данная функциональная схема была выведена на основе одноствольных башен высотой ниже 400 м и не освещала ряд сверх- и мегавысоких небоскребов, а

также многоствольных высотных систем, появившихся в последующий период.

Анализ небоскребов в рамках рассмотрения структуры эволюции многофункциональных зданий представлен в труде Э.Цайдлера «Многофункциональная архитектура» (1988г.). [108] В схемах автор отражает размещение и процентное соотношение различных программ зданий – офисов, апартаментов, отелей, магазинов, парковок, общественных помещений и др. Тем не менее, в труде Э.Цайдлера рассматривается лишь незначительное количество небоскребов в контексте многофункциональных зданий и не затрагивается практика XXI века.

Особенности формирования внутренних пространств офисов и штаб-квартир, в том числе и в небоскребах, представлены в книге Б.П.Гоулда «Проектирование современных зданий управления» (1987г.). [24] Архитектор анализирует особенности рабочего процесса корпорации, устанавливает количество и качество внутренних связей между отделами и некоторыми должностными лицами, преобразует программные схемы в готовые планировочные решения. При всей глубине анализа рабочих пространств Б.П.Гоулд не затрагивает вопросы включения жилых и общественных функций в систему офисного небоскреба.

В статье Е.В.Ульяновой «Структура и функция общественного пространства высотного здания» представлены стадии развития общественного пространства в системе небоскреба. [102] Изначально общественное пространство занимало лишь первые уровни высотных зданий, представлявших собой «этажерки арендуемых площадей». Далее, располагаясь уже в атриумах, оно начало приобретать доминирующее значение в вертикальной структуре. С появлением тенденции на многоствольность новые общественные зоны стали разрабатываться в горизонтальных связях. Примечателен анализ модели высотного здания, представляющего собой «полость», где различные по форме и размеру блоки общественных пространств размещаются на различных уровнях и

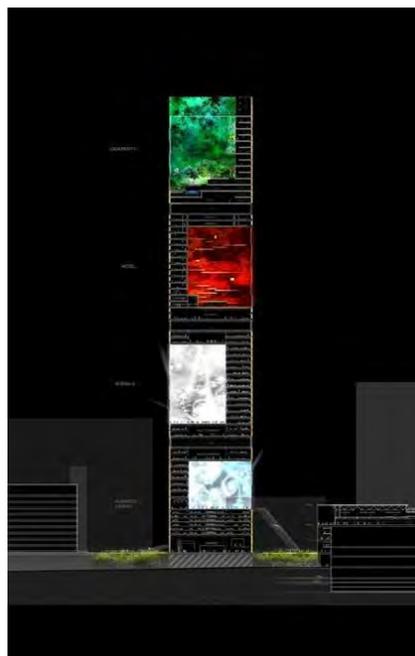
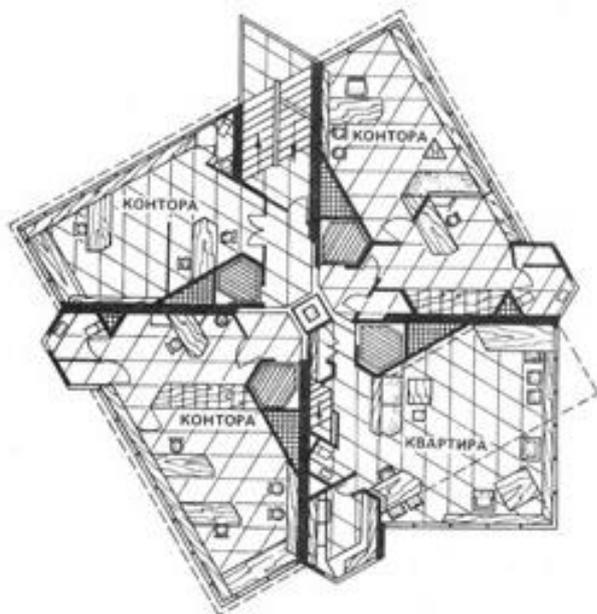
соединяются между собой вертикальными и горизонтальными связями. Освещая данную тему и в диссертации Е.В.Ульянова разделяет высотные здания по внутренней организации на «традиционно башенные структуры», характеризующиеся ярусным расположением функций, и «ветвевые» структуры, в которых общественные пространства от центрального ядра располагаются по нескольким расходящимся осям. [101] Данные труды Е.В.Ульяновой подробно разбирают вопросы организации общественного пространства, но не затрагивают проблемы проектирования офисных компонентов высотного здания.

Анализ и классификация функциональных компонентов небоскреба представлены в статье А.А.Магай «Моделирование функциональных структур высотных зданий». [63] Автор разделяет «типообразующие структуры», то есть помещения, на три группы: основные, вспомогательные и эксплуатационно-технические. Основные типообразующие структуры предназначены для учебы и работы (офисы, учебные аудитории), а также для проживания, как постоянного, так и временного (квартиры, гостиничные номера). Вспомогательные структуры включают торгово-сервисные, культурно-развлекательные, физкультурно-оздоровительные объекты обслуживания. Они занимают значительную часть нижних уровней – как правило, это магазины, кафе, рестораны и спортзалы с бассейном; нередко расположены на верхних этажах и представлены кафе, ресторанами и обзорными площадками. Доля вспомогательных структур составляет до 20-40 % площади здания. К эксплуатационно-техническим структурам относятся диспетчерские, лестнично-лифтовые группы, помещения служб эксплуатации и др. Они размещаются на технических этажах, частично подземных и первых уровнях (до 40 % площади этажа) и в совокупности составляют до 10-20 % общей площади здания. При всей полноте исследования программы высотного здания, А.А.Магай не устанавливает корреляцию общего объемно-пространственного решения объекта (конфигурации) и его функционального наполнения.

Е.М.Генералова в докторской диссертации «Концепция формирования архитектуры высотных зданий и комплексов симбиотического типа» раскрывает особенности построения отдельных башен и высотных комплексов, выявляя иерархию базовых, дополнительных и обслуживающих структурно-функциональных модулей. Базовые, или структурообразующие, подразделяются на два типа в зависимости от степени распространения; наиболее часто встречающиеся – офисы, жилье, гостиницы. Исходя из основного назначения небоскреба раскрываются его дополнительные («открытого типа») и обслуживающие («закрытого типа») функции; с учетом объемно-пространственного решения объекта, одно- или многоствольной композиции, определяется положение жилого блока; предлагается набор из «14 структурных элементов «вертикальной улицы» и транзитно-ориентированного стилобата». [14]

Анализируя отечественный и зарубежный опыт, автор данной диссертации убеждается, что для большинства высотных зданий, вне зависимости от общего объемно-пространственного решения, конструктивной схемы, степени интеграции здания в окружающую среду, функциональной насыщенности (т.е. концентрации и многообразия функций), расположение различных программ (видов деятельности) будет, в большинстве случаев, ярусным. Одним из немногочисленных примеров вертикального функционального зонирования является «Башня Прайса» в Оклахоме (Ф.-Л.Райта, 1956г.) (Рис.58.). Примечателен проект многофункциональной башни «Signal» (Ж.Нувель, Париж, 2007г.) (Рис.59.), в котором функциональное зонирование представлено отдельными блоками, различными по размеру и форме, расположенными внутри общего объема небоскреба.

Предлагается рассмотреть функциональную структуру ВБЦ в непосредственной связи с общим объемно-пространственным решением объекта, а именно количеством башен, их конфигурацией, наличием стилобата или иных горизонтальных элементов.



**Рис. 58.** «Башня Прайса». План. Ф.-Л.Райт. Оклахома. 1956г.

**Рис. 59.** Башня «Сигнал (Signal)» (проект). Разрез. Ж.Нувель. Париж. 2007г.

В ряде примеров ВБЦ на подземных уровнях размещается парковка и ряд технических помещений. Однако, существуют и иные варианты: например, башня «Мэри-Экс» (Рис.60) в Лондоне Нормана Фостера не имеет подземной парковки в связи с тем, что данное здание претендует на звание экологичного небоскреба. В некоторых высотных зданиях также могут быть запроектированы элементы подключения к транспортной инфраструктуре. Впервые такие решения возникли в 1970-х гг. в небоскребах Нью-Йорка и Чикаго. Ярким примером подключения высотных зданий к транспортной инфраструктуре являются объекты, находящиеся в непосредственной близости к Центральному вокзалу Нью-Йорка, на пересечении 42-й улицы и Парк-авеню на Манхэттене, и расположенные над линиями метрополитена и путями железной дороги (Рис. 61, 62). В Лондоне таким примером является башня 25 Bank Street» в районе Кэнэри-Уорф со станцией метро «Heron Quays» (Рис.63); в Нью-Йорке – башня «DNA» (Рис.64); в Токио – башня «Toranomon Hills» со станцией метро и скоростной магистралью (Рис.65).

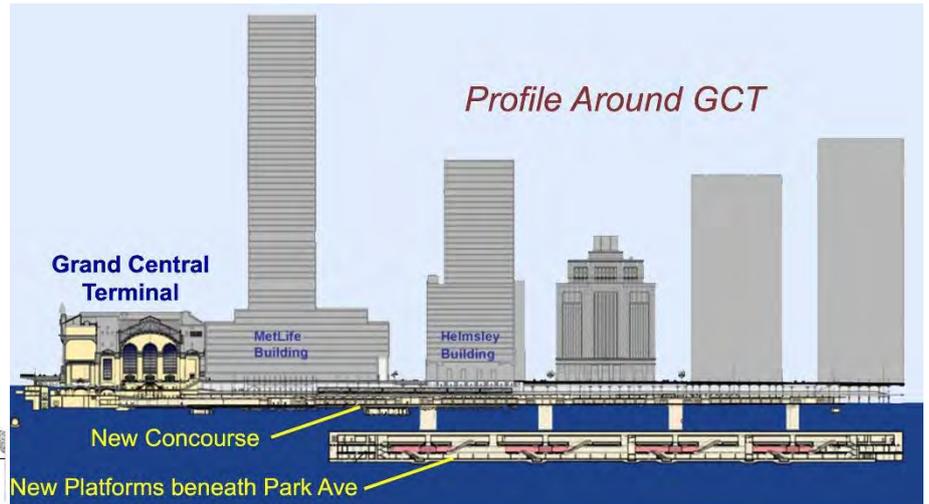
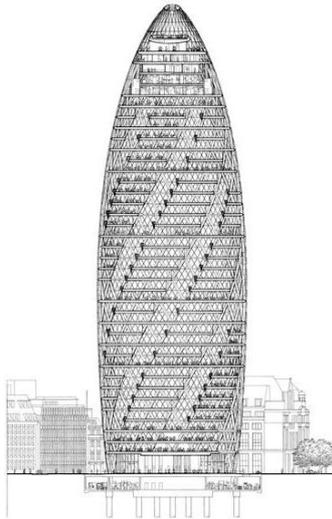


Рис. 60. Башня «Мэри-Экс». Разрез. Н.Фостер. Лондон. 2001-2004гг.

Рис. 61. Центральный вокзал Нью-Йорка (Grand Central Station) с прилегающими зданиями. Разрез.

3.14.06

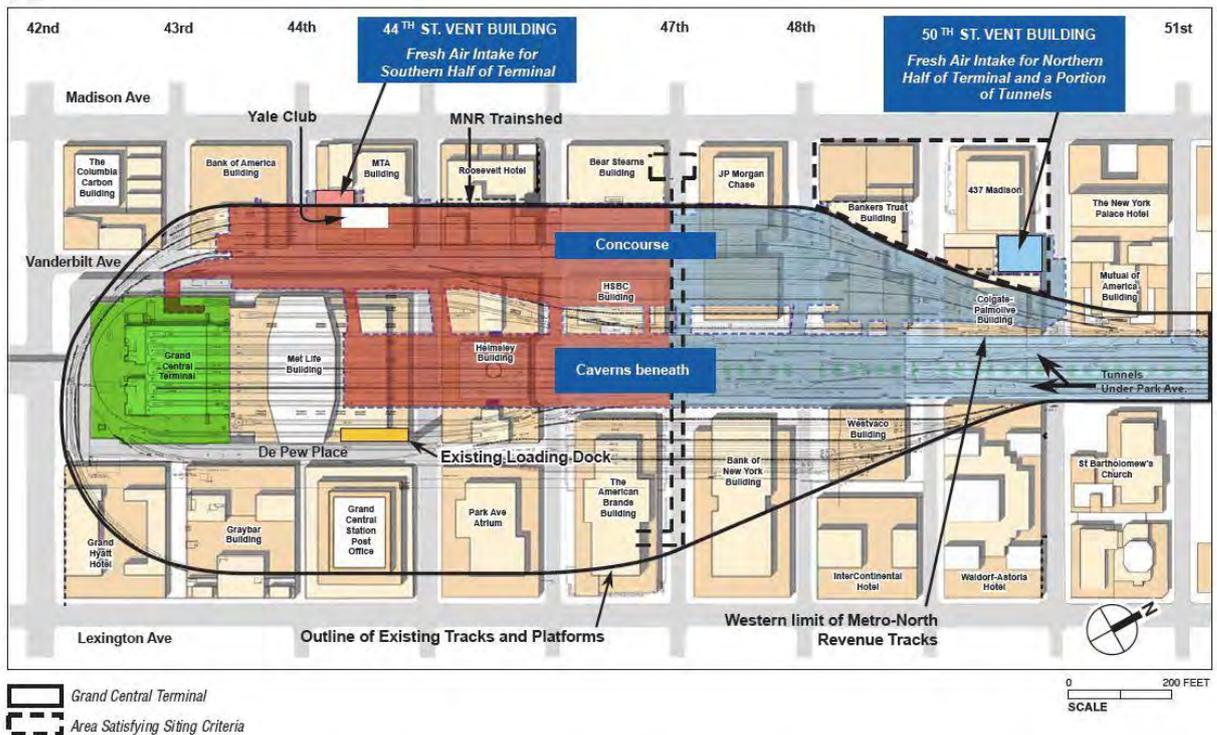
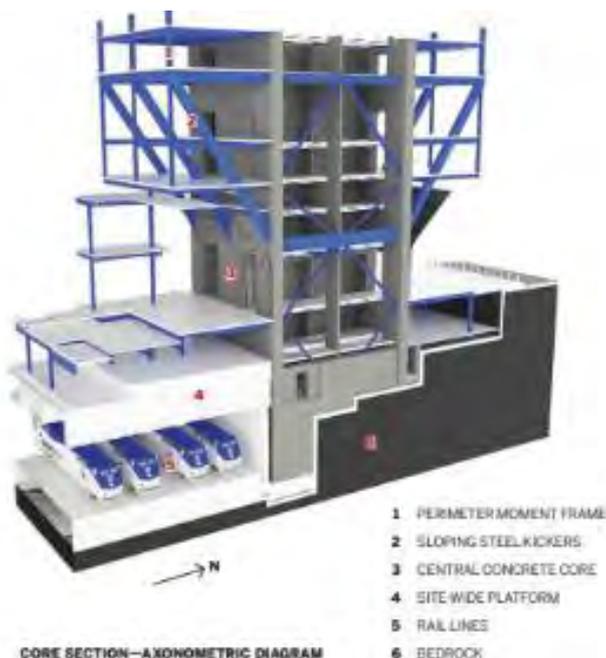


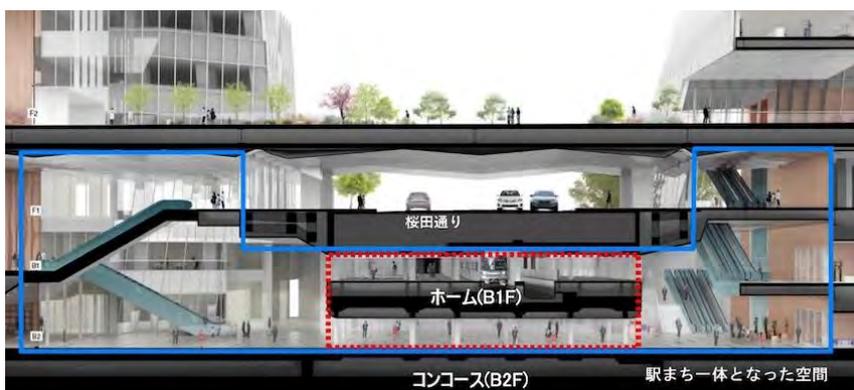
Рис. 62. Центральный вокзал Нью-Йорка (Grand Central Station) с прилегающими зданиями. План.

На нижних наземных уровнях стилобата одноствольных высотных зданий закладывается большинство общественных функций; при его отсутствии или же при незначительной высоте, все объекты культурно-досугового, спортивно-оздоровительного, торгово-развлекательного и иного



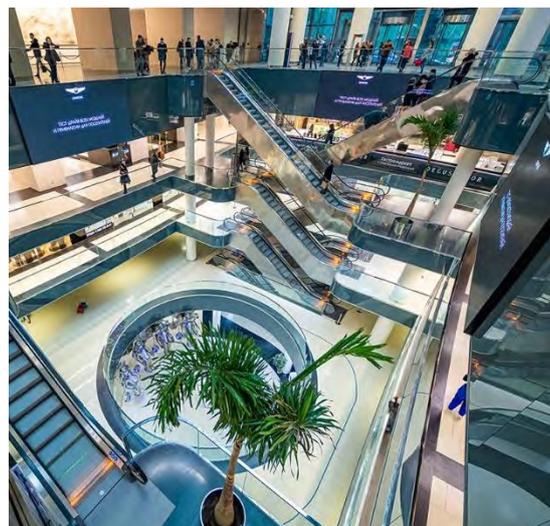
**Рис. 63.** Башня «25 Бэнк-Стрит (25 Bank Street)» со станцией метро «Heron Quays». С. Пелли и партнеры. Лондон. 2001-2003 гг.

**Рис. 64.** Башня «Ди-Эн-Эй (DNA)». Схема включения железнодорожных путей в здание. Бюро SOM. Нью-Йорк. 2019г.



**Рис. 65.** Башня «Тораномон Хиллз (Toranomon Hills)» со станцией метро и скоростной магистралью. Фрагмент разреза. Строительная компания Мори (Mori Building Company). Токио. 2011-2014 гг.

общественного назначения нередко проектируются на подземных уровнях. Например, башня «Эволюция» в Москве (Рис.66) не имеет наземного стилобата, однако все общественные функции размещаются в подземной одноименной галерее. В наземной части стилобата комплекса «Федерация» расположены офисы, на первом этаже – незначительное количество кафе и контрольно-пропускные зоны. Атриум стилобата, проведенный до – 4 уровня (Рис.67), позволяет разместить в подземной части несколько кафе, ресторанов,



**Рис. 66.** Башня «Эволюция» с подземной галереей. Фрагмент конструкций. Ф. Никандров (Горпроект), RMJM Москва. 2008-2015 гг.

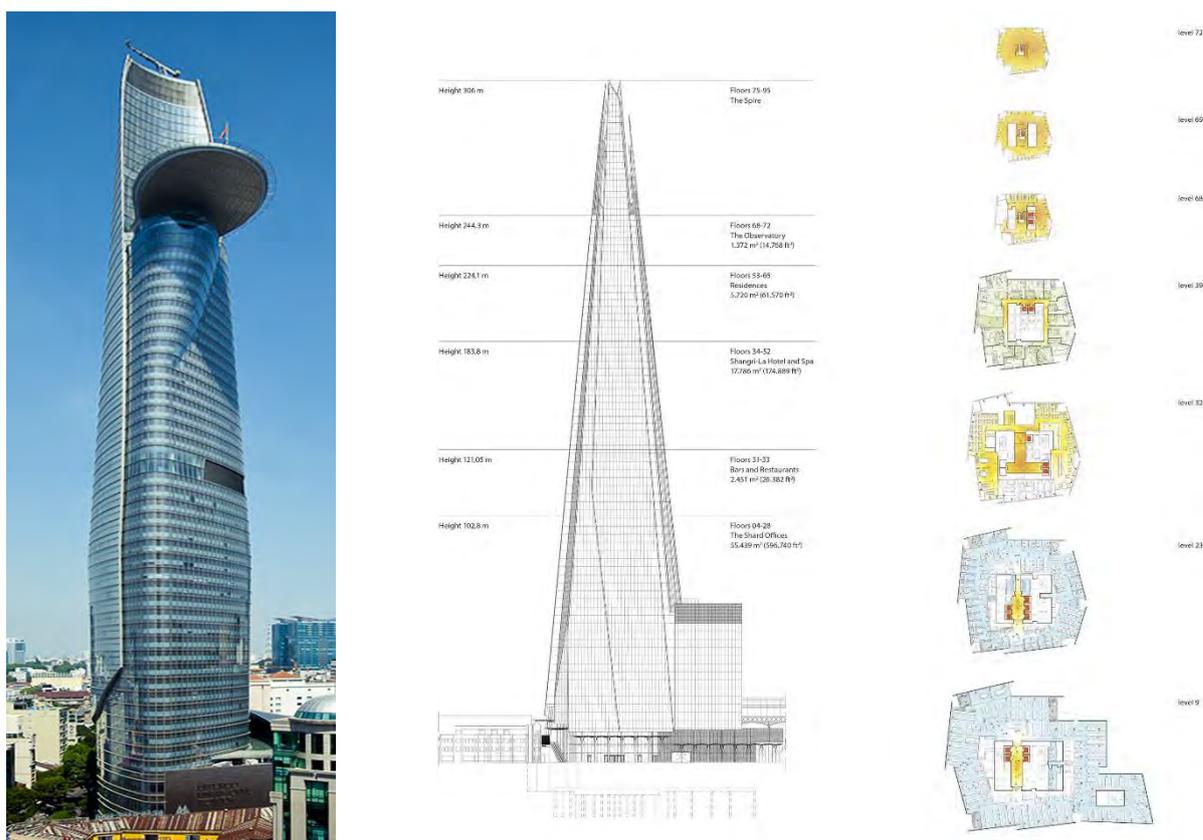
**Рис. 67.** Башня «Федерация». Центральный атриум. С. Чобан и П. Швегер Москва. 2003-2017 гг.

магазинов, а также предложить компаниям дополнительные площади для архивов, по более низкой арендной стоимости.

В ходе исследования выявлено, что в большинстве высотных объектов (около 90 %) общественные пространства, с более ограниченным режимом доступа проектируются на верхних уровнях – обзорные площадки, рестораны с панорамными видами и др. Примерно 15 % рассмотренных объектов имеют в своей структуре на верхних уровнях вертолетные площадки; пример – Финансовая башня «Vitexco» в Хошимине (2010г.) (Рис.68). Наличие или отсутствие вертолетной площадки в ряде мегаполисов определяется на законодательном уровне. Так, в Токио нормативная рекомендация обязывает здания, превышающие определенную высоту, в качестве экстренной меры в случае пожара или другого стихийного бедствия, проектировать на крыше вертолетную площадку. В Нью-Йорке же, происшествие 1977 года положило конец использованию вертолетных площадок в структуре зданий.

На расположение функций в высотных зданиях влияет и их конфигурация. Так, коническая форма небоскребов снижает парусность и обеспечивает бóльшую устойчивость. Постепенное уменьшение площади этажа с высотой в 45% рассмотренных объектов ведет к смене функций. Чем

меньше площадь пола, тем она менее рентабельна для офисов и тем более целесообразна для отелей или жилья. Чем выше тот или иной функциональный блок, тем менее интенсивен его пассажиропоток. Так, офисные пространства имеют более высокую нагрузку на системы вертикальных коммуникаций, что увеличивает количество лифтов и уменьшает долю полезной площади. Лифты, обслуживающие средние и нижние блоки офисов, высвобождают дополнительное пространство на верхних уровнях для апартаментов и отелей, нередко пентхаусов. Например, в одноствольной конической башне «Осколок» в Лондоне (Рис.69) офисы располагаются на 4-28 этажах, рестораны и кафе на 31-33 этажах, отели на 34-52 этажах, жилье на 53-65 этажах, обзорная площадка 68-72 этажах и выше шпиль с коммуникациями. Функциональные блоки разделяются техническими этажами. В комплексе



**Рис. 68.** Башня «Битекско (Bitexco)» с вертолетной площадкой. К.Запато. Хошимин. 2007-2010гг.

**Рис. 69.** Башня «Осколок (Shard)». Разрез и планы этажей. Р. Пьяно. Лондон. 2009-2012  
«Федерация» в Москве (Рис.70) - системе из двух вертикальных объемов, сужающихся кверху и объединенных стилобатом - офисы в башне «Запад» расположены на первых 46 этажах, а в башне «Восток» - на 60. Выше

располагаются апартаменты, рестораны и смотровые площадки. Класс апартаментов повышается с увеличением высоты. Престижность офисов также возрастает с увеличением высотных отметок. В башне «Восток» даже выделяется несколько уровней «апарт-офисов», или «скай-офисов», которые, как ни странно, не отделяются от апартаментов техническим этажом. Комплекс «Око» (Рис.71) в Москве также состоит из двух башен, объединенных стилобатом. В вертикальных объемах с прямоугольными



**Рис. 70.** Башня «Федерация». Разрез с функциональным зонированием. С. Чобан и П. Швегер Москва. 2003-2017 гг.

**Рис. 71.** Комплекс «ОКО». Москва. Бюро SOM, «Промстройпроект» (А.А.Хрусталев). 2010-2016 гг.

силуэтами площадь этажа с увеличением высоты почти не меняется. В 88-этажной башне меньшего сечения расположены апартаменты, а в 50-этажной - офисы. Все культурно-досуговые и торгово-развлекательные функции расположены в стилобате «Кристалл». Таким образом, в парных высотных комплексах можно увидеть следующую закономерность: расположение функций по ярусам в конических башнях и размещение по блокам в объемах с неизменяющейся площадью этажа.

Примечателен многостольный высотных комплекс «De Rotterdam» в Роттердаме (бюро OMA) (Рис.72) – три башни из смещенных прямоугольных блоков, объединенных стилобатом и взаимными пересечениями объемов. Стилобат предназначен для общественных функций; вмещает рестораны, магазины, конференц-залы и др. В западной башне расположены жилые апартаменты, в центральной – офисы, в восточной – офисы и отель.

Анализируя функциональную структуру небоскребов, следует заметить, что существенные изменения произошли за последние 40 лет: по данным СТВУН (Совета по высотным зданиям и городской среде), в 1980-х в среднем до 90% площади высотного здания занимали офисы, к 2017 году это показатель снизился до 38 %; а доля жилых помещений выросла с 5 до 11%. Эволюция структуры высотного офисного здания, насыщение его новыми программами, изменение количественных и качественных параметров (в том числе процентного соотношения различных компонентов) связано с рядом факторов.

1. Все большее признание получает политика «вертикального урбанизма», в рамках которой высотное здание рассматривается как вертикальное продолжение многофункциональной городской среды, как перспективное решение компактного распределения различных сценариев окружения. Так высотные бизнес-центры с течением времени при появлении новых функций формируют и новые связи с городской средой.

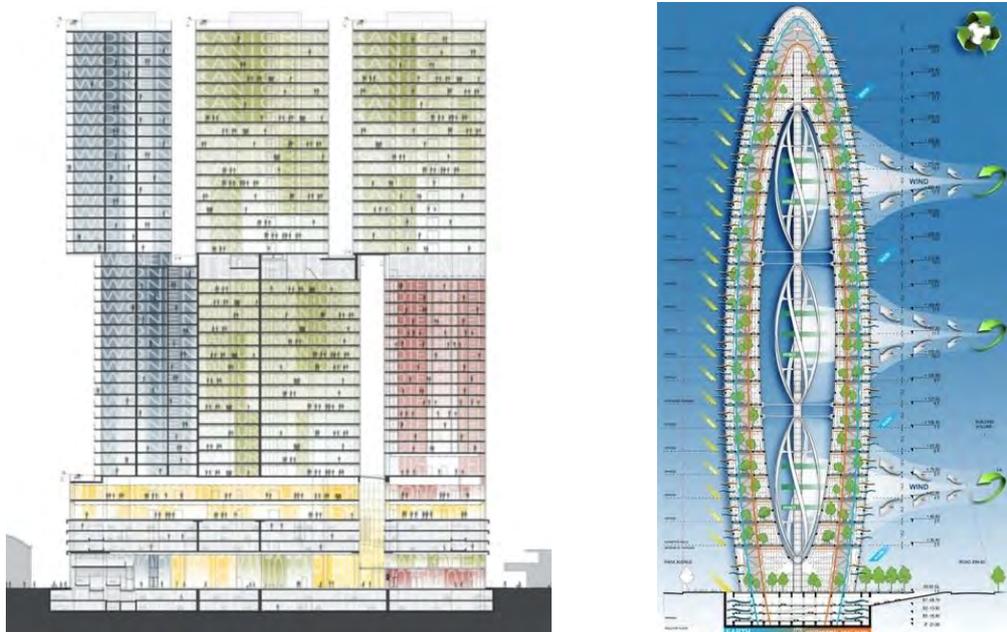
2. Сегодня многофункциональные высотные бизнес-центры представляют значительный интерес для девелоперов благодаря разнообразию программных блоков (то есть площадей для различных видов деятельности). Некоторые из этих блоков в большей степени, а другие в меньшей способствуют окупаемости всего здания в условиях изменяющегося спроса, что дает им большой потенциал для переоснащения.

3. Стремление к рекордным высотам определило сужающийся к вершине силуэт ряда объектов. Для достижения наибольшей устойчивости нижние, в основном офисные, этажи имели гораздо большую площадь, чем

верхние, наиболее рационально адаптированные под жилую функцию – апартаменты, отели.

4. Тенденция к двуствольным объектам с развитым стилобатом привела к проектам, в которых, как правило, одна из башен является полностью офисной (40-50% общей площади), другая башня (около 40%) – жилой, развитый стилобат (около 20%) вмещает различные общественные функции.

5. Актуальные проблемы создания комфортных рабочих условий, улучшения физического и психологического воздействия искусственной среды на человека побудили архитекторов на разработку высотных проектов, в которых офисные пространства совмещаются с вертикальными «зелеными» (продовольственными) фермами, обширными зонами озеленения. Пример – проект Винсента Каллебаута «Бионическая арка» для мэрии в Тайчжуне (2011) (Рис.73).



**Рис. 72.** Многоствольный высотных комплекс «Де Роттердам (De Rotterdam)». Бюро ОМА. Роттердам. 2009-2013 гг.

**Рис. 73.** «Бионическая арка» для мэрии в Тайчжуне. Разрез. В.Каллебаут. 2011г. (проект).

### 1.2.2. Вариативность социально-культурных зон и элементов общего пользования.

(См. Т II прил.1 Л. 1.2.3).

В книге И.Ф.Симоновой «Социально-культурное проектирование: современные технологии и подходы» рассматривается структура социально-культурного пространства в рамках инфраструктурного, аксиологического и деятельностного подходов; обозначаются его основные характеристики и функции, среди которых выделяют социально-коммуникативную, информационную, рекреативную, гедонистическую, аксиологическую, социально-педагогическую и др. [85] Однако в данном труде не затрагиваются вопросы интеграции социально-культурного пространства в систему высотных зданий.

В статье Е.М.Генераловой и В.П.Генералова «Формирование типологии стилобатов высотных зданий в соответствии с принципами транзитно-ориентированного проектирования» по ряду параметров приводится систематизация стилобатов, в которых аккумулируется большинство социально-культурных компонентов небоскреба и посредством которых устанавливаются многоуровневые связи высотного здания с окружающей средой. [16] Выделены параметры их многообразия: этажность, функциональный состав, доступность, транзитность, подключение к транспортной инфраструктуре. Анализ социально-культурной программы стилобата осуществляется с позиций транзитно-ориентированного развития (The TOD Standard<sup>14</sup>) (Рис.74). То есть структура общественных пространств

---

<sup>14</sup> The TOD (transit-oriented development) Standard (стандарт транзитно-ориентированного проектирования) - документ по созданию высокоурбанизированной среды, опирающийся на 8 принципов: 1) пешеходное движение (walk) – стимуляция пешеходного движения за счет особенностей городской застройки, 2) велосипедное движение (cycle) – организация велосипедных дорожек, снижение скоростного режима на проезжей части для безопасного велосипедного движения, 3) связанность (connect) – формирование взаимосвязанной сети маршрутов, 4) транзитность (transit) – общественный транспорт, соединяющий с отдаленными районами города, 5) смешение (mix) – баланс различных функций/ видов деятельности, 6) уплотнение (densify) – для городов наиболее перспективно развитие по вертикали, а не по горизонтали, 7) компактность (compact) – близкое расположение функций друг к другу, комфортный радиус доступности, 8) смена приоритетов (shift) – постепенный отказ от личных автомобилей.



**Рис. 74.** Схема принципов транзитно-ориентированного проектирования. Высота здания, сосредоточенных в нижней части, рассматривается не столько в системе внутренних процессов небоскреба, сколько в контексте внешнего взаимодействия со городской тканью.

В статье Е.В.Ульяновой «Концептуальные модели формирования структуры высотного здания» выявляются варианты построения небоскреба, наиболее перспективный из которых основан на «эндоскелете» общественных пространств. [100] Такая трехмерная система из горизонтальных и вертикальных социально-культурных зон имеет ряд преимуществ по сравнению с ярусным (линейным) размещением. Однако, иллюстрируя две формы расположения общественных пространств в небоскребе, автор данной статьи не заостряет внимание на программном многообразии социально-культурных элементов.

Ознакомившись с функциональным разнообразием социально-культурных зон, транзитно-ориентированными принципами их формирования и взаимодействия с окружающей средой, моделями их расположения в системе небоскреба, а также проанализировав отечественные и зарубежные высотные объекты, автор данной диссертации предлагает следующее *деление социально-культурных зон на группы*: торговые (магазины, супермаркеты, бутики), развлекательные (обзорные площадки, детские игровые), медицинские (лечебные учреждения), спортивные (тренажерные залы), культурные (картинные галереи, выставочные пространства), образовательные (подразделения университетов, образовательные центры для школьников), сервисно-бытовые (полиграфии, ремонтные мастерские), финансово-юридические (банки, нотариальные центры) и предприятия общественного питания (кафе, рестораны, столовые, кулинарии). Особое место в социально-культурных зонах занимает религиозная группа – наличие молелен характерно для исламских стран, например, в небоскребах «Аль-Бахар» в Абу-Даби.

Социально-культурные элементы небоскреба в зависимости от назначения и расположения имеют различную степень «доступности»: открытую, закрытую, ограниченную. Открытый доступ, то есть свободный вход для всех желающих, характерен для нижних уровней высотного здания; как правило, это зоны общественного питания, торговли и развлекательных центров. Элементы с закрытым доступом предназначены только для работников или резидентов ВБЦ. Нередко к ним относятся кафе и столовые на верхних уровнях стилобата или же оздоровительно-рекреационные зоны. Ограниченный доступ предполагает посещение всех желающих по оплате или же по предварительной регистрации (записи). Наиболее яркий пример в структуре небоскреба с данным типом доступа – обзорные площадки, иногда включающие выставочные пространства или музейные зоны (музей «Москва-Сити» на 56 этаже башни «Империя» в Москве (Рис. 75, 76, 77); музей в башне

«Абэно Харукасу» в Токио (Рис.78)). Также к зонам ограниченного доступа относятся культурно-образовательные и спортивные центры.



**Рис. 75.** Башня «Империя». Разрез с обозначением уровня музея. NBBJ. Москва. 2006-2011

**Рис. 76, рис.77.** Музей «Москва-Сити» в башне «Империя». Интерьеры.

**Рис. 78.** Башня «Абэно Харукасу». Функциональная схема с включением социально-культурных зон, в том числе с музеем. Takenaka Corporation. С.Пелли. Токио. 2010-2014 гг.

### 1.2.3. Организация буферных зон, значение и характер соединяющих и атриумных пространств.

Атриум – многоуровневое вертикальное пространство в структуре высотного здания, являющееся центральным звеном в разветвленной системе соединяющих элементов.

В работе Яландиной Н.М. «Буферное пространство. Построение внутренних и внешних буферов» дается определение буферных зон, выявляются предпосылки и истоки их развития, формы организации и функции. [114] Однако, внутренние буферные пространства рассматриваются только как промежуточные элементы между интерьером и экстерьером, а не как компоненты связующей ткани между отдельными функциональными блоками внутри здания.

Разновидности атриумных пространств представлены в статье Е.Ж.Гординой «Типы пространственной организации высотных зданий с атриумами». [19] Автор обозначает ряд архитектурно-функциональных задач атриумов: эстетические, социальные, санитарно-гигиенические (создание комфортного микроклимата), функциональные и экологические. По способу освещения выявляются закрытые и открытые объекты, по типу пространственной организации (конфигурации) - простые и комбинированные. Простые атриумы делятся на односторонние, двухсторонние и трехсторонние, в зависимости от количества смежных сторон здания. Комбинированные атриумы представлены широким спектром комбинаций открытых, расположенных друг над другом, с различным типом освещения элементов. Однако, в данном труде не освещаются вопросы взаимодействия атриумов с системой холлов, коридоров, соединяющих пространств высотного здания.

В статье Куприянова В.Н. и Сметанина Д.В. «История развития и классификация атриумов» рассматриваются этапы эволюции атриумов, а также приводится их классификация в высотных зданиях. [55] По типу регулирования микроклимата атриумы делятся на охлаждающие, согревающие и трансформируемые. По характеру интеграции в основной объем здания различаются встроенные, пристроенные и встроенно-пристроенные атриумы. С точки зрения конфигурации они бывают десяти основных видов: одно-, двух-, трех- и четырехстенные, подиумного типа для связи нескольких высотных зданий, линейные, в виде комбинации из одноуровневых атриумов, атриумы с включением дополнительных объемов, системы атриумов у периметра объекта. Однако, датируясь 2010 годом, данная статья не освещает организацию атриумных пространств в знаковых высотных проектах последнего десятилетия.

Автор данной диссертации рассматривает буферные пространства в контексте высотных зданий не только как периметральные зоны, обеспечивающие энергоэффективность, комфортные физические и

психологические параметры рабочей среды, но и как связующие элементы между отдельными функциональными блоками, а также внутри них, в зависимости от масштаба. К ним относятся холлы, рекреации, тамбуры коридоры, площади двойных фасадов. Особая организация буферных пространств, развитых до отдельных самостоятельных функциональных блоков представлена в Шанхайской башне (2008-2015) (Рис.79). Небоскреб имеет 2 оболочки: внутренний основной цилиндр и скрученную внешнюю светопрозрачную конструкцию, «экзоскелет»<sup>15</sup> (Рис.80, 81). В таком буферном «мезопространстве»<sup>16</sup> между внутренней и внешней оболочкой размещаются



**Рис. 79.** Шанхайская башня. Gensler. 2008-2015 гг.

**Рис. 80.** Шанхайская башня. Секция оболочки атриума в перспективе («экзоскелет»).

**Рис. 81.** Шанхайская башня. Интерьер атриума (оболочки).

9 зон, каждая с которых имеет свой атриум с магазинами, ресторанами, обзорными площадками и садами.

*Атриумы предлагается классифицировать:*

1. по способу освещения (открытые, закрытые),
2. по количеству смежных сторон здания (одно-, двух-, трехсторонние),

<sup>15</sup> Экзоскелет (от греч. «экзо» - внешний) – внешняя часть оболочки (ограждающих конструкций) здания.

<sup>16</sup> Мезопространство (от греч. «мезо» - средний) – промежуточное пространство между двумя и более ограждающими плоскостями.

3. по высоте (на высоту нескольких уровней или же всего здания),
4. по сложности конфигурации (простые, комбинированные),
5. по типу ограждающих конструкций,
6. по степени доступности (с открытым или ограниченным входом),
7. по функциональной насыщенности (кафе, магазины, зоны открытых переговоров, административно-управленческие элементы и др.),
8. по принципу обеспечения комфортного микроклимата,
9. по типу интеграции (центральное, периментальное, внешнее/выступающее размещение).

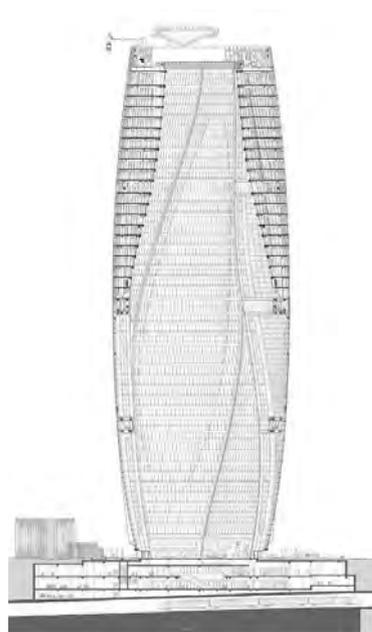
Центральный атриум в башне «Коммерцбанк-Тауэр» (1994-1997 гг.) в Франкфурте-на-Майне (Рис.82) запроектирован на всю высоту здания и



**Рис. 82.** «Коммерцбанк-Тауэр». Интерьер с атриумом и разрез. Н.Фостер. Франкфурт-на-Майне. 1994-1997 гг.

обеспечивает освещение офисных помещений, расположенных внутри небоскреба. К центральному вертикальному пространству с каждой стороны на разных уровнях присоединяются 9 тематических 4-этажных садов, расположенных относительно друг друга по спирали. Такое объемно-пространственное решение обеспечило высокие показатели энергоэффективности башни. В небоскребе «Лиза Сохо (Leeza Soho)» в

Пекине (2015-2019гг.) (Рис.83, 84) размещается самый высокий атриум в мире (190м). Здание состоит из двух офисных объемов, соединенных по всей высоте



**Рис. 83.** Башня «Лиза Сохо (Leeza Soho)». З.Хадид и П.Шумахер. Пекин. 2015-2019гг.

**Рис. 84.** Башня «Лиза Сохо». Разрез (продольно линии метро на нижнем уровне).

общим вертикальным многоуровневым пространством, являющимся своеобразной общественной площадью делового района с доступом к метро. Открытый линейный атриум, выходящий с двух сторон небоскреба, обеспечивает необходимую инсоляцию, повышает устойчивость общей конструктивной системы, увеличивает площадь поверхности фотоэлектрических панелей.

### 1.3. Современная архитектурная классификация высотных зданий.

Классификация (от лат. *classis* «разряд» и *facere* «делать») – это способ деления целого на части по определенному признаку.

В контексте высотных зданий классификация помогает наиболее наглядно воспринять многообразие изучаемой области, а также увидеть положение определенной единицы, какого-либо небоскреба, в целой системе. Она может быть построена как на основе значимых признаков, так и второстепенных, руководствоваться как точными критериями, так и весьма пространными, субъективными. Количество и качество признаков для

системного деления определяет полноту классификации; многообразие и новизна рассматриваемых небоскребов помогают проследить основные направления и тенденции развития высотного строительства.

Наиболее полная классификация высотных зданий с точки зрения функции, высоты, конструктивной системы, материалов и способов возведения приводится в труде Т. Г. Маклаковой «Высотные здания». [65] Параллельно с классификацией освещаются градостроительные задачи высотных зданий и комплексов, выводится зависимость объемно-пространственных особенностей небоскребов от их высоты. Монография, написанная в 2008г., содержит анализ объектов, в основном реализованных во второй половине XX в., а следовательно, не раскрывает опыт высотного строительства последнего десятилетия.

Проблемы классификации высотных жилых зданий освещаются в статье В.П. Генералова и Е.М. Генераловой. [12] Авторы задаются вопросом согласованности критериев для систематизации объектов, приводят примеры научных работ, в которых по одному и тому же признаку объекты могут быть разделены по-разному. С учетом исследований СТБУН (Council on Tall Buildings and Urban Habitat), в которых небоскребы дифференцируются по 4 критериям измерения высоты (конструктивная высота здания, до наивысшего доступного этажа, до наивысшей точки крыши, до кончика антенны (шпиля)), В.П. Генералов и Е.М. Генералова предлагают свою классификацию, однако, затрагивающую в основном жилые здания.

В докторской же диссертации Е.М.Генераловой дифференциация высотных объектов предлагается с учетом их функционального состава, количества башен, территориального расположения. Исходя из указанных аспектов небоскребы делят на группы: моно- и многофункциональные; одиночные башни, двух- и многобашенные комплексы. Обозначается пять основных локаций для размещения небоскребов: центр города, центры

деловой активности, зоны автомагистралей, многоквартирная жилая застройка, многофункциональные зоны. [14]

Систематизация архитектурных форм высотных зданий с точки зрения композиционного аспекта излагается в трудах М.А. Коротича и А.В. Коротича. [48] Авторы разделяют небоскребы по 3 признакам: тип и состав общей объемно-пространственной композиции (т.е. количество вертикальных и горизонтальных объемов и характер их взаимосвязи), общее очертание и форма объема, характер объемно-пластического решения формы высотного объекта. Данная систематизация является наиболее полной с позиции раскрытия многообразия внешних архитектурных форм высотных объектов, тем не менее, она не затрагивает ряд ключевых вопросов, связанных с конструктивными, техническими, планировочными и функциональными особенностями здания.

Классификацию небоскребов по внешнему объемно-пространственному решению предлагают и исследователи из Тегерана, С. Сейедпуйя и М. Голабчи (конференция СТВУН 2011), однако форма объекта рассматривается как средство обеспечения устойчивого развития<sup>17</sup> здания, а не прием художественной выразительности. [136]

Классификация небоскребов на основе архитектурных решений описывается в диссертации Е.В. Ульяновой. [101] Автор выводит 4 направления в проектировании, систематизируя в данном случае объекты не по качественным признакам, а по «основным тенденциям<sup>18</sup>» создания объектов.

---

<sup>17</sup> Устойчивое развитие (с англ. «sustainability») – концепция минимизации использования природных ресурсов при проектировании, строительстве, дальнейшей эксплуатации и возможной реновации объектов. Оно отражается в материалах и технологиях их производства, способах возведения конструкций, объемно-пространственных и планировочных решениях объектов, энергосберегающем инженерном оборудовании и др.

<sup>18</sup> «Основные тенденции» (по Е.В. Ульяновой) – 1) утверждение амбиций застройщика за счет «выделяющегося» облика здания; 2) декларация «устойчивой архитектуры»; 3) ориентация на многогоствольность; 4) переход к созданию автономных небоскребов-городов.

Деление высотных зданий по расположению транспортно-коммуникационного ядра (ТКЯ) предлагается в статье Ф. Олфилда и Б. Доэрти. [132] Авторы рассматривают размещение ТКЯ относительно внешних границ здания и не затрагивают его взаимодействие с атриумными пространствами, в отличие от более ранней работы К. Янга, в которой небоскребы тоже группируются по типу размещения ТКЯ.

Систематизация небоскребов по принципу расположения конструктивных осей представлена в работе Дж. Петрзак<sup>19</sup>. Автор выделяет 4 группы: одноосные, двухосные, многоосные, нерегулярные. Данный признак рассматривается в контексте объемно-пространственного и конструктивного построения высотного здания.

Приведенные примеры показывают, что, несмотря на большое разнообразие и глубину разработки существующих систематизаций, все же вопрос классификации небоскребов остается актуальным. Существующие работы затрагивают лишь некоторые классификационные признаки, относятся только к определенной группе небоскребов, не учитывают ряд важнейших характеристик, возникающих при строительстве и проектировании высотных объектов сегодня. Однако, приведенные классификации являются значительной базой для разработки автором собственной, более расширенной систематизации, отражающей актуальную картину высотного строительства.

Автор полагает, что использование новых технологий и материалов, увеличение высоты зданий, более глубокая интеграция небоскребов в городскую структуру и изменение функциональных схем способствуют появлению новых классификационных признаков. Систематизация высотных зданий по различным параметрам позволяет изучать новые объекты с пониманием их положения в общей иерархии небоскребов, воспринимать

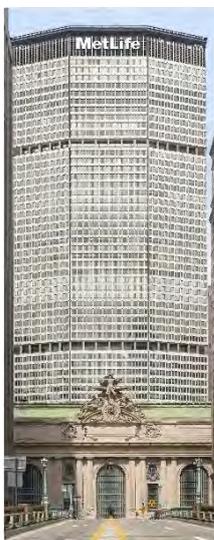
---

<sup>19</sup> Pietrzak, J. Shaping and structuring of high-rise office buildings in Europe / J. Pietrzak // Challenges of Modern Technology, 2015. - № 6 (2). - P. 48-56.

мировой опыт более целостно и структурно, намечать перспективные векторы развития высотного строительства.

**Авторская классификация современных высотных зданий по десяти основным признакам<sup>20</sup>** (см. Т II прил.1 Л. 1.3.1.-1.3.4.):

1. **Высота объекта.** Небоскребы разделяют на три основные группы: высотные («tall», h=100-300м), сверхвысокие («supertall», h=300-600м) и мегавысокие («megatall», h от 600м). Первая группа объектов представлена «Мэтлайф (Пан-Америкэн)-билдинг» в Нью-Йорке («Meatlife (Pan American) Building», 246 м, Рис. 85), «Китайской торговой башней» в Шеньчжэне («China Merchants Tower», 170 м, Рис. 86) и «Национальным коммерческим банком» в Джидде («Saudi National Bank», 126 м, Рис. 87). Сверхвысокие небоскребы включают такие высотные объекты, как «Бурдж-Аль-Мамляка» в Эр-Рияд («Kingdom Center», 302 м, Рис. 88), «Лахта-центр» в Санкт-Петербурге (462 м, Рис. 89), комплекс «ОКО» в Москве (367 м - Южная башня, 245 м - Северная



**Рис. 85.** «Мэтлайф-билдинг (Meatlife Building)». Вальтер Гропиус. Нью-Йорк. 1959-1963гг.

**Рис. 86.** «Китайская торговая башня (China Merchants Tower)». SOM. Шеньчжень. 2013г.

**Рис. 87.** «Национальный коммерческий банк в Джидде (Saudi National Bank)». SOM. Джидда. 1983г.

**Рис. 88.** «Бурдж-Аль-Мамляка (KingdomCenter)». Бектел корп. Эр-рияд. 1999-2002 гг.

<sup>20</sup> Болдырева, П.С. Современная архитектурная классификация высотных зданий / П.С.Болдырева // Наука, образование и экспериментальное проектирование. Труды МАРХИ: материалы международной научно-практической конференции 2022 г.: сборник научных трудов / ФГБОУ ВПО Московский архитектурный институт (государственная академия). – М.: МАРХИ, 2022. – С. 187-191.

башня, Рис. 90), «Международный финансовый центр» в Гонконге («Two International Financial Center», 420 м, Рис. 91). Мегавысокие - объекты высотой более 600 метров. В 2025 году к этой группе относятся лишь четыре небоскреба, среди которых «Мердека 118» в Куала-Лумпуре («Merdeka 118», 679 м, Рис. 92) и «Шанхайская башня» (632 м, Рис. 93).



**Рис. 89.** «Лахта-центр». Фасад. Т.Кеттл, В. Травуш. Санкт-Петербург. 2019г.

**Рис. 90.** Комплекс «ОКО». Визуализация. Бюро SOM, «Промстройпроект». Москва. 2010-2016 гг.

**Рис. 91.** «Международный финансовый центр (Two International Financial Center)». Фасад. Сезар Пелли. Гонконг. 2000-2003 гг.

**Рис. 92.** «Мердека 118 (Merdeka 118)». 3д вид. Ф. Катсалидис. Куала-Лумпур. 2017-2023 гг.

**Рис.93.** «Шанхайская башня». Фасад. Gensler. 2008-2015 гг.

2. **Функциональная насыщенность.** По данному признаку предлагается обозначить три типа небоскребов: моно-, би- и multifunctionальные. В монофункциональном высотном здании на долю основной функции, как правило, представленной офисами, гостиницей или жильем, приходится до 90% общей площади объекта; несколько второстепенных функций – «обслуживающих и дополнительных» – в сумме составляют порядка 10% и не оказывают значительного влияния на архитектурное решение объекта. Например, «Джардин-Хаус» в Гонконге («Jardine House», Рис. 94), «Уан-Вандербильт» в Нью-Йорке («One Vanderbilt», Рис. 95), «Башня государственного инвестиционного фонда» в Эр-Рияде («Public Investment Fund Tower», Рис. 96), «Централ Плаза» в

Гонконге («Central Plaza», Рис. 97). В бифункциональном высотном здании преобладают две функции, на каждую из которых приходится от 1/6 до 2/3 общей площади. Например, «Город столиц» в Москве (офисы, апартаменты; Рис. 98), «Гринлэнд-Центр» в Ухане («Wuhan Greenland Center» офисы, отель; Рис. 99), «КК100» в Шеньчжэне («Kingkey (КК100) Tower», офисы, отель; Рис. 100). В мультифункциональном высотном здании различают три и более основных функций; зачастую в них объединяются офисы, апартаменты, торговля и др. Например, «Финансовый центр Си-Ти-Эф» в Гуанчжоу («CTF Finance Center», Рис. 101), «Тантекс-Тауэр» в Гаосюне («T&C Tower», Рис. 102), «Шанхайский Всемирный финансовый центр» («Shanghai World Financial Center», Рис. 103).



**Рис. 94.** «Джардин-Хаус (Jardine House)». Фасад. Палмер и Тернер. Гонконг. 1973г.

**Рис. 95.** «Уан-Вандербильт (One Vanderbilt)». Разрез. Кох Педерсен Фокс. Нью-Йорк. 2016-2020гг.

**Рис. 96.** «Башня государственного инвестиционного фонда (Public Investment Fund Tower)». Визуализация. Омрания и партнеры. Эр-Рияд. 2021 г.

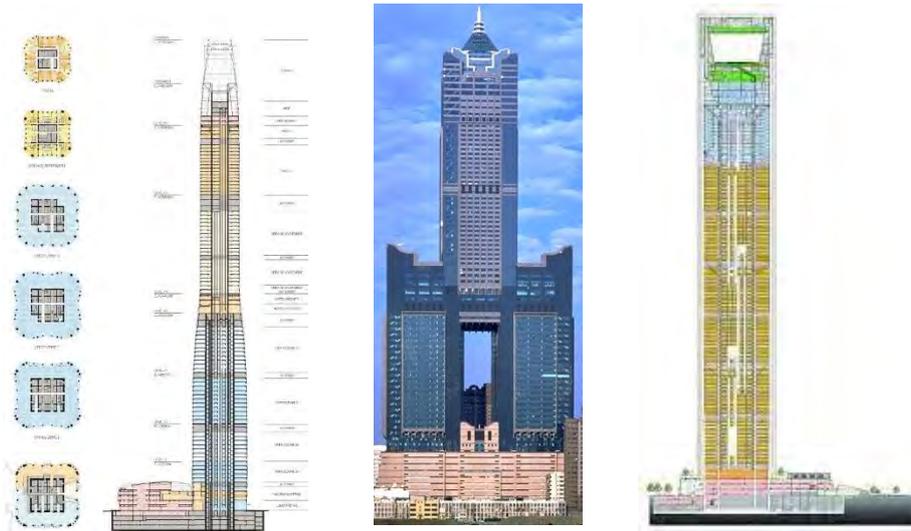
**Рис. 97.** «Централ Плаза (Central Plaza)». Разрез. Деннис Лау, Чун Ман. Гонконг. 1989-1992 гг.

**Рис. 98.** «Город столиц». Визуализация. NBBJ. Москва. 2005-2011г.

**Рис. 99.** «Гринлэнд-Центр (Wuhan Greenland Center)». Фасад. Адриан Смит, Гордон Джилл. Ухань. 2012-2023 гг.

**Рис. 100.** «КК 100 (Kingkey 100)». Фасад. Терри Фаррел. Шеньчжень. 2007-2011 гг.

3. **Основное функциональное назначение.** По основному функциональному назначению небоскребы проектируются как офисные, жилые, гостиничные, учебные и промышленные. Различаются и подгруппы:



**Рис. 101.** «Финансовый центр Си-Ти-Эф (CTF Finance Center)». Разрез, планы. SOM. Гуанчжоу. 2013-2019 гг.

**Рис. 102.** «Тантекс-Тауэр (T&C Tower)». Фасад. С.Ю. Ли. Гаосюн. 1994-1997 гг.

**Рис. 103.** «Шанхайский Всемирный финансовый центр (Shanghai World Financial Center)». Фасад. Кон Педерсен Фокс. Шанхай. 1997-2008гг.

например, высотные объекты с превалирующей деловой функцией разделяются по количеству компаний-арендаторов. Штаб-квартиры, или головные офисы какой-либо одной компании, находятся в таких небоскребах как «Шеньчженьский сельский коммерческий банк» (Рис. 104) и «Сбер-Сити» в Москве (башни А, Б, Рис. 105). Высотные офисные объекты на несколько фирм – «Лиза СОХО» в Пекине, «Башня Причального квартала» в Сиднее («Quay Quarter Tower»). Небоскребы, построенные исключительно для учебных заведений, встречаются довольно редко. Одним из примеров является башня «Калейдо» в Мадриде («Caleido», Рис. 106), в которой размещается частный бизнес-университет («Universidad Instituto de Empresa»). Жилые небоскребы в последнее десятилетие стали включать подвид супертонких («superslim/ superskinny») объектов, актуальных для Манхеттена. Среди них – «Башня центрального парка» («Central Park Tower», Рис. 107), «Леонард-Стрит, 56» («Leonard Street») в Нью-Йорке. Высотные гостиницы проектируются чаще жилых башен и нередко своей композицией отражают аутентичность места или историю региона: «Бурдж-Аль-Араб» в Дубае, «Башня Байок II» В Бангкоке (Рис. 108). Промышленных зданий свыше 100м

единицы, например, мусоросжигательный завод «Копенхилл» в Копенгагене («Copenhill», Рис. 109).



**Рис. 104.** «Шеньчженьский сельский коммерческий банк». Визуализация. SOM. Шеньчжень. 2020 г.

**Рис. 105.** «Сбер-Сити» (башни А, Б). 3д-вид. Никкен Сиккеи. Москва. 2015-2020 гг. (модернизация).

**Рис. 106.** «Калейдо (Caleido Tower)». 3д-вид. Ф.Ирибаррен. Мадрид. 2017-2020гг.

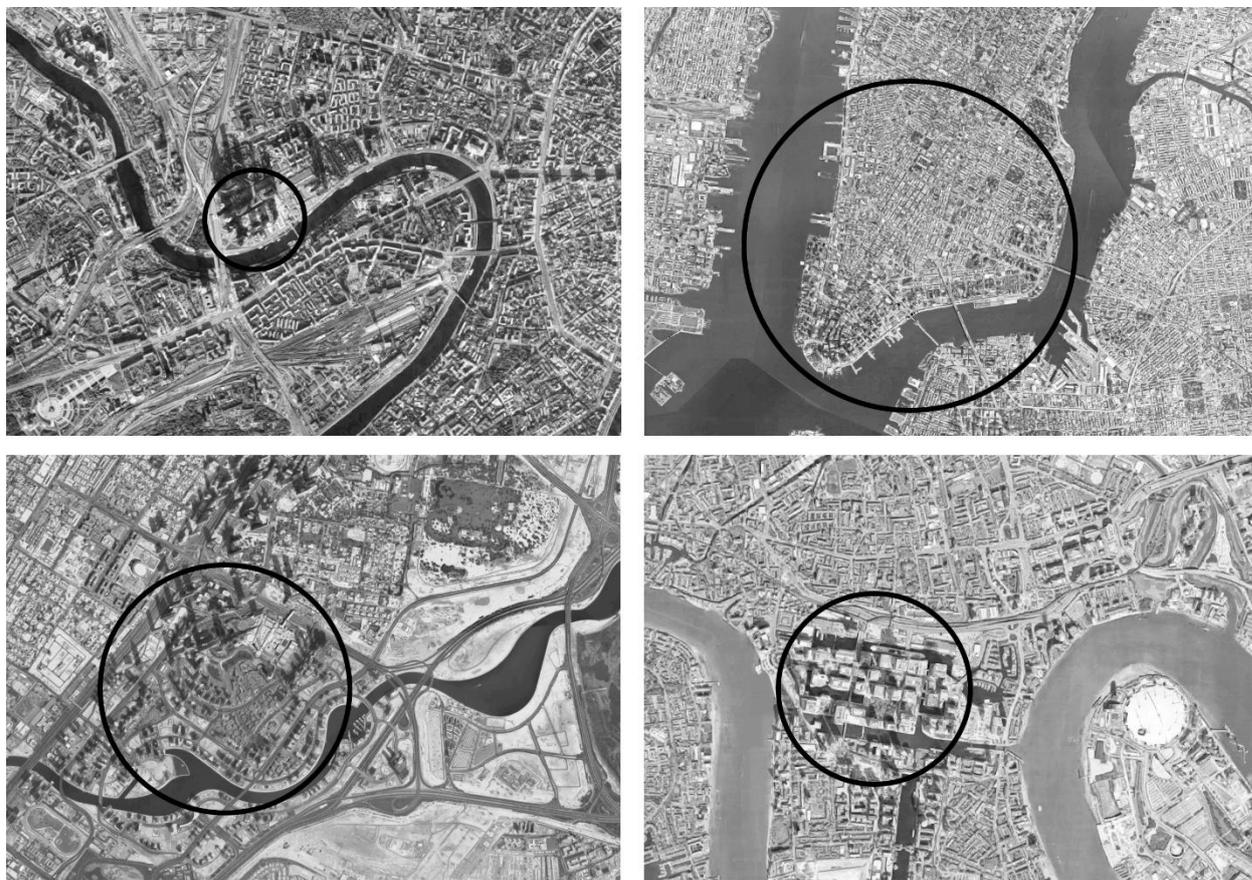
**Рис. 107.** «Башня Центрального Парка (Central Park Tower)». Изометрия. Адриан Смит, Гордон Джилл. Нью-Йорк. 2014-2021 гг.

**Рис. 108.** «Башня Байок II». 3д-вид. Сонгсак Висудхаром, Сапарк Акшарануграха. Бангкок. 1990-1997гг.

**Рис. 109.** «Копенхилл (Copenhill)». Визуализация. Бюро BIG. Копенгаген. 2017 г.

**4. Размещение в структуре города.** В ходе анализа градостроительных ситуаций были выявлены три основные зоны высотного строительства: центральная часть города, срединная и периферия. В значительной степени распределение небоскребов в городе зависит от наличия исторической застройки, возможности реновации промышленных зон, разветвленности транспортной сети и количества магистралей, градостроительной политики региона и др. Для ряда европейских городов точечные попытки интегрировать высотные объекты в центральных районах оказались негативным опытом, после чего дальнейшее проектирование небоскребов было перенесено на периферию: например, плато «Дефанс» в Париже. Расположение высотных деловых районов в центральной части города более характерно для Азиатского региона. Пример, Центральный

деловой район в Шеньчжэне, Даунтаун в Дубаи (Рис. 110в), а также Кэнери-Уорф в Лондоне (Рис. 110г), Даунтаун на Манхэттене (Рис. 110б), Сити в Москве (Рис. 110а). Срединными городскими зонами, пригодными для

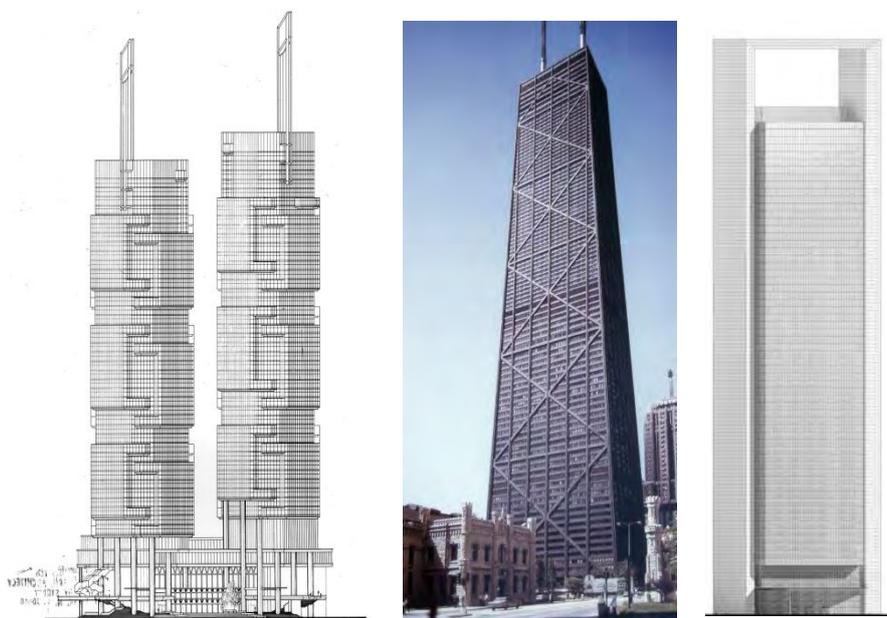


**Рис. 110.** а) ММДЦ «Москва-Сити», б) «Даунтаун (Downtown)» Манхэттена в Нью-Йорке, в) «Даунтаун» в Дубаи, г) «Кэнери-Уорф (Canary Wharf)» в Лондоне.

высотного строительства, но с менее развитой инфраструктурой, являются участки между Третьим и Четвертым транспортными кольцами (ТТК, ЧТК) в Москве, Внутренний Лондон, район Джумейра и Марина в Дубае. На периферии небоскребы возводят крайне редко; в основном, такие объекты проектируют как жилые дома, не превышающие высоту 150м. Пример, территории за ЧТК в Москве и район Аль-Барша в Дубаи.

5. **Конструктивная схема.** Высотные здания возводят по каркасной, оболочковой, ствольной и диафрагмовой схемам. Наиболее часто встречаются различные варианты их комбинации – каркасно-ствольные, ствольно-оболочковые, каркасно-диафрагмовые – что придает высотному зданию не только жесткость и устойчивость, но и повышает объемно-планировочный и

композиционный потенциал. Выбор конструктивной схемы зависит от функциональной программы здания, его высотности, геологических и климатических особенностей региона и др. Диафрагмовая схема, где основные нагрузки воспринимаются через несущие стены, применяется в жилых домах, до 200м. Например, «Колония-Хаус» в Кельне. Каркасная схема из вертикальных колонн и горизонтальных ригелей, соединенных жесткими дисками перекрытий, в чистом виде применяется редко; гораздо чаще в варианте каркасно-ствольном – «Липпо-центр» в Гонконге («Lippo Centre», Рис. 111). Оболочковая схема, в которой устойчивость обеспечивается в основном наружными стенами здания, высотой от 150-200м, представлена в варианте с раскосной решеткой на фасаде в «Центре Джона Хэнхока» в Чикаго («John Hancock Center», Рис. 112). Ствольная схема имеет вертикальный пространственный стержень, зачастую один по центру, реже два симметрично оси объекта. Например, «Штаб-квартира национальной нефтяной компании» в Абу-Даби («ADNOC Center (Abu Dhabi National Oil Company Headquarters)», Рис.113).



**Рис. 111.** «Липпо-центр (LippoCenter)». Фасад. Пол Рудольф. Гонконг. 1987-1988 г.

**Рис. 112.** «Центр Джона Хэнхока». 3д-вид. SOM. Чикаго. 1969 г.

**Рис. 113.** «Штаб-квартира национальной нефтяной компании». Фасад. НОК. Абу-Даби. 2009-2014гг.

6. **Материал конструкции и технология возведения.** Автором были выявлены три типа основных конструктивных материалов для высотных зданий. Самую продолжительную историю насчитывают небоскребы со стальным каркасом; отечественный пример – башня «Евразия» в Москве. С середины прошлого века широко распространилась технология возведения небоскребов из железобетона (сборный, сборно-монолитный, монолитный), который на сегодняшний день является самым распространенным конструктивным материалом в данном секторе. Перекрестно-клееная древесина с нивелированной анизотропностью является перспективным материалом, однако проекты на ее основе остаются нереализованными – «Фермерский дом» («Farmhouse», арх. Precht, Рис. 114) и «Оквуд Тауэр» («Oakwood Tower», арх. PLP Architecture, Рис. 115) в Лондоне.



Рис. 114. «Фермерский дом (Farmhouse)». Фасад. Концепция.

Рис. 115. «Оквуд Тауэр (Oakwood Tower)». Фасад. Концепция. Лондон.

## 7. Расположение транспортно-коммуникационного ядра (ТКЯ).

Выявлено, что современные небоскребы исходя из размещения их ТКЯ

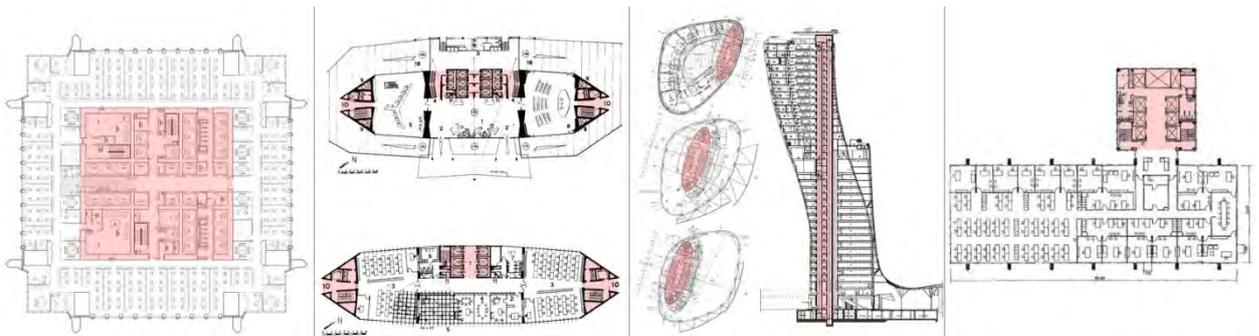


Рис. 116. ТКЯ: а) центральное – в «Международном финансовом центре» в Шенъжэне; б) периметральное – в «Башне Пирелли» в Милане, в) смешанное – в башне «Ворота столица» в Дубае, г) внешнее – в «Инленд Стил Билдинг (Inland Steel Building)» в Чикаго.

бывают следующих видов: с центральными (80%, Рис. 116а), периметральными (15%, Рис. 116б), смешанными (3%, Рис. 116в) и внешними (2%, Рис. 116г) ТКЯ. В высотных объектах с расположением ТКЯ по центру внутреннее ядро с вертикальными коммуникациями проектируется с отступом от периметра и, как правило, симметрично относительно осей башни. Среди примеров «Международный финансовый центр» в Шеньчжене. Периметральное ТКЯ зачастую проектируется в пентаминимумах с апартаментами, некоторых офисных центрах с открытой планировкой, реже реализуется в варианте парного расположения двух периментальных ТКЯ, как в здании «Зарубежной Китайской банковской корпорации» в Сингапуре («OCBC – Oversea Chinese Banking Corporation»). В таких объектах вертикальные коммуникации закладываются у периметра здания, но не выходят за пределы его ограждающих конструкций. «Смешанное ТКЯ поддерживает вертикальные сообщения этажей как в центре, так и на периметре в зависимости от изменения конфигурации уровней небоскреба с увеличением высоты, что видно на примере «Ворот Европы» в Мадриде и «Танцующих башен» в Дубае»<sup>21</sup>. Внешнее ТКЯ в небоскребах является вертикальным стержнем, вынесенным за пределы периметра здания, реже выступающим или пересекающимся с основным объемом башни. Например, «Ханкин Центр» в Шеньчжене.

8. **Тип объемно-пространственной композиции.** Классификация небоскребов основана на анализе как вертикальных, так и горизонтальных составляющих их структуры. Количество и конфигурация башен, а также наличие стилобатов, высотных мостов, соединительных платформ, обзорных или вертолетных площадок определяют выразительность объемно-пространственного решения небоскребов. С одной стороны, высотные объекты разделяются на одно- и многоствольные, с другой –

---

<sup>21</sup> Болдырева, П.С. Современная архитектурная классификация высотных зданий / П.С.Болдырева // Наука, образование и экспериментальное проектирование. Труды МАРХИ: материалы международной научно-практической конференции 2022 г.: сборник научных трудов / ФГБОУ ВПО Московский архитектурный институт (государственная академия). – М.: МАРХИ, 2022. – С. 187-191.

дифференцируются в зависимости от положения уже горизонтальных объемов – в нижнем, среднем и верхнем секторе по высоте здания. Так, стилобаты зачастую являются неотъемлемой составляющей как одноствольных – «Циндао-Лэндмарк-Тауэр» в Циндао («Qingdao Landmark Tower», Рис. 117), «Башня Спарда Банка» в Франкфурт-на-Майне («Messeeingang Süd / Sparda Bank Tower», Рис. 118), так и многоствольных башен – «МФЦТЗЭТР (Международный финансовый центр Тяньцзиньской зоны экономического и технологического развития)» («TEDA IFC (Tianjin Economic-Technological Development Area International Finance Center», Рис. 119), «Логан-Сенчури-Центр (Logan Century Center)» в Наньнине (Рис. 120), в которой размещаются «обслуживающие и дополнительные» функции, нередко осуществляется связь с подземной транспортной инфраструктурой. Горизонтальные соединительные объемы, приподнятые над уровнем земли, в многоствольных башнях проектируются в виде «небесных мостов» - «Штаб-квартира Тенсент» в Шеньчжэне («Tencent Headquarters», Рис. 121), комплекс «Один Заабиль» в Дубае («One Za'abeel», Рис. 122). В одноствольных башнях горизонтальные плато или выступающие галереи в срединной части являются редкостью и



**Рис. 117.** «Циндао-Лэндмарк-Тауэр». Фасад. Циндао.

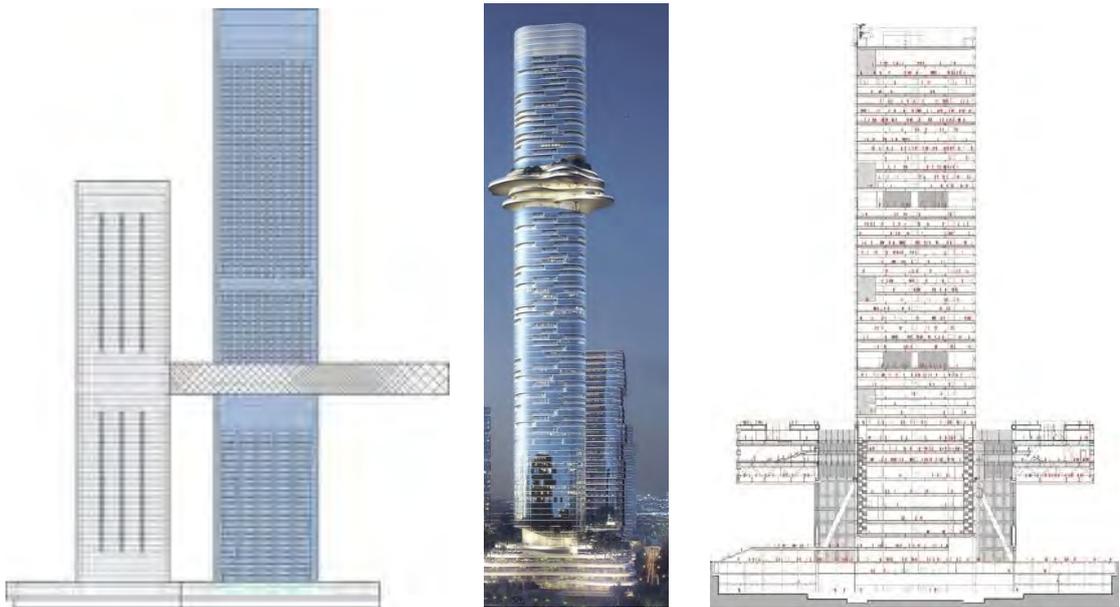
**Рис. 118.** Башня «Спарда Банка». Визуализация. Франкфурт-на-Майне.

**Рис. 119.** «Международный финансовый центр Тяньцзиньской зоны экономического и технологического развития (TEDA IFC)». Фасад. Тяньцзинь.

**Рис. 120.** «Логан-Сенчури-Центр (Logan Century Center)». Фасад. Наньнин.

**Рис. 121.** «Штаб-квартира Тенсент (Tencent Headquarters)». Визуализация. Шеньчжэнь.

несут определенную символику, передают основную идею здания. Так в проекте одной из башен «Имперского города» в Хошимине («Empire City», Рис.123), в среднем секторе по высоте, запроектировано «облачное пространство небесного леса» из каскадных озелененных общественных террас. В здании «Шеньчженьской фондовой биржи» (Рис.124) горизонтальная платформа приподнята над уровнем земли и символизирует «колебания» фондового рынка. На уровне верхних этажей в одноствольных



**Рис. 122.** «Один Заабиль (One Za'abeel)». Фасад. Дубай.

**Рис. 123.** «Имперский город (Empire City)» (проект). Визуализация. Хошимин.

**Рис. 124.** «Шенчженьская фондовая биржа (Shenzhen Stock Exchange)». Разрез. Шенчжень. башнях горизонтальные объемы представлены вертолетными площадками – «Джидда Тауэр» в Джидде (Саудовская Аравия, Рис.125), в многоствольных – это зачастую соединительные общественные пространства с обзорными платформами и садами – «Адрес-скай-вью» в Дубаи («Address Sky View», Рис.126).

9. **Количество доминирующих (основных) композиционных осей построения.** В большинстве башен закладывается одна доминирующая композиционная ось  $z$  – башня «Хендерсон (Henderson/ 2 Murray Road)» в Гонконге (Рис. 127). С развитием идеи многоствольных небоскребов,



**Рис. 125.** «Джидда Тауэр». Фасад и фрагмент вертолетной площадки. Джидда (Саудовская Аравия).

**Рис. 126.** «Адрес-скай-вью (Address Sky View)». Визуализация. Дубай.

связанных высотными мостами и парками, галереями, появляются здания, в композиции которых начинает прослеживаться уже две оси ( $z$ ,  $x$ ), как в «Адрес-Бич-Резорт» («The Address Beach Resort», Рис. 128). Высотные объекты, композиция которых имеет три основные оси ( $x$ ,  $y$ ,  $z$ ), весьма редки. Их объемно-пространственное решение воспринимается как выразительная форма, иногда продиктованная исконно заложенным символом, как в проекте «Башни-Хэштег» в Сеуле («Cross # Towers» Рис. 129).



**Рис. 127.** «Хендерсон (Henderson/ 2 Murray Road)». Визуализация. Гонконг.

**Рис. 128.** «Адрес-Бич-Резорт (The Address Beach Resort)». Визуализация. Дубай.

**Рис. 129.** «Башни-Хэштег (Cross # Towers)» (проект). Макет. Сеул.

10. **Характер пластического решения внешней формы.** Высотные здания классифицируются в зависимости от структуры фасада на многочастные и однородные. Распространенный подход к многочастному

варианту – постмодернистский, предполагающий разделение на три основные части: «основание», «тело» и «венчание». Этот подход возник в 1980-е годы в Нью-Йорке и был направлен на интеграцию небоскреба в городскую среду и учет человеческого восприятия масштаба. Среди объектов-представителей «311 Саут-Вакер-Драйв» в Чикаго («311 South Wacker Drive» Рис.130). Однородная структура фасада характерна для «Стеклянной башни» в Мадриде («Torre de Christal» Рис. 131). Подобные объекты имеют единый характер пластики фасада по всей высоте.



**Рис. 130.** «311 Саут-Вакер-Драйв» в Чикаго (311 South Wacker Drive)». Фасад. Чикаго.

**Рис. 131.** «Стеклянная башня (Torre de Christal)». Визуализация. Мадрид.

Небоскребы продолжают эволюционировать, достигая новых высот и внедряя инновации в области устойчивого развития, транспортной интеграции, конструктивных решений и материалов. Классификация высотных зданий по ряду признаков позволяет не только воспринять опыт высотного строительства как четкую структуру, но и наметить дальнейшие пути развития данной отрасли.

## ВЫВОДЫ ПО I ГЛАВЕ:

1. Анализ широкого спектра объектов высотного строительства с точки зрения основного функционального назначения, высотности, конструктивной схемы, инженерно-технического обеспечения, объемно-пространственной композиции и стиля, географических границ распространения и интеграции в городскую среду в контексте исторического и экономического развития государств позволил выделить 4 основных этапа развития небоскребов:

- 1 период (1880е - начало 1930х гг.) – зарождение и становления небоскреба в США;

- 2 период (конец 1930х- начало 1970х гг.) – появление высотного строительства в странах Европы и Азии, главенство американского опыта;

- 3 период (конец 1970х-1990е гг.) - зарождение эконебоскреба, становление локальных приемов формирования высотных зданий в Европе и Азии;

- 4 период (2000-2020е гг./ настоящее время) – доминирование высотного строительства в Азии, формирование внутренних типологий в группе небоскребов.

2. Обозначены особенности высотного строительства в Европе, Азии =>

- Европа:

• тенденция к размещению небоскрёбов за пределами центральной части города с исторической застройкой;

• небоскрёб – «дань современности (эпохе)» /символ времени, а не инструмент необходимого повышения плотности;

• стилистическое заимствование американского опыта;

• отсутствие стремления к рекордным высотным отметкам.

- Азия:

- концентрация небоскрёбов увеличивается при перемещении к центральным районам;

- небоскрёб не столько символ времени, сколько инструмент создания необходимых площадей в условиях ограниченных земельных ресурсов;

- стилистический синтез с национальными мотивами, философиями;

- «гонка» рекордных высотных отметок.

3. Выявлены этапы развития и особенности отечественного высотного строительства:

- 1940-1950-е гг. – «Сталинские высотки» - символы могущества советской власти и социалистического строя; единичные объекты-доминанты с заимствованием американского опыта и переосмыслением исторических прототипов;

- 1990-е гг. – ММДЦ «Москва-Сити» - символ «Новой России» и идея полицентрализации; высотный деловой квартал с смешением постмодернизма, хай-тэка, структурного экспрессионизма;

- 2000-е – наст.вр. – расширение функционального спектра и количества площадок высотного строительства не только в Москве, но и в других городах России.

4. Раскрыто пять основных факторов преобразования системы ВБЦ за последние 40 лет:

- политика «вертикального урбанизма» (небоскрёб – вертикальное продолжение городской среды);

- новые пути достижения большей прибыли для девелоперов (срок окупаемости, чистая прибыль);

- стремление к рекордным высотным отметкам;

- рентабельность двуствольных высотных комплексов;

- «зеленые» технологии и политика «устойчивого развития».

5. Выявлено десять разновидностей социально-культурных зон в ВБЦ: торговые, развлекательные, медицинские, спортивные, культурные,

образовательные, сервисно-бытовые, финансово-юридические, религиозные и предприятия общественного питания.

6. Зафиксировано девять классификационных признаков для деления атриумов в ВБЦ: по способу освещения, по количеству смежных сторон здания, по высоте, по сложности конфигурации, по типу ограждающих конструкций, по степени доступности, по функциональной насыщенности, по способу обеспечения комфортного микроклимата, по типу интеграции (по положению относительно внешнего контура здания).

7. Разработана авторская классификация по десяти основным признакам: 1) высота объекта, 2) функциональная насыщенность, 3) основное функциональное назначение, 4) размещение в структуре города, 5) конструктивная схема, 6) материал конструкции и технология возведения, 7) положение транспортно-коммуникационного ядра, 8) тип объемно-пространственной композиции, 9) количество доминирующих композиционных осей, 10) пластическое решение внешней формы.

## ГЛАВА II. ХАРАКТЕРИСТИКИ ВБЦ В ПРИЕМАХ И ТЕНДЕНЦИЯХ АРХИТЕКТУРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ.

### 2.1. Эволюция схем зонирования и планировочных решений высотных объектов.

(См. Т II прил.1 Л. 2.1.1.-2.1.3.).

Развитие планировочной структуры офисных небоскребов было связано с рядом факторов: с совершенствованием конструкций и технического оборудования, изменением организации рабочего процесса, новыми градостроительными нормами и предписаниями и др.

Первые высотные здания имели *жесткую планировку*, то есть в них четко фиксировались элементы как вертикальных, так и горизонтальных коммуникаций (коридоров, галерей, холлов) с возможностью передвижения перегородок только в пределах отдельных помещений. Это обуславливалось применением в основном каркасной и реже диафрагмовой конструктивных систем. Дополнительные стены-диафрагмы обеспечивали большую конструктивную жесткость и устойчивость. Жесткая планировка воплощалась в следующих вариантах:

- А. однокоридорном («Whitehall Building Anex» 1902-1904 гг., Рис.132а),
- Б. двухкоридорном («Equitable Building» 1913-1915 гг., Рис.132б)
- В. коридорно-кольцевом («Empire state building» 1929-1931гг.,Рис.132в).

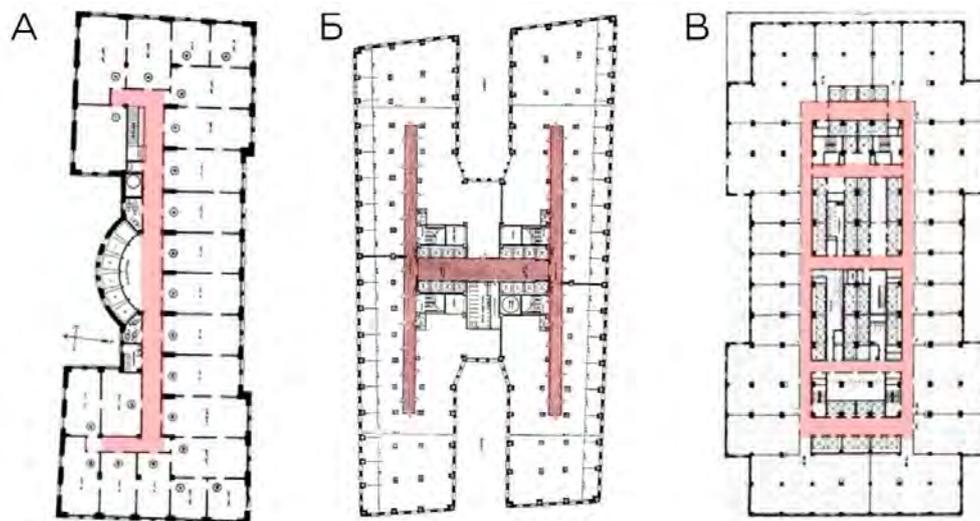
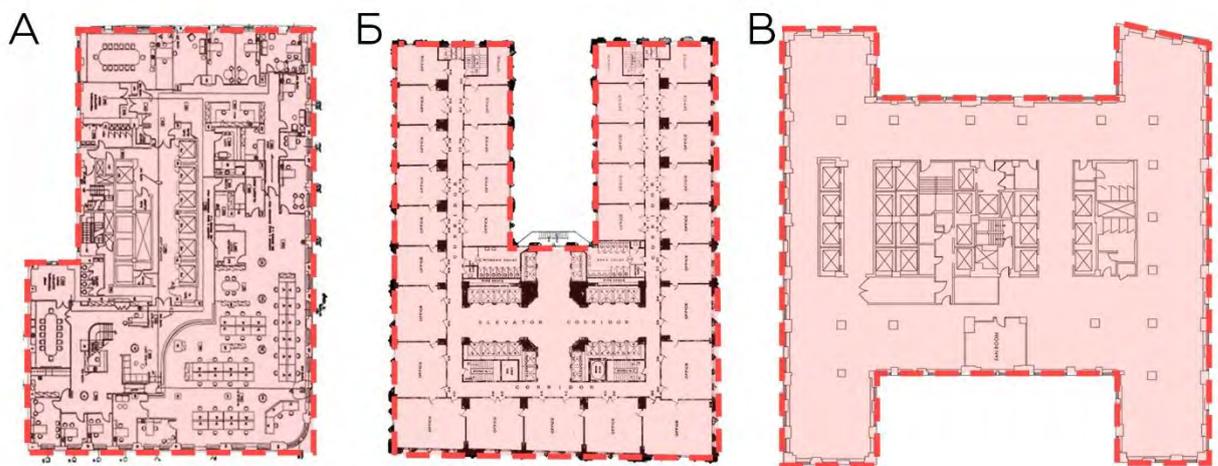


Рис. 132. Планировки: а) однокоридорная («Whitehall Building Anex»), б) двухкоридорная («Equitable Building»), в) коридорно-кольцевая («Empire state building»).

Анализ объектов I периода (1880е – начало 1930х) позволил не только проследить хронологическую последовательность применения данных планировочных решений, но и выявить частоту их реализации. Наиболее ранней является однокоридорная планировка, характерная для 40% рассмотренных примеров, далее двух коридорная, в 10% небоскребов, и впоследствии коридорно-кольцевая, самая распространенная – 50%.

Наиболее распространенными на ее основе решениями стали – Г-, П-, Н-образные формы планов, обеспечивавшие наибольшую прибыль с ограниченного участка территории при обеспечении максимально возможного светового периметра. Габаритные размеры объекта в плане варьировались от 50х50м до 55х129м. Примеры - «Дженерал-Электрик-билдинг» (1929-1931гг., Рис. 133а), «Вулворт-билдинг» (1910-1913гг., Рис. 133б), «Крайслер-билдинг» (1928-1930гг., Рис. 133в) в Нью-Йорке. Само членение этажа на множество отдельных помещений по периметру высотного здания обуславливалось и недостаточным развитием систем искусственного освещения, неспособностью перекрывать значительные пространства. Также небольшие офисы были самыми прибыльными объектами для застройщика. В конце XIX-нач. XX вв. была определена наиболее экономически выгодная глубина офисного помещения – 7,5м (25 футов). Однако, данная величина отличалась на различных уровнях из-за ступенчатости архитектурно-пространственного



**Рис. 133.** Формы планов: а) L-образный («Дженерал-Электрик-билдинг»), б) U-образный («Вулворт-билдинг»), в) H-образный («Крайслер-билдинг»).

решения большинства небоскребов, т.е. различной площади этажей его 3 основных объемов (основания, тела, венчания). На нижних уровнях глубина помещений достигала 12-18м, на средних – 6-12м, на верхних – вплоть до 4,5м.

Основные недостатки жесткой планировки:

- сложность реорганизации рабочего пространства (средняя периодичность необходимых планировочных изменений - 3-5 лет);
- несоответствие функциональным связям между сотрудниками различных отделов;
- недостаточное освещение в коридорах;
- сложность оптимизации к новым требованиям пожарной безопасности.

С 1960-х развитие ствольной, оболочковой и комбинированной на их основе конструктивных систем позволили высвободить внутреннее пространство офисных небоскребов от лишних стен, уменьшить конструктивную площадь<sup>22</sup> и увеличить полезную. [36; 75] Этому же способствовало применение люминесцентного освещения и железобетонного каркаса, со временем сменившего доминирование стальных конструкций. Эволюция офисного оборудования и сама тенденция к «технизации» привели к изменению внутренней организации небоскребов. Сменились представления о социальной роли сферы управления, общественного престижа корпораций и конторских служащих. В отличие от офисных небоскребов начала века, которые были призваны подчеркнуть власть владельцев компании, занимающих в здании собственные площади, последующие высотные объекты (особенно 60-70-х гг.) должны были демонстрировать единую производственную среду для служащих всех уровней, демократичность отношений между ними и важность непроизводственных аспектов.

Более того, в 1960-1962 гг. группа «Квикборнер» во главе с Эбехардом и Вольфгангом Шнелле провела ряд исследований о влиянии материального окружения на рабочий процесс и разработала ряд проектов. Архитекторы

---

<sup>22</sup> Конструктивная площадь - суммарная площадь горизонтальных сечений вертикальных конструкций.

представили обоснованную критику жесткому закреплению планировочных схем, которое не учитывало функциональных связей между сотрудниками. Исключив также применение сборно-разборных перегородок, они разработали организацию офисного пространства с передвижной модульной мебелью и разграничением различных зон посредством зеленых насаждений. [24]

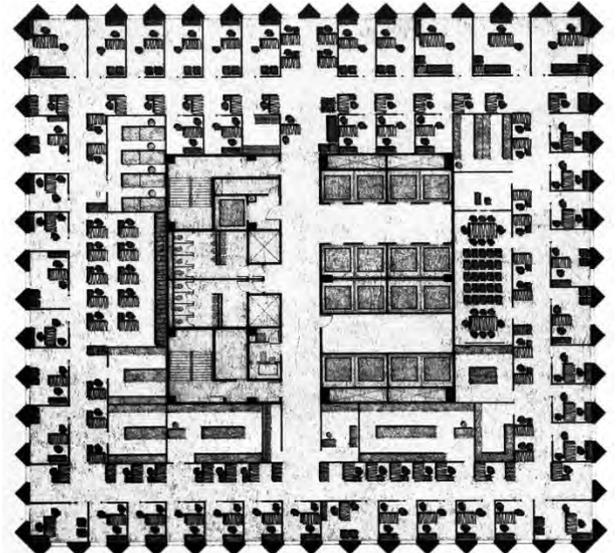
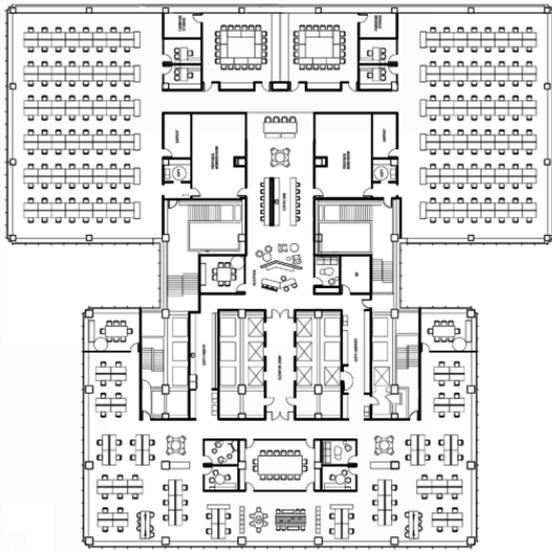
Впоследствии данное решение было обозначено термином «ландшафтное бюро» (или «бюроландшафт») и с начала 1960х по 1990-е гг. явилось наиболее распространенным видом *гибкой планировки*, в которой жестко фиксировались лишь системы вертикальных коммуникаций и сантехнических помещений. «Ландшафтное бюро» включало следующие положения:

- размещение рабочих мест с учетом визуальных связей,
- запрет на размещение сотрудников друг напротив друга,
- применение подвижных экранов и зеленых растений для зрительной изоляции (исключения ненужных визуальных связей),
- размещение только функционально необходимой мебели и оборудования,
- рабочая зона руководителя – часть общего пространства,
- использование специальных акустических средств и звукопоглощающих материалов.

Обладая простотой в реорганизации и переконпоновке рабочих пространств, такой вид планировки был более выгоден как для арендаторов, так и для арендодателей. Его распространение обуславливалось еще и отсутствием достаточно проработанных норм проектирования естественного освещения и пожарных требований в высотных зданиях. Одним из первых ярких примеров ее применения стало высотное здание «Сигрем-билдинг» в Нью-Йорке (1956-1958гг., Рис.134), а также последующие небоскребы-пластины в стиле Мис ван дер Роэ.

Гибкая планировка высотных офисов выстраивалась в соответствии с универсальным модулем для стандартизации – 1,5м (5футов). Особенно явно это читается в программе небоскреба «CBS building» в Нью-Йорке (1961-

1965гг., Рис. 135). В зависимости от служебного ранга за сотрудниками закреплялось определенное количество квадратных метров: президенты – 6х6м (20х20 футов), вице-президенты – 4,5х4,5м (15х15 футов), директора – 4,5х3м (15х10 футов), менеджеры – 3х3м (10х10 футов). [133]



**Рис. 134.** План 4 этажа. «Сигрем-Билдинг (Seagram Building)» в Нью-Йорке (1956-1958гг.).

**Рис. 135.** Типовой план. «Си-Би-Эс-Билдинг (CBS building)» в Нью-Йорке (1961-1965гг.)

Выявлено, что при гибкой планировке произошло увеличение средней глубины рабочей площади – до 12м, что более чем на 30 % больше относительно значений в небоскребах-предшественниках с жесткой коридорной системой (в сопоставлении рассматривались средние уровни основных объемов). Также утвердилась более компактная форма плана, следовательно, повысилась эффективность использования площади земельного участка.

Поиски новых экономически выгодных решений привели к появлению еще одного вида гибкой планировки – групповой. Она характеризовалась разграничением пространства посредством перегородок, не в полную высоту этажа (160-200см), и объединением людей в группы по 3-15 человек в зависимости от их рода деятельности и функциональной направленности отдела. Впоследствии также получили развитие и кабинетно-групповые структуры, представляющие собой синтез ячеистой (коридорной) и

большезальной (открытой/гибкой) планировок. Пример - «Аон-центр» в Чикаго (1973г.).

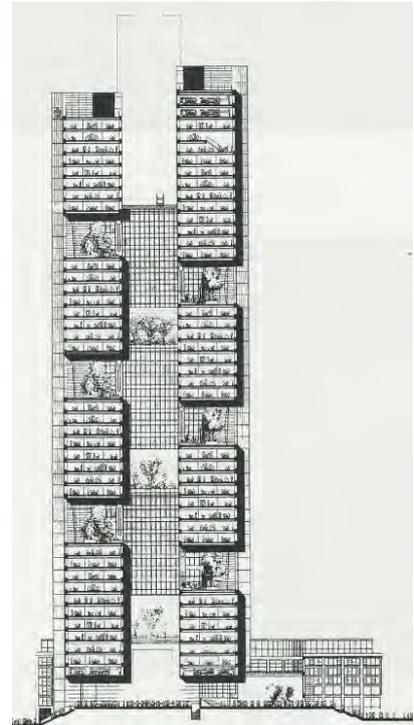
К 1980-м годам гибкая планировка утратила свою актуальность в связи с рядом выявленных недостатков:

- высокая доля энергозатрат на постоянное люминесцентное освещение рабочих мест и вентиляцию (до 40 %),
- дополнительные расходы на звукопоглощающие материалы,
- пониженная продуктивность работников в связи с неблагоприятным психофизиологическим воздействием искусственной среды.

Впоследствии высотные здания с гибкой планировкой продолжали возводиться в ряде стран («Shenzhen Special Zone Press Tower» в Шеньчжени, 1998г.), однако, в связи с появлением новых норм и утвердившимся курсом на энергоэффективность, большее распространение получили небоскребы с атриумами. Альтернативным решением башне с центральным транспортно-коммуникационным ядром выступил небоскреб с многосветным пространством. Применение атриума в планировочной структуре высотного здания позволило:

- увеличить световой периметр, обеспечив естественным освещением большее количество рабочих мест;
- создать естественную аэрацию помещений;
- понизить уровень энергопотребления;
- улучшить качество внутренней среды, а именно, ее психофизиологическое воздействие на человека.

Яркими примерами такой планировочной структуры с атриумом стали небоскребы «Блай Стрит» (2011г., Рис.136) в Сиднее и «Коммерцбанк-тауэр» во Франкфурт-на-Майне (1994-1997гг., Рис. 137). Во втором объекте глубина рабочей площади увеличилась до 16,5 м, что примерно на 25% больше, чем в небоскребах-пластинах стиля Миса. Однако, стоит отметить, что такое значение было получено за счет внутреннего светового периметра вокруг атриума.



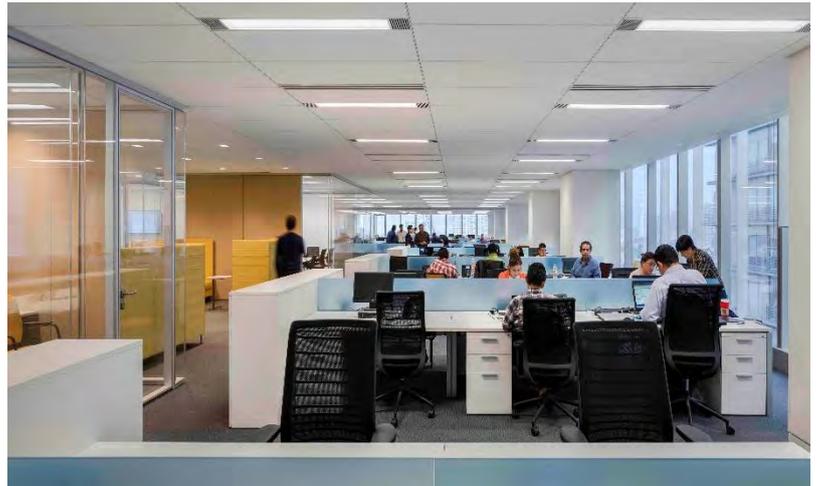
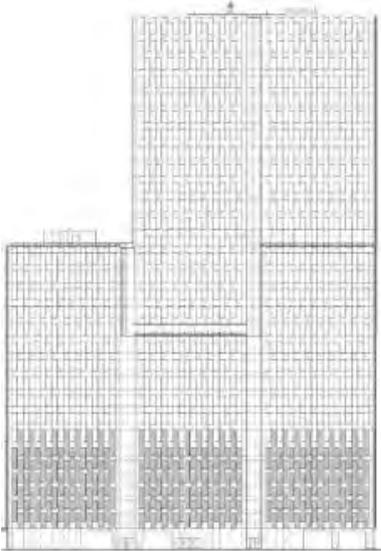
**Рис. 136.** Разрез. «Блай Стрит» (2011г.).

**Рис. 137.** Разрез. «Коммерцбанк-тауэр» (1994-1997 гг.)

В 2010 году бюро SOM разработало ряд стандартов и правил по улучшению и оптимизации существовавших планировочных решений в офисных объектах компании BBVA<sup>23</sup>, в особенности высотных (Банковский Операционный центр и Штаб-квартира в Мехико, Рис.138, 139). Они определяли модель рабочего пространства на основе 4 основных позиций:

- параметры индивидуального рабочего места,
- параметры изолированных зон для совместной работы,
- параметры «опорных пространств» («support spaces», т.е. пространств для других функций, кроме рабочих мест, занятых персоналом и включающих в себя такие помещения, как конференц-залы, пространства для хранения документов и приемные, но не учитывающих первичные или вторичные зоны циркуляции),
- параметры бизнес- и клиентских зон.

<sup>23</sup> BBVA Global Interior Design Standards. – URL : <https://www.som.com/projects/bbva-global-interior-design-standards/> (прим. BBVA (Banco Bilbao Vizcaya Argentaria) — одна из крупнейших банковских компаний в Испании)



**Рис. 138.** Фасад. Банковский Операционный центр и Штаб-квартира BBVA в Мехико.

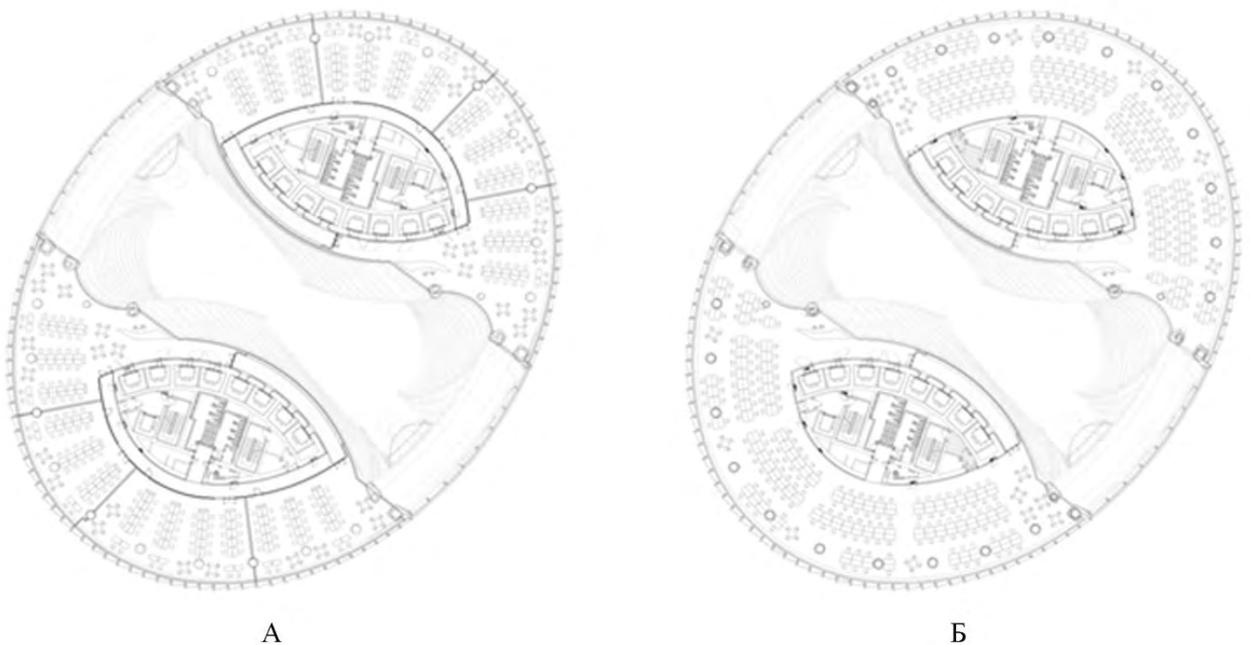
**Рис. 139.** Интерьер. Банковский Операционный центр и Штаб-квартира BBVA в Мехико.

Открытая планировка, стеклянные перегородки обеспечивали высокий уровень «видимости» между рабочими местами, отражали эволюцию от иерархической структуры к более адаптивной, совместной. Новые стандарты были нацелены не только на обеспечение гибкости к изменениям внутренних пространств, но и к улучшению среды для социального взаимодействия – организация комнат отдыха, открытых террас и др.

Одним из прогрессивных приемов в планировочном решении небоскребов стало расположение различных рабочих пространств в зависимости от требуемого количества естественного освещения. В такой компромиссной (комбинированной) планировке большинство рабочих мест размещается вдоль периметра здания, а зоны с техническим оборудованием, переговорные, элементы горизонтальных коммуникаций (коридоры, галереи, буферные пространства), помещения архивов располагаются ближе к центру здания и ограждаются прозрачными перегородками для обеспечения естественного освещения. Примеры – небоскреб «Фенчерч-стрит, 20» в Лондоне (2011-2014гг., Рис.140). Так же в современном высотном строительстве используется комбинация различных видов планировок в зависимости от этажей: в небоскребе «Лиза Сохо» (Пекин, 2019г., Рис.141)



**Рис. 140.** Интерьер. «Фенчерч-стрит, 20» в Лондоне (2011-2014гг.).



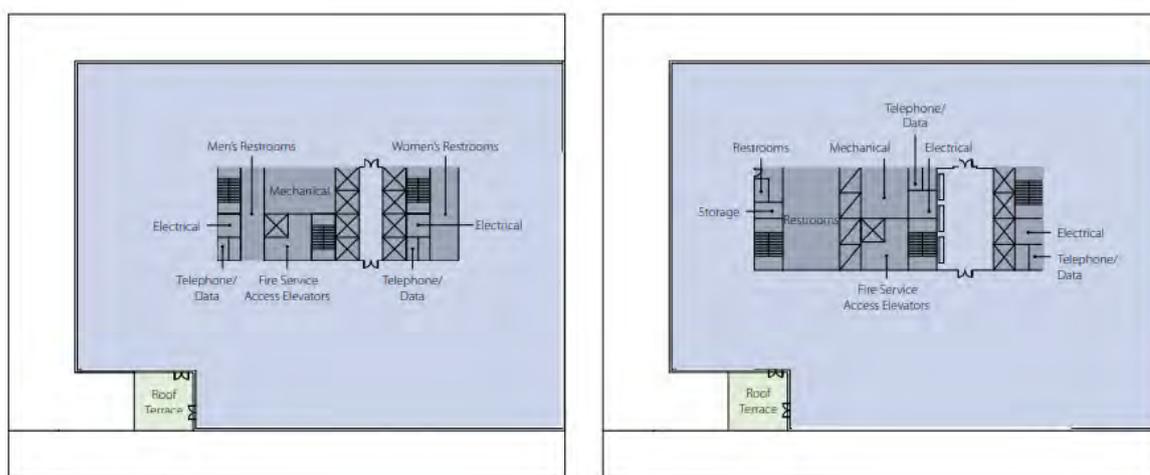
**Рис.141.** Варианты планировки: а) поделенная на сектора (multiple-unit); б) открытая (open). «Лиза Сохо».

применяется как открытая планировка, так и поделенная на сектора («multiple-unit»).

Главным фактором эволюции внутренней организации офисных башен является экономическая эффективность. Уменьшенные площади под транспортно-коммуникационное ядро для максимального увеличения арендуемой площади; протяженные пролеты арендных помещений, которые минимизируют количество колонн, а также все более быстрая вертикальная транспортировка и инженерное оборудование (механическое, электрическое и

сантехническое) — все это служит повышению плотности размещения. Общеотраслевой акцент на оптимизацию снижает как первоначальный капитал, так и эксплуатационные расходы. Эти двойные требования — увеличение заполняемости и снижение затрат — стали возможными благодаря инновациям в инженерии, материаловедении и архитектурном планировании.

Однако, проблемы современной оптимизации и модернизации планировочных решений высотных зданий обострились во время пандемии COVID-19. Большинство офисных башен с высокой плотностью размещения сотрудников были неспособны адаптироваться к новым требованиям по социальному дистанцированию. Данный факт был подтвержден исследованием компании «The partnership for New York City», в котором сообщалось, что только 8% служащих вернулись в высотные офисы к концу августа 2020 года. В контексте данной проблемы компания «FXCollaborative» разработала проект офисного небоскреба в районе Гудзон Ярдс на Манхэттене (Рис. 142), способного функционировать и обеспечивать достаточную заполняемость как в период пандемии, так и в обычное время. (основные



**Рис. 142.** Сравнение схем типового плана и плана, рассчитанного с учетом социального дистанцирования во время пандемии. Проект офисного небоскреба в районе Гудзон Ярдс на Манхэттене.

приемы см. в разделе 2.4. «Влияние позиций “Устойчивого развития” на объемно-пространственное решение ВБЦ»). Для этого, с позиций архитектурно-пространственного решения, была организована открытая планировка и циркуляция с разведением людских потоков. Согласно новым

траекториям движения, односторонней циркуляции, потребовалось увеличение лифтовых холлов на 40%, что уменьшило полезную площадь типового этажа на 2%, с 2460 до 2403 кв.м. Произошла реорганизация санузлов с заменой на индивидуальные кабины, что при площади, сопоставимой со стандартной планировочной схемой, сократило вместимость на 15-20%. Рабочее место, как часть единого полотна, разделенного настольными заграждениями для нескольких сотрудников, было заменено на индивидуальную «рабочую станцию» (Рис.143). Это привело к увеличению его площади на 16%, с 12 до 14 кв.м. [127]



**Рис.143.** Сравнение 2 типов рабочих мест: 1 - единое полотно, разделенное настольными заграждениями для нескольких сотрудников, 2 - индивидуальная «рабочая станция».

Согласно данным исследования компании «Gartner», на момент 2020 года почти 25% компаний планировали перевести 20 % своих сотрудников на удаленную работу. С covid-19 гибридная форма работы распространилась повсеместно и вызвала пересмотр организации офисных пространств. Среди наиболее перспективных тенденций выделяются:

- незакрепленные индивидуальные рабочие места и свобода передвижения;
- превалирование пространств для коммуникации и коллективной работы (переход индивидуальной работы в удаленный формат);

- расширение программы конференц-залов, их оснащения, конфигураций для использования в качестве пространств для официальных переговоров, неофициальных встреч, уединенной работы пары или группы людей.

## **2.2. Взаимодействие архитектурно-пространственных и конструктивных решений объектов.**

**Конструктивная система** (см. Т II прил.1 Л. 2.2.1.-2.2.2.).

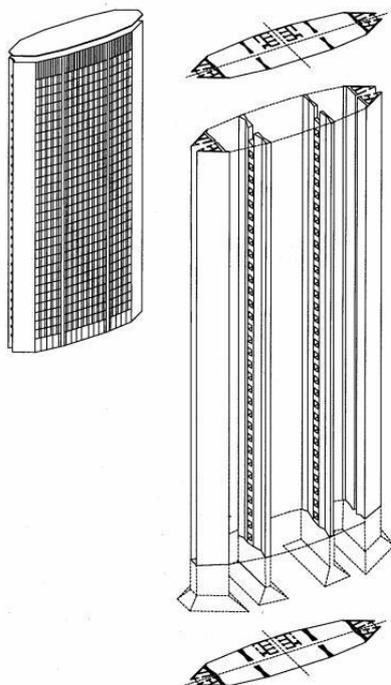
*Конструктивная система* – это совокупность горизонтальных и вертикальных элементов здания, совместная работа которых по восприятию и передаче различных нагрузок обеспечивает устойчивость, прочность и долговечность здания.

В высотном строительстве применяется 4 основные конструктивные системы: диафрагмовая, каркасная, ствольная и оболочковая (см. Раздел 1.3.). Также широко распространены комбинированные на их основе схемы: ствольно-оболочковая, каркасно-стенная, каркасно-ствольная и др. Именно соединение различных конструктивных систем позволяет не только достигать рекордных высотных отметок, апробировать новые конфигурации в плане и на фасаде, повышать эффективность использования материалов, но и обеспечивать более четкую корреляцию с планировочными решениями.

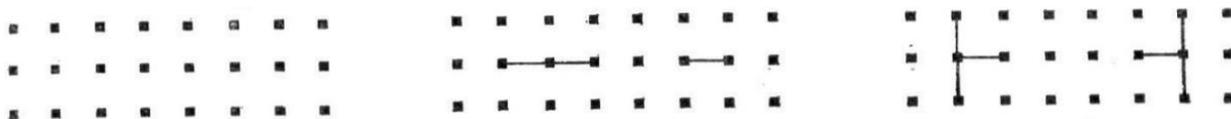
В *диафрагмовой, или стеновой, конструктивной системе* основная нагрузка приходится на несущие стены. Ввиду чего данная схема находит применение в основном в высотных апартаментах, гостиницах, так как для офисных объектов требуются большие площади помещений и возможность планировочных трансформаций внутри этажа. Однако, в 1956-1960 гг., с развитием железобетонных конструкций, диафрагмовая система была применена в офисной башне «Пирелли» (Милан, Италия, Рис. 144). Массивные поперечные пилоны вместе со стенами ТКЯ и преднапряженными перекрытиями позволили увеличить пролет до 14,5 м, тем самым повысив число возможных вариаций организации рабочих мест в пределах этажа.

Максимальная высота объекта с диафрагмовой системой – до 50 этажей (ок. 170м).

*Каркасная система* – конструктивная система, которая состоит из вертикальных и горизонтальных элементов, колонн и ригелей, соединенных



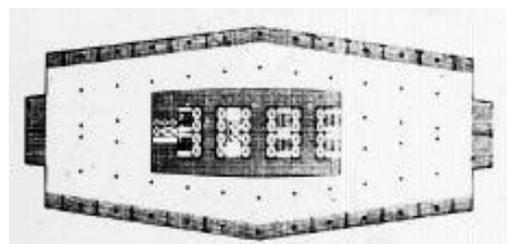
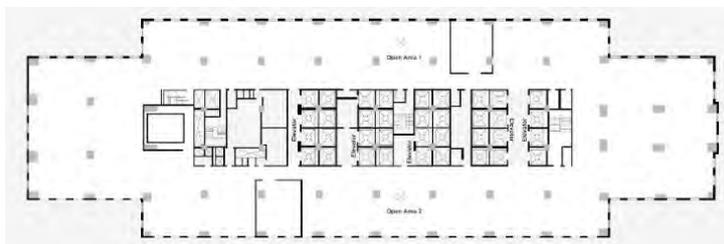
**Рис. 144.** Схема конструкций (изометрия). Башня «Пирелли». 1956-1960гг. Милан, Италия. жесткими дисками перекрытий, что обеспечивает необходимую устойчивость структуры; более адаптивна к планировочным изменениям по сравнению с диафрагмовой системой. В зависимости от характера работы представлена в трех вариантах: рамном, рамно-связевом и связевом (Рис. 145). *Рамный каркас* выстраивается на основе ригелей и колонн. В *рамно-связевом* же в качестве диафрагм жесткости по одной оси добавляются стены. *Рамно-связевая*



**Рис. 145.** 3 варианта каркасной системы (в плане): рамная, рамно-связевая, связевая (слева направо).

система каркаса основана на сочетании рамных конструкций с диафрагмами в продольном и поперечном направлениях. С увеличением высоты объекта происходит усложнение рамных узлов, что ведет к переходу на связевый

каркас с вертикальными диафрагмами жесткости. Рамный каркас является наиболее трудозатратным и наименее материалоемким, однако, целесообразность его применения ограничивается объектами до 30-40 этажей. Увеличение количества диафрагм прямо пропорционально увеличению материалоемкости, и в небоскребах до 60 этажей рамно-связевый каркас на 25% экономичнее связевого, наиболее распространенного в высотном строительстве. В рамках анализа небоскребов было выявлено, что связевый вариант свойственен 71% объектов, рамно-связевый – 24% и рамный – 5%. По сравнению со ствольными, оболочковыми и комбинированными системами каркасная является наименее сейсмостойкой. Основные объекты применения – небоскребы до 60 этажей (XXв.). Примеры: «Рокфеллер-плаза, 30» (1932-1933 гг., h=259м, Нью-Йорк, США, Рис.146), «Метлайф-Билдинг» (1959-1963гг., h=249м, Нью-Йорк, США, Рис.147). Максимальная высота объекта с каркасной системой – до 102 этажей («Эмпайр-стейт-билдинг, hверх.этаж = 373,1м, hоб.= 443,2, Нью-Йорк, США).



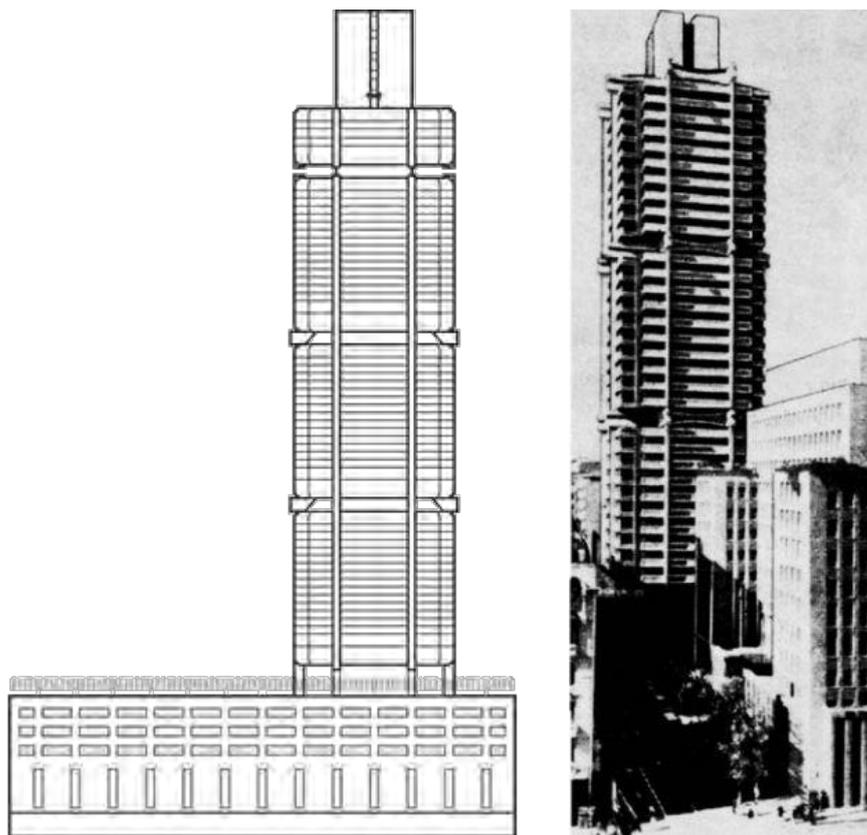
**Рис. 146.** План. Рокфеллер-плаза, 30. 1932-1933 гг. Нью-Йорк, США.

**Рис. 147.** План. Метлайф-Билдинг. 1959-1963гг. Нью-Йорк, США.

При *ствольной* конструктивной системе жесткость и устойчивость здания обеспечивается вертикальным стержнем, стволом здания из пространственных диафрагм, при этом формируется безбарьерное пространство этажа с возможностью различных планировочных изменений. Такой стержень, или «ядро жесткости», размещается по центру, в частных случаях – по углам, если здание имеет квадратный или треугольный план. Также центральное расположение ствола обеспечивает большой световой периметр, а, следовательно, и большую полезную площадь. В зависимости от способа передачи нагрузок на «ядро жесткости» в ствольной системе

различают следующие варианты: консольные и подвесные. В консольно-ствольной подсистеме данный процесс осуществляется через консоль, в ствольно-подвесной – через подвески и оголовок. В первом варианте имеется мощная консоль (пространственная конструкция с консолями в двух направлениях высотой 3-5м), которая впоследствии нагружается объемом порядка 15 этажей; во втором – усиленный ростверк (пространственная конструкция из преднапряженных балок), к которому подвешиваются 4-20 этажей. Тем не менее, в консольно-ствольной системе перекрытие каждого этажа может быть консолировано; в этом случае очертания фасада здания будут более однородными, трудозатраты более высокими. Наиболее экономически выгодным решением является единая горизонтальная несущая конструкция, без членения на группы этажей с повторяющимися оголовками или консолями. Меньший расход стали приходится на ствольно-подвесную систему при сравнении с ствольно-консольной. [65] Пример ствольной системы (с ростверками) - «Здание центрального страхового фонда» (h=171м, 1976г., Сингапур, Рис. 148), «Стандарт Банк Центр» (h=139м, 1966-1968 гг., Йоханнесбург, ЮАР, Рис. 149). Ствольная система, сочетаясь с оболочковой, каркасной или, реже, диафрагмовой системами, компенсирует свои ограничения как в вылете консолей (или ростверков), так и в вариативности фасадных решений. Данная конструктивная система используется при строительстве в сейсмически активных районах, а также регионах с сложными гидрогеологическими характеристиками. На ее основе реализуются объекты высотой от 30-40 этажей и выше, в программе которых превалирует деловая функция.

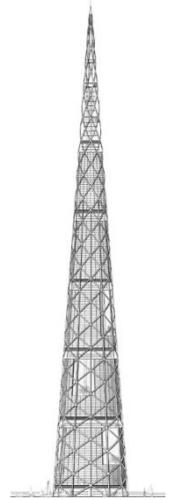
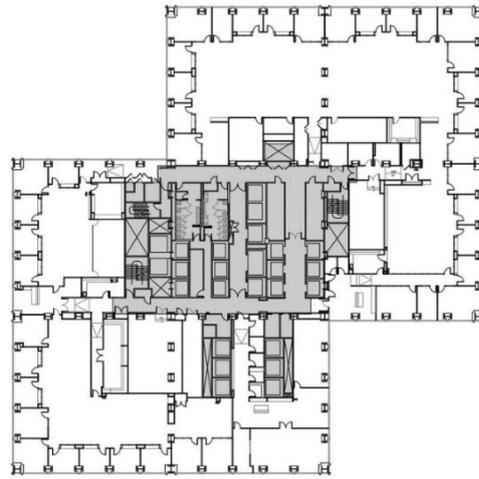
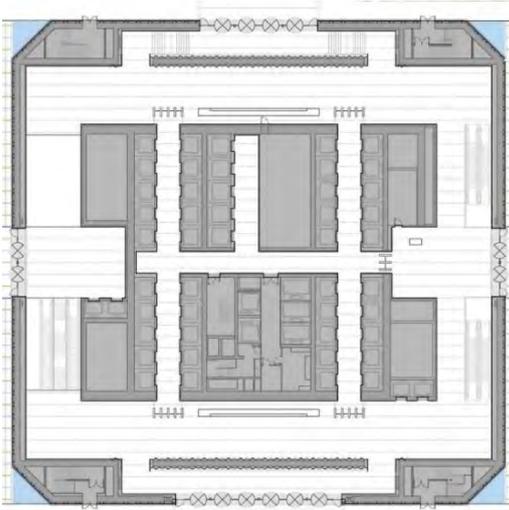
Из плотно расположенных по периметру здания колонн, соединенных обвязочными балками, выстраивается внешний несущий контур *оболочковой*



**Рис. 148.** Схема фасада. Здание центрального страхового фонда. 1976г. Сингапур.

**Рис. 149.** Фото. Стандарт Банк Центр. 1966-1968 гг. Йоханнесбург, ЮАР.

конструктивной системы. По сравнению с другими системами, данная система обладает большей жесткостью (на 30-50%), что позволяет более гибко решать планировочные задачи. Она применяется в зданиях высотой от 200 метров. Существуют две основные модификации оболочковой системы: оболочково-ствольная и оболочково-диафрагмовая («пучок труб»). В первом варианте общая конфигурация объектов строго соответствует монолитному призматическому или пирамидальному объему, во втором – появляется возможность организации ступенчатости и вариативности внешних форм, усложнения объемно-пространственной композиции. Максимальная высота объекта с оболочковой системой – до 110 этажей («ВТЦ 1 (One World Trade Center)» в Нью-Йорке, 2006-2013 гг.,  $h=417$ м, Рис. 150), с оболочково-диафрагмовой – 110 этажей («Сирз-тауэр» в Чикаго, 1970-1973 гг.,  $h=443$ м, Рис. 151), с оболочково-ствольной – 180 этажей (Башня «Миллениум» в Токио (проект),  $h=840$ м, Рис. 152).



**Рис. 150.** План. ВТЦ 1. 2006-2013 гг. США, Нью-Йорк.

**Рис. 151.** План. Сирз-тауэр. 1970-1973 гг. США, Чикаго.

**Рис. 152.** Фасад. Башня «Миллениум» (проект). Япония, Токио.

*Анализ более 100 высотных объектов позволил вывести соотношение использования различных конструктивных систем:*

- каркасно-ствольная – 56%,
- каркасная – 16%,
- оболочковая – 8%,
- ствольно-оболочковая – 6%,
- каркасно-диафрагмовая – 4%,
- ствольная – 4%,
- каркасно-ствольно-диафрагмовая – 2%,
- оболочково-диафрагмовая – 2%,
- диафрагмовая (стенная) – менее 1%.

Таблица № 1. Использование конструктивных систем в зависимости от высотности (%):

Конструктивные системы Высотность	Диафрагмовая	Каркасная	Ствольная	Оболочковая	Ствольно-оболочковая	Каркасно-ствольная	Оболочково-диафрагмовая	Каркасно-диафрагмовая	Каркасно-ствольно-диафрагмовая
Высотные (100-300м)	<1	19	5,5	3	8	59	-	5,5	-
Сверхвысокие (300-600м)	-	16	-	5	18	46	7,5	-	7,5
Мегавысокие (от 600м)	-	-	-	-	50	50	-	-	-

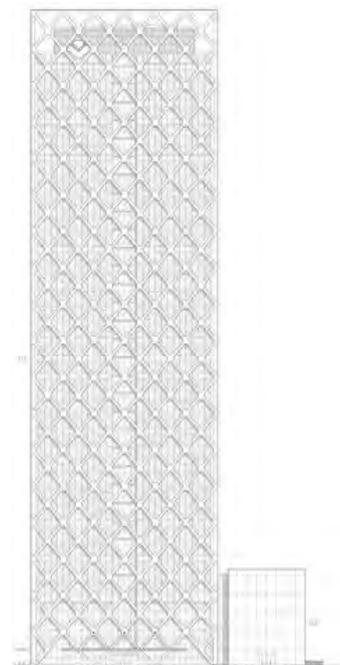
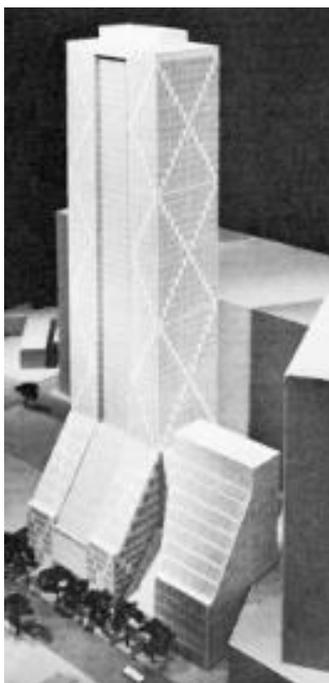
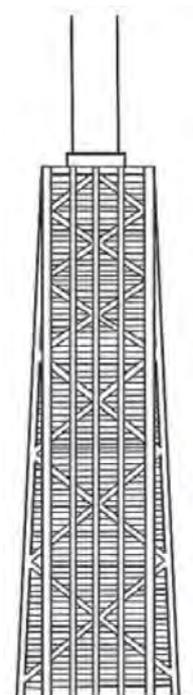
Таблица № 2. Использование конструктивных систем в зависимости от исторического периода:

Конструктивные системы Период	Диафрагмовая	Каркасная	Ствольная	Оболочковая	Ствольно-оболочковая	Каркасно-ствольная	Оболочково-диафрагмовая	Каркасно-диафрагмовая	Каркасно-ствольно-диафрагмовая
I период (1880е- начало 1930х)	-	100	-	-	-	-	-	-	-
II период (конец 1930х – начало 1970х)	-	40	-	20	-	30	10	-	-
III период (конец 1970х – 1990е)	-	-	10	5	10	65	-	10	-
IV период (2000 - 2020е)	-	6	-	6	13	69	-	-	6

Экзоскелет – это внешний каркас, образованный снаружи основного объема здания, усиливающий жесткость и прочность его несущего остова.

С 1960-х, с изобретением оболочковой системы, особое внимание было обращено к структуре ограждающих конструкций. В комбинированном, ствольно-оболочковом, варианте небоскреб достигал рекордных высот при увеличенной возможности различных планировочных трансформаций в пределах этажа. Эволюция структуры оболочки и появление новых приемов ее построения способствовали не только росту высотных отметок, но и развитию эстетики ограждающих конструкций. Усиление ортогональной

сетки за счет плоских элементов жесткости и введение раскосов привели к повышению устойчивости объектов. По масштабу такие диагональные связи варьировались от макроферм во всю ширину здания, как в «Центре Джона Хэнхока» (h=457м, 1969г., Рис. 153) и «Онтери Центр» (h=170м, 1986г., Рис. 154) в Чикаго до диагонально-раскосных систем с меньшим шагом, как в «Шеньчженьском сельском коммерческом банке» (h=158 м, 2020г., Рис. 155).



**Рис. 153.** Схема фасада. Центр Джона Хэнхока. 1969г. США, Чикаго.

**Рис. 154.** Макет. Онтери Центр. 1986г. США, Чикаго.

**Рис. 155.** Схема фасада. Шеньчженьский сельский коммерческий банк. 2020г. Китай, Шеньчжень.

С 1980-х с появлением стиля хай-тэк возникла не просто тенденция «обнажения» ограждающих несущих конструкций, но и сама их эстетика стала гипертрофированной. Яркими примером является «Здание банка HSBC» в Гонконге (h=179м, 1983-1985гг., Рис. 156). Начиная с 2000х-2010х регулярный характер ограждающей структуры небоскребов хай-тэка («Херст-Тауэр», h=182м, 2003-2006 гг., США, Нью-Йорк, Рис. 157) сменяется усложненной конструктивной сеткой, направляющие которой выстраиваются уже не по прямой, а криволинейно («Карлавагнсторнет», h=202м, 2014г. (проект бюро «Заха Хадид»), Гетеборг, Швеция, Рис. 158).



**Рис. 156.** Схема фасада. Здание банка HSBC. 1983-1985гг. Гонконг.

**Рис. 157.** Схема фасада. Херст-Тауэр. 2003-2006 гг. США, Нью-Йорк.

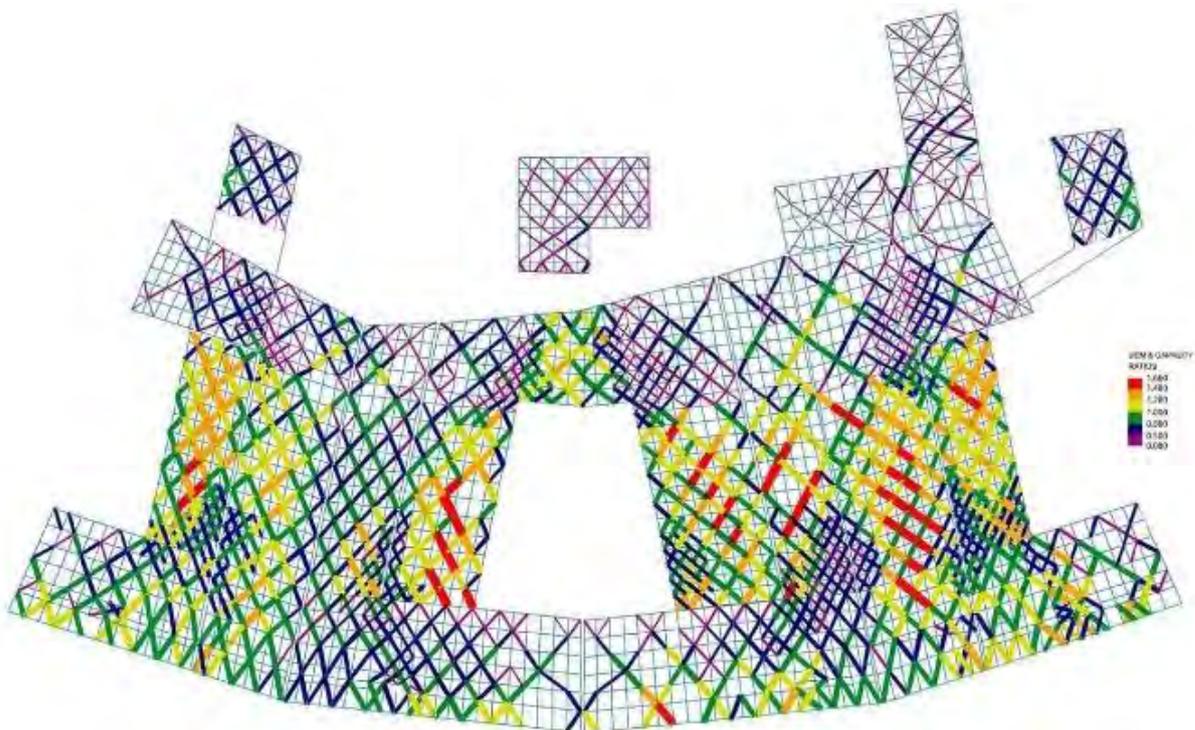
**Рис. 158.** Визуализация. Карлавагнсторнет (проект бюро «Заха Хадид»). 2014г. Швеция, Гетеборг.

К 2020 году в контексте развития различных типов оболочковых систем сформировалась база исследований по топологической оптимизации<sup>24</sup> (ТО, см. Т II прил.1 Л. 2.2.4-2.2.5.). [118; 130] В проектирование высотных зданий методы ТО были заимствованы из авиа- и автомобилестроения. Это позволило не только повысить эффективность использования материалов и, как следствие, целесообразность капиталовложений, но и выявить новый инструмент архитектурно-композиционной и пластической выразительности. Структура внешней решетки, ее композиция, толщины конструктивных элементов стали математически-выверенным рисунком физических напряжений и воздействий на высотное здание. Сложная нерегулярная решетчатая система пришла на смену строго закрепленному метроритмическому шагу и направлению диагональных связей.

<sup>24</sup> Топологическая оптимизация – это метод автоматизированного проектирования, позволяющий получить оптимальную форму изделия в заданных условиях эксплуатации.

Формирование пластики фасада на основе статических и динамических нагрузок укрепило курс на материалоемкость в высотном строительстве.

Первым примером транслирования рисунка напряжений на фасад стало здание «ССТV» в Пекине (бюро «ОМА», 2008г., Рис. 159). Элементы диагонально-решетчатой оболочки имеют различные толщины в зависимости от нагрузки; их размещение позволяет равномерно распределить действие сил на небоскроб.

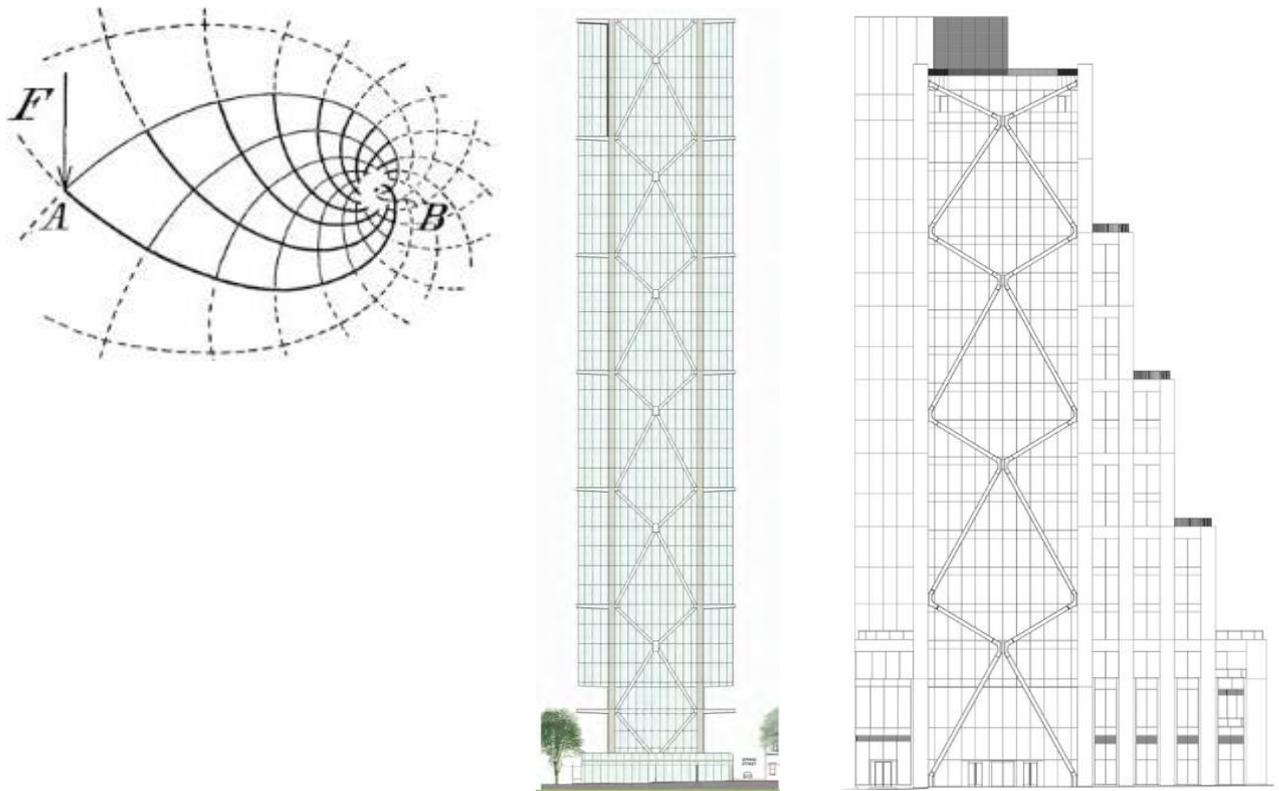


**Рис. 159.** Анализ напряжений на развертке фасада. Си-Си-Ти-Ви. 2008г. Китай, Пекин.

В 2015 году в рамках работы над Финансовым центром «СІТІС» в Шеньчжене бюро SOM провело исследование в области потенциала оптимальной геометрии экзоскелетных ферм. Финансовый центр включал два объекта: башню с офисами и кондоминиумами ( $h=300\text{м}$ ) и небоскроб с гостиницами и жильем ( $h=200\text{м}$ ). Для каждой из башен была разработана индивидуальная структура внешней решетки с учетом использования наименьшего количества материала при обеспечении наибольшей конструктивной жесткости. Периметральная система раскосов реагировала на различные статические и динамические нагрузки, в особенности были учтены сейсмические и ветровые воздействия. Структура внешней оболочки

офисного здания выстраивалась в соответствии с принципами построения фермы Митчела<sup>25</sup> (как частного случая траекториальной структуры, Рис. 160), а жилая башня – согласно ТО на основе SMC (статических и динамических нагрузок).

В отличие от проекта «СІТІС», в котором диагональные раскосы предусматривались на всех фасадах башен, в реализованных офисных небоскребах бюро SOM – «100 Маунт Стрит» в Сиднее (2012-2019гг., Рис. 161) и «800 Фултон Маркет» в Чикаго (2019-2021гг., Рис. 162) – прием ТО был применен только на торцах объектов.



**Рис. 160.** Ферма (сетка) Митчела.

**Рис. 161.** Фасад. 100 Маунт Стрит. 2012-2019гг. Австралия, Сидней.

**Рис. 162.** Фасад. 800 Фултон Маркет. 2019-2021гг..США, Чикаго.

<sup>25</sup> Ферма Митчела (решетка Прагера) – система оптимальных дискретных ферм; по Митчелу, «решетчатая конструкция (ферма) является оптимальной, то есть она достигает предела экономии материала, возможного в любой конфигурации конструкции при одних и тех же приложенных силах, если пространство, занимаемое конструкцией может быть подвержено соответствующей малой деформации, так что деформации во всех стержнях решетки увеличиваются в долях, пропорциональных их длинам, и не менее, чем в долях изменения длины любого элемента конструкции».

В современном экспериментальном проекте высотного здания Залевского и Заблоцкого в структуре внешней оболочки была применена ферма Митчела.

Теоретическая база данного вопроса также была подготовлена профессором В.Г.Темновым, раскрывшим принцип траекториального строения стержневых систем в контексте биомиметики; Э.Мартин и Дж. Дейрляйн, диаграмму методов ТО (2020г.). [96; 97; 130]

Существующие типы оболочковых систем, в том числе применением диагональных раскосных конструкций, предлагается выстроить в следующем порядке в зависимости от увеличения конструктивной жесткости, а также эффективности использования материалов (см. Т II Л. 2.2.3.):

1. пространственная многопролетная безраскосная рама-оболочка:
  - без дополнительных вставок,
  - с повышенной жесткостью за счет плоских вставок в ячейки рам;
2. система с раскосной фермой («Технологический Центр Комкаст» в Чикаго);
3. система с треугольной фермой («Башня банка Китая» в Гонконге, «Джордж-Стрит 180» в Сиднее, «Итон Плейс Далянь» в Даляне, «Ильхам» в Куала-Лумпуре);
4. система с пространственной крестовой макрофермой («Центр Джона Хэнхока» и «Онтери Центр» в Чикаго, «КК100» в Шеньчжэне, «Чайна-Цзунь» в Пекине);
5. система с полураскосной фермой (Башня «Миллениум» в Дубаи);
6. система с фермой, топологически оптимизированной на основе
  - статических нагрузок,
  - динамических нагрузок,
  - SMC (статических + динамических нагрузок)
 («100 Маунт Стрит» в Сиднее, «800 Фултон» в Чикаго, жилая башня финансового центра «СІТІС» в Шеньчжэне);
7. система с фермой Митчела (Офисная башня финансового центра «СІТІС» в Шеньчжэне).

## 2.3. Системы инженерного обеспечения в структуре ВБЦ.

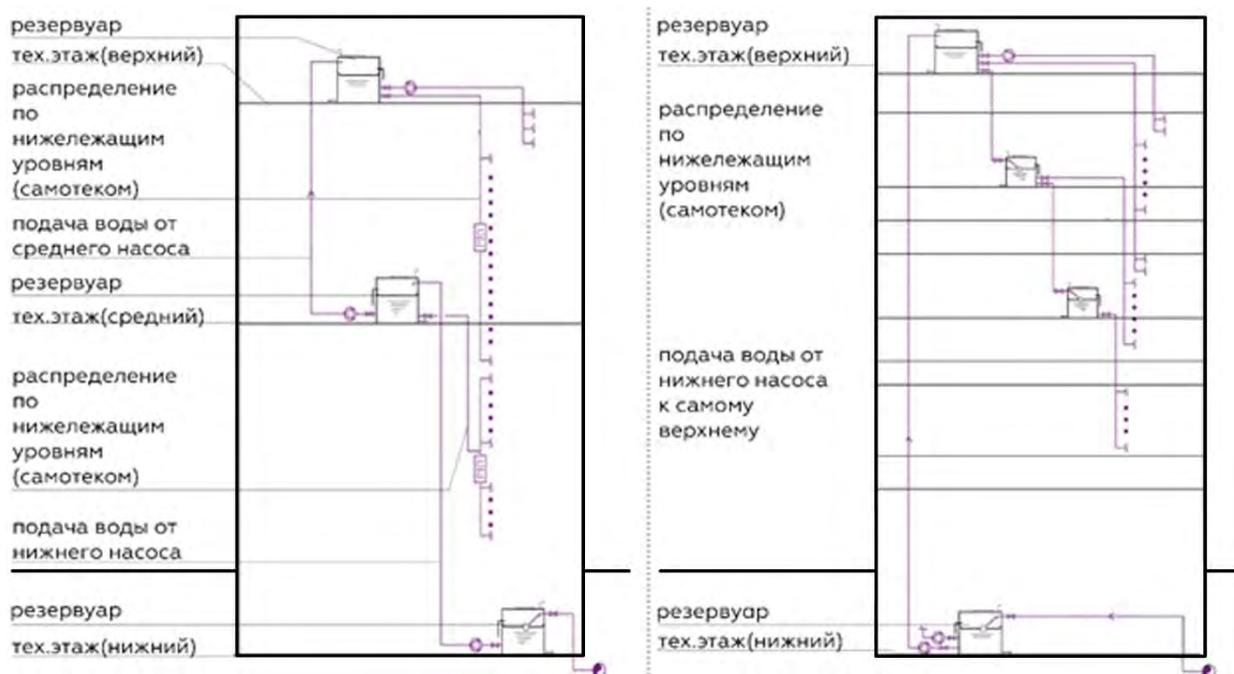
### 2.3.1. Водоснабжение и водоотведение.

В высотных зданиях системы водоснабжения и водоотведения зонируются по вертикали. Существуют 2 основных вида систем водоснабжения в небоскребах. В первом виде, с каскадной (последовательной) подачей воды, насосы размещаются на технических этажах и имеют несколько «остановок» по всей высоте здания (Рис. 163). Данный вид является наиболее распространенным, особенно в странах Азии, что обуславливается местными требованиями по организации зон безопасности через каждые 12-15 этажей, которые совмещаются с зонами под оборудование системы подачи воды. В мировой практике популярность каскадной схемы также обуславливается стремлением снизить давление в трубах верхних зон и, соответственно, энергопотребление насосов. [3] Она реализована в «Бурдж-Халифе» в Дубае (8 тех. зон), «Лахта-центре» в Санкт-Петербурге (5 тех. зон), комплексе «Федерация» в Москве.

Во втором виде системы водоснабжения все повысительные насосные станции размещаются на нижнем техническом уровне, что нивелирует шумы и вибрации на эксплуатируемых этажах, а также увеличивает полезную площадь здания (Рис.164). Используется в зданиях до 200 м, исключение – «Центр Джона Хэнкока» в Чикаго (верх.эт. =329м). В ходе анализа 30 высотных объектов было выявлено, что до 90 % небоскребов имеют каскадную систему водоснабжения и около 10% - систему с одним уровнем насосных станций.

Противопожарный водопровод высотного здания активируется только при возникновении возгорания; в штатном режиме трубы пусты.

Система водоотведения (канализации) в высотных зданиях имеет 2 разновидности: 1. с парными стояками – сточным, т.е. рабочим, и вентиляционным – «Рокфеллер-плаза, 30 (Комкас-билдинг)» в Нью-Йорке (по 300мм каждый; 1932-1933 гг.), «ГЗ МГУ» в Москве (150 и 100мм; 1949-



**Рис. 163.** Система с каскадной подачей воды.

**Рис. 164.** Система с одним уровнем насосных станций.

1953гг.); 2. с одним стояком увеличенного диаметра. Выбор одно- или двухстояковой системы определяется для каждого небоскреба индивидуально, исходя из величины расчетного расхода сточных вод. На технических этажах проектируются специальные перемычки, замедляющие скорость стока в трубах.

Ливневая канализация предусматривает сбор талой воды с покрытий и отведение конденсата с наружных блоков сплит-систем.

Основной материал водопроводов – чугун, а не горючий ПВХ: Токио - 97%, Нью-Йорк - 85%, Гонконг - 90% (по данным на 2015г.).

### 2.3.2. Отопление. Вентиляция. Кондиционирование.

*Теплоснабжение* небоскреба осуществляется от городских сетей с температурным с устройством индивидуального теплового пункта в подземной технической части. От ИТП проводятся системы горячего водоснабжения, отопления и вентиляции.

Водяное *отопление* подается через двухтрубную систему; отопительные приборы представлены встраиваемыми (внутрипольными) конвекторами,

реже – плинтусными, запроектированными вдоль ограждающих конструкций. Существует 2 схемы подключения данных приборов: индивидуальное и последовательное. Индивидуальное подключение наиболее распространено в отечественной практике и подразумевает подсоединение каждого отопительного прибора отдельно. Последовательная схема популярна в США и Канаде и заключается в подключении радиаторов один за другим и движении теплоносителя по кругу. Было выявлено, что именно последовательная схема является наиболее выгодной, так как позволяет сократить до 75 % оборудования и увеличить полезную площадь.

Из-за высокого ветрового давления в ВБЦ применяется механическая система приточно-вытяжной *вентиляции* с установкой комбинированных вентиляционных камер на технических этажах. Приток и вытяжка в данных зонах осуществляются через воздухозаборные решетки на фасаде. Согласно СНиП 2.04.05-91 (Изменение N 2), приемные устройства для наружного воздуха и для выброса удаляемого воздуха (под углом 45°) размещаются в одном уровне на расстоянии между ними не менее 10м по горизонтали. В эксплуатируемые помещения воздух подается через систему центральной приточно-вытяжной вентиляции.

Система *кондиционирования* ВБЦ имеет 2 основных варианта компоновки: децентрализованный поэтажный и централизованный с техническими этажами. Децентрализованная поэтажная система кондиционирования предполагает устройство специального помещения (площадью 60-70 м<sup>2</sup>) с техническим оборудованием на каждом эксплуатируемом уровне (до 2000 м<sup>2</sup>). В системе кондиционирования с техническими этажами, каждый из которых обслуживает порядка 12-15 выше- или нижележащих уровней, закладывается тот же набор инженерного оборудования, но с более высокой мощностью. Таким образом, с точки зрения экономии суммарной площади под оборудование и шахты, а также эксплуатационных затрат и надежности, более выгодным решением является децентрализованная поэтажная система кондиционирования. В отличие от

жилых небоскребов, для ВБЦ не характерно применение таких местных установок кондиционирования, как сплит- и мульти-сплит-систем. Для поддержания комфортной температуры воздуха общественных зон ВБЦ (магазины, рестораны, физкультурно-оздоровительные центры и др.) используются только центральные кондиционеры.



**Рис.165.** Офисный комплекс «Ай-Сити (ICity)». Визуализация систем отопления, кондиционирования и вентиляции. Москва. 2020-2023 гг.

Для обеспечения наиболее оптимальных параметров внутренней среды дополнительно с центральным кондиционированием в ВБЦ применяются локальные доводчики, например, фэнкойлы, осуществляющие как обогрев, так и охлаждение и позволяющие гибко регулировать температурный режим каждого помещения.

### 2.3.3. Энергоснабжение.

(См. Т II прил.1 Л. 2.3.1.).

В современных высотных объектах различаются следующие виды потребляемой энергии: электрическая, природный газ и энергия от возобновляемых источников. Основа энергоснабжения небоскреба – электрическая энергия от городских сетей, нередко с применением установок резервного электроснабжения. В структуре высотного объекта энергоцентр с

распределительными и соединительными элементами размещается, как правило, на подземных уровнях, а трансформаторные подстанции на наземных технических этажах. В ходе анализа было выявлено, что электрощитовые и трансформаторные занимают около 12% общей площади технического этажа, повторяющегося примерно через каждые 15 уровней, и, соответственно, на всю систему электроснабжения небоскреба приходится порядка 1,5 % общей площади всего объекта.

Энергия от возобновляемых источников составляет незначительную долю общего потребления, однако, совместно с рядом иных энергосберегающих методов позволяет снизить эксплуатационные затраты высотного здания в среднем до 15-20%. Их применение оказывает влияние не только на внутреннюю структуру объекта, но и на внешнее архитектурно-пространственное решение высотного здания. Так, в ходе реконструкции 2004 года 25-этажный небоскреб «The CIS Tower» в Манчестере (1959-1962гг.) был облицован фотоэлектрическими модулями, или солнечными панелями, вырабатывающими до 180 МВт\*ч электроэнергии в год. На вершине башни установлены 24 ветряка, обеспечивающие около 10% потребляемого электричества.

Автором были определены основные системы-энергопотребители ВБЦ и выведено их процентное соотношение: офисное оборудование (компьютеры) – 8%, освещение – 31%, лифты – 11%, кондиционирование – 14%, отопление – 8%, вентиляция – 9%, другое – 19%.

Также, в зависимости от включения в состав ВБЦ (дополнительно к офисам) значительной площади отеля, жилья или торгово-развлекательной составляющей, были определены следующие закономерности в изменении представленного выше процентного соотношения энергопотребителей:

- торгово-развлекательная составляющая повышает долю электричества на освещение и вентиляцию;
- отели и апартаменты увеличивают показатели по расходуемой энергии на отопление, снижают – на тех.оборудование, освещение, лифты.

### 2.3.4. Вертикальный транспорт. Лифты.

(См. Т II прил.1 Л. 2.3.2.).

Различные виды размещения ТКЯ в небоскребах с включением лифтовых групп ранее были раскрыты в разделе 1.3. «Современная архитектурная классификация высотных зданий» данной диссертации. В подразделе 2.3.4. наиболее подробно рассматривается основной компонент ТКЯ, а именно лифт, как один из важнейших планировочных элементов небоскребов.

На основе анализа лифтовых систем в высотных зданиях предлагается выделить *4 основных этапа их развития*:

- I этап: объекты до 30 этажей, шахты по всей высоте здания, лифтовая кабина обслуживает все уровни;

- II этап (Рис.166а): объекты свыше 30 этажей, шахты различных лифтовых групп (нижних и верхних или нижних, средних и верхних) расположены до определенных уровней здания, каждая лифтовая группа обслуживает свой блок этажей в зависимости от их высоты, двигаясь в «слепых зонах», т.е. транзитных, с повышенной скоростью (до 7 м/с вместо 1,7-4,5 м/с);

- III этап (Рис. 166б): объекты от 50 этажей, шахты различных лифтовых групп расположены друг над другом; движение кабин по системе «sky lobby»<sup>26</sup>;

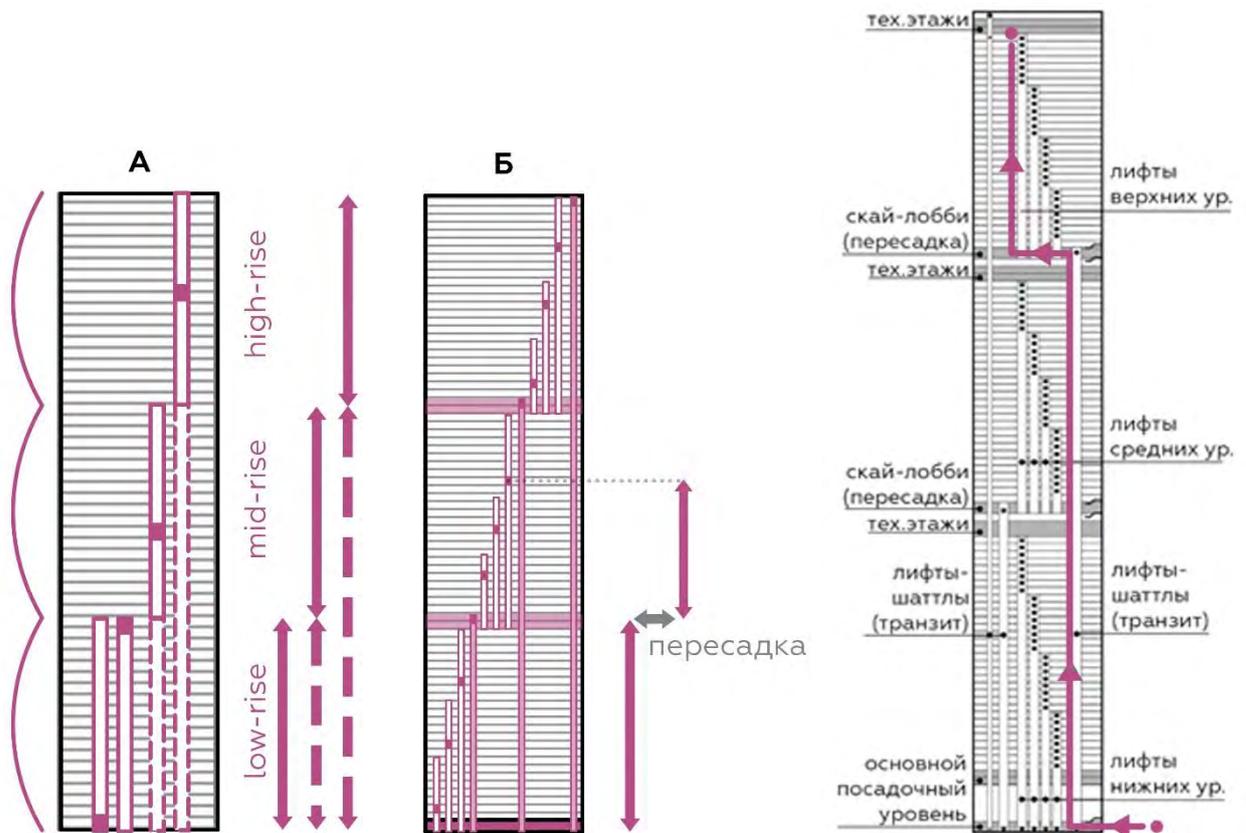
- IV этап (прогнозируемый): объекты любой этажности и конфигурации (многоствольности); лифтовые шахты запроектированы как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях, обслуживают все уровни; лифтовые кабины имеют заданные/ сложные маршруты передвижения.

В ходе исследования 36 высотных объектов с системой «sky-lobby» было выявлено, что 1 пересадочный узел (ПУ) имеется у 53% небоскребов, 2 ПУ – у 27%, 3 ПУ – у 11%, 4 ПУ – у 6%, 5 ПУ – 3%. Наибольшее количество таких

---

<sup>26</sup> «Sky lobby» - организация пересадочных уровней в высотных зданиях, разделенных по секторам; движение по уровням осуществляется через экспресс-лифты, доставляющие до нужного сектора, и далее местные лифты, курсирующие внутри обозначенной зоны.

уровней, 5, было выделено в Шанхайской башне ( $h=632\text{м}$ ). Также было подсчитано, что в 27% объектов наряду с системой «sky-lobby», для оптимизации пассажиропотока, используются двухуровневые кабины лифтов - «double-deck». На примере башен ВТЦ (1968-1972 гг.,  $h_1=417\text{м}$ ,  $h_2=415\text{м}$ , Рис. 167) определено, что при общей площади этажа  $4000\text{ м}^2$ , площадь ТКЯ за счет устройства двух уровней «sky-lobby» минимизирована до  $1125\text{ м}^2$ , что позволило увеличить полезную площадь каждого этажа до 72%. Примечательно, что без использования системы «sky-lobby» в ряде объектов более 50 этажей расчетная площадь ТКЯ могла бы превышать саму площадь этажа.



**Рис.166.** Схемы организации лифтовых групп: а) классическая – с зонами нижних, средних и верхних этажей (low-, mid -, high-rise); б) с пересадочным уровнем («sky lobby»).

**Рис. 167.** Схема организации системы вертикального транспорта (лифтов) на разрезе. ВТЦ, Нью-Йорк. 1968-1972 гг.

В одной группе пассажирских лифтов применяется, как правило, не более 6 единиц; по одной стороне располагается не более 4 лифтов. Это обуславливается возможностями системы управления, рассчитанной не более

чем на 8 кабин, а также техникой безопасности. При наиболее распространенном, двухрядном расположении лифтов (по 3-4 кабины с каждой стороны), ширина лифтового холла не превышает 5 м. На транзитных этажах он может отдаваться под общественные с/у для увеличения полезной площади, например в «Тайбэй 101» в Тайбэе, «Централ Плаза» в Гонконге.

С целью наиболее рационального распределения нагрузок на несущий остов высотного здания лифтовые группы в составе ТКЯ обычно располагают в центре плана, или же проектируют парные ТКЯ с симметричным расположением, как правило, у периметра. Однако, в разделе 1.3. данной диссертации помимо центральных и периметральных ТКЯ рассматриваются смешанные и внешние. В рамках анализа было замечено, что небоскребы с смешанным и внешним ТКЯ не превышают 300м, то есть согласно предложенной классификации, относятся к группе «высотных»; некоторые объекты с периметральным ТКЯ достигают отметок свыше 300м и соответствуют группе «сверхвысоких»; высотные здания с центральным ТКЯ представлены во всех 3 группах – «высотных», «сверхвысоких» и «мегавысоких».

В процессе исследования было обнаружено, что независимо от сложности конфигурации плана элементы ТКЯ, как правило, компоуются относительно друг друга под прямым углом. Исключение составляют треугольные или близкие к треугольным в горизонтальном сечении объекты. В незначительном количестве небоскребов с овальной или обтекаемой формой плана лифты могут располагаться нелинейно, по кривой как в «Лиза Сохо» в Пекине, а лестницы проектироваться с 3 маршами, как в башне «Кэпитал Гэйт» в Дубаи.

В состав ТКЯ, помимо лифтовых групп, входят и лестницы – в высотных зданиях, как правило, типа Н2 и Н3, расстояние до которых не должно превышать 20м. Согласно СП 477.1325800.2020, ширина лестничного марша в высотных офисах принимается не менее 1,35м с зазором от 120мм и уклоном не более 1:1,75. Наиболее распространенными по конфигурации являются U-образные лестницы, однако в высотном строительстве есть примеры

применения и ножничных<sup>27</sup> («scissor», Рис. 168) – башня «Oterprise Square (26 Nathan Road)» в Гонконге, «Shanghai Securities Exchange Building» в Шанхае. С точки зрения пожарной безопасности данный тип лестниц уступает U-образному варианту, но в рамках объемно-планировочного решения он экономит до 10% общей площади этажа.



Рис. 168. Ножничные лестницы. План. Разрез.

Выделяются следующие виды лифтов: пассажирские, грузовые, пожарные (см. 2.3.5.). Минимальные габариты кабин пожарных лифтов 1100x2100 мм, грузоподъемность от 1000кг. Параметры пассажирских лифтов различаются в зависимости от категории – А или В. Размеры лифтов категории А варьируются от 1200x2300 мм до 1800x2700 с грузоподъемностью 1275-2500кг (ГОСТ 5746 2015). В сравнении с пассажирскими лифтами грузовые имеют следующие особенности: увеличенные габаритные размеры (ширина 1580-2580мм, площадь до 9м<sup>2</sup>) и грузоподъемность (2000-5000кг), расширенный вход в кабину (ширина двери от 1100мм), меньшая скорость (0,25-2,5 м/с) (ГОСТ 8823-2018).

К ключевым инновациям в области лифтовых систем следует отнести:

- увеличение скорости транспортировки (до 16м/с);
- многокабинные решения: «double-deck»<sup>28</sup> (или multi-deck) и «twin»<sup>29</sup>; а также аэродинамические формы лифтов;

<sup>27</sup> Ножничные лестницы – лестницы, состоящие из двух разных лестничных маршей, обеспечивающих два отдельных пути подъема или спуска, расположенных в пределах одного ограждения лестничной клетки.

<sup>28</sup> «Double-deck» - двухъярусная кабина лифта с единой рамой, обслуживающая 2 смежных этажа.

<sup>29</sup> «Twin» - система из 2 независимых лифтов, перемещающихся в одной лифтовой шахте.

- автоматизация и применение интеллектуальных систем управления: метод имитационного моделирования, схема управления с контролем доступа и индивидуализацией лифтов, энергосберегающие решения и др.

К особой группе современных разработок относятся исследования и проектные предложения в области *«бесканатных» невертикальных/разнонаправленных лифтов*. Так, например, немецкой компанией «thyssenKrupp» представлена система «MULTI» (2013-2017гг., Рис.169) - технология, которая используется для перемещения лифтов в шахтах по вертикали и горизонтали и является тем же магнитным механизмом, который используется в японских поездах на магнитной подушке. Данная система впервые была протестирована на 244-метровой башне в Ротвайле (2018г.) и в дальнейшем использована в проекте офисного небоскреба «EDGE East Side Berlin» в Берлине (h=142м, строительство 2019-2023гг., Рис.170). Также компанией «thyssenKrupp» совместно с СТБУН было проведено исследование с целью выявления потенциала разнонаправленной транспортировки в высотных зданиях. [141] Его итоговый отчет (Belmonte, Trabucco & Schöllkopf 2019) содержит теоретические модели с использованием бесканатных разнонаправленных кабин (Рис.171), а также прогноз, на сколько новые лифтовые технологии могут расширить спектр объемно-пространственных решений небоскребов и сделать города более взаимосвязанными, эффективными и доступными.



**Рис.169.** Система «MULTI» от «thyssenKrupp».

**Рис.170.** «Эдж-Ист-Сайд-Берлин (EDGE East Side Berlin)» в Берлине (h=142м, строительство 2019-2023гг.)

**Рис.171.** Теоретическая модель (проект) в рамках исследования СТБУН (2019г.)

Таким образом, современные решения направлены на уменьшение площади транспортно-коммуникационного узла с соответственным увеличением полезной площади, оптимизацию пассажиропотока, расширение возможных маршрутов передвижения и увеличение объемно-пространственного потенциала высотных зданий.

### **2.3.5. Пожарная безопасность. Противопожарные мероприятия.**

Пожарная безопасность – это обеспечение защиты от возгораний и иных чрезвычайных ситуаций. Противопожарные мероприятия – это совокупность решений, направленных на ликвидацию пожаров, а также самой возможности их возникновения. В зависимости от области реализации противопожарные мероприятия предлагается разделить на *3 основные группы: объемно-планировочные, конструктивные, технические.*

К объемно-планировочным мероприятиям относится организация пожарных отсеков, зон безопасности (для временного пребывания до вывода людей из здания) и путей эвакуации (лестниц по типу Н2, Н3, обходных галерей и др.). Пожарный отсек - часть здания, выделенная противопожарными стенами и противопожарными перекрытиями или покрытиями (1 типа), с пределами огнестойкости конструкции, обеспечивающими нераспространение огня за границы данного отсека в течение всей продолжительности пожара. [91] В высотном здании, согласно СП 477.1325800.2020, части объекта, имеющие различные классы функциональной пожарной опасности, относятся к отдельным пожарным отсекам, разграничиваются техническими уровнями и имеют различную регламентированную надземную площадь этажа – в офисах до 2500 м<sup>2</sup>, в апартаментах до 2000 м<sup>2</sup>, в гостиницах до 1500 м<sup>2</sup>. [88] Высота нижнего пожарного отсека принимается не более 75м, вышерасположенных – не более 50м. К основным решениям по исключению распространения огня от одного пожарного отсека к другому относятся:

- использование противодымных и противопожарных экранов (штор, завес; Рис.172) с пределом огнестойкости не менее EI 60 и водяных завес (Рис.173);

- применение противопожарных перегородок первого типа совместно со сплинкерной системой (см. далее);

- проектирование коридоров безопасности, выделенных противопожарными преградами.

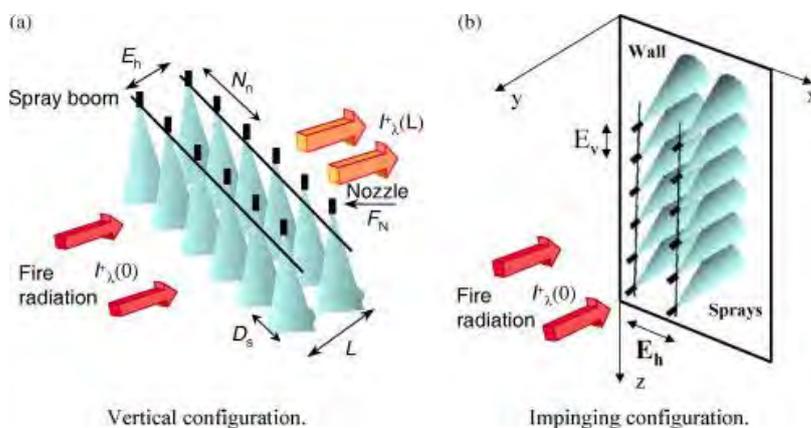


Рис. 172. Противопожарная штора рулонного типа.

Рис. 173. Противопожарная водяная завеса.

Группа конструктивных решений включает использование несгораемых конструкций с высокими пределами огнестойкости – от материалов для «пирога» навесного фасада и внешнего остекления до материалов для внутренней отделки (подвесных акустических потолков, шахт, каналов и др.), а также противопожарных и противодымных дверей (GEZE TS 5000). Наиболее распространенными международными системами навесных фасадов высотных зданий являются MCM<sup>30</sup> и EIFS<sup>31</sup>. [137] Панели MCM-системы, т.е. сэндвич-панели в отечественной практике, состоят из двух слоев металлической обшивки с наполнителем между ними. Металлическая

<sup>30</sup> MCM (metal composite material - металлический композитный материал) – сэндвич-панель.

<sup>31</sup> EIFS (exterior insulation finish systems - системы отделки наружного утепления) - тип строительной системы, которая обеспечивает теплоизоляцию внешних стен с защитой и отделкой многослойной конструкции водонепроницаемым финишным покрытием; энергоэффективная термическая оболочка. В отечественной практике, согласно ГОСТ 53786-2010, принято сокращение – СФТК – Системы Фасадные Теплоизоляционные Композиционные.

обшивка выполняется из анодированного алюминия, нержавеющей стали или титана, а материалы сердцевины содержат полиэтилен, полипропилен или огнезащитный состав. Панель EIFS-системы, или СФТК-системы, включает слой изоляционного материала, такого как пенополистирол, полиуретан или полиизоцианурат, на негорючей подложке и один или несколько тонких внешних отделочных слоев, которые нередко содержат слой армирующей сетки и покрытия. На основе анализа пожаров в высотных зданиях, вызванных возгоранием фасадной системы, командой СТВУН в 2019 году было выявлено, что 32% всех случаев приходилось на фасадную систему с панелями МСМС и 25% - на EIFS. Также противопожарные конструктивные решения включают в себя заполнение пустот за облицовкой наружных стен в местах сопряжения с междуэтажными перекрытиями, во избежание возникновения тяги и переброски огня.

Группа технических мероприятий содержит наиболее передовые и современные разработки и включает следующие позиции:

- сплинкерные системы,
- системы вертикальной транспортировки, или пожарные лифты,
- системы оповещения и автоматизированного управления (окон, дверей и др.),
- системы противодымной защиты (дымоудаления).

*Сплинкерная система* запускается первой после возгорания и работает в течение первых 30 мин (СП 5.13130.2009), далее включается система внутреннего противопожарного водопровода и действует до 3 ч (СП 10.13130.2009). По статистике в 10-40% случаев возгорание устраняется за счет срабатывания одного оросителя, до 80 % - при включении до 10 клапанов, охватывающих бóльшую площадь огня.

*Пожарный лифт* – лифт для перевозки пожарных подразделений, обслуживающий здание по всей высоте и оборудованный системами подпора воздуха в шахты в случае пожара, тепло- и водостойкими электротехническими устройствами, герметичной конструкцией кабины

(грузоподъемность не менее 1000 кг); также может использоваться как эффективное средство эвакуации маломобильных граждан и людей с верхних уровней высотных объектов. По данным СТВУН, наиболее полное описание технических характеристик пожарного лифта содержится в стандарте Европейского Союза EN81-72 (CEN 2003).

*Системы оповещения* – совокупность мер, осуществляющих своевременное информирование о пожаре и о возможных путях эвакуации. [86]

*Противодымная защита* осуществляется за счет автоматической системы приточно-вытяжной вентиляции, обеспечивающей при возгорании дымоудаление, а также подпор воздуха в шахты лифтов, тамбур-шлюзы и отсеки лестничных клеток.

Таким образом, выявлено, что на объемно-планировочном уровне противопожарные мероприятия влияют на соотношение полезной и общей площади высотного здания, его планировку, конфигурацию и положение ТКЯ – в зависимости от расчетного количества и габаритов лестничных клеток, наличия пожарных лифтов и вариантов использования части служебных лифтов при возгорании, устройства тамбур-шлюзов, пожарных отсеков и помещений под специальное техническое оборудование (насосные станции). На архитектурно-художественном уровне данные мероприятия наиболее явно проявляются в фасадном решении, а именно, в материалах ограждающих конструкции и системах их крепления. На градостроительном – это организация прилегающей территории для беспрепятственного проезда пожарных машин, а также расположение пожарной части в радиусе 2км.

#### **2.4. Влияние позиций «Устойчивого развития» на объемно-пространственное решение ВБЦ.**

(См. Т II прил.1 Л. 2.4.).

Материалы этого раздела базируются на исследовании планировочных, конструктивных и инженерно-технических особенностей ВБЦ, изложенных в

предшествующих материалах II главы данной диссертации. В нем различные объемно-пространственные решения высотных объектов предлагается рассмотреть через призму позиций «устойчивого развития».

*Устойчивое развитие* – это политика в различных сферах деятельности, направленная на минимизацию негативного воздействия человека и объектов приложения его труда на окружающую среду в долгосрочной перспективе<sup>32</sup>.

В архитектурно-градостроительном контексте, понятие «устойчивости» приобретает не только различные масштабы и формы проявления, но и новые значения, варианты интерпретации. В рамках высотного строительства архитектурно-планировочные решения, отражающие концепцию «устойчивого развития», предлагается дифференцировать по следующим позициям:

1. по способу адаптации и преобразования (в различных эксплуатационных режимах);
2. по типу и разновидности приемов энергоэффективности;
3. по масштабу;
4. по периоду жизненного цикла здания.

**1. Возможность адаптации и преобразования** с течением времени – ключевой параметр обеспечения «устойчивого развития» ВБЦ. Срок службы небоскреба определяется не только прочностью его материалов и конструкций, но и качеством организуемых в нем пространств. В ряде случаев, высотное здание с устаревшей и незначительно модифицируемой объемно-пространственной организацией подвергается сносу, так как потенциальная стоимость нового здания на участке превышает стоимость и рентабельность существующего актива. Среди решений данной проблемы выделяются 2

---

<sup>32</sup> Болдырева, П.С. Применение системы LEED в архитектуре высотных зданий / П.С.Болдырева – Текст : электронный // Architecture and Modern Information Technologies = Архитектура и современные информационные технологии : международный электронный научно-образовательный журнал : [сайт]. – 2023. – №1 (62). – С. 163-182. – URL: [https://marhi.ru/AMIT/2023/1kvart23/PDF/10\\_boldyreva.pdf](https://marhi.ru/AMIT/2023/1kvart23/PDF/10_boldyreva.pdf)  
DOI: 10.24412/1998-4839-2023-1-163-182

группы предложений: в основе первой группы лежит анализ конструкций, а в основе второй – объемно-планировочных схем. [115; 144]

К наиболее общим конструктивным приемам относится проектирование фундамента и вертикальных элементов с повышенным запасом прочности. Также рассматриваются предложения по созданию перекрытий с различной толщиной в зависимости от нагрузки, то есть с выделением прогнозируемых «горячих точек» наибольшей активности. [120]

Вторая группа предложений по повышению «устойчивости» и адаптивности небоскребов касается объемно-планировочных схем. Для ВБЦ важным показателем адаптивности является вариативность деления типового уровня между несколькими компаниями-арендаторами с различными требованиями, обуславливающимися особенностями организации рабочего процесса фирмы, ее сферой деятельности, количеством сотрудников и, в зависимости от перечисленного, необходимостью в переговорных, отдельных кабинетах или местах общего пользования. Адаптивность планировочного решения определяется конфигурацией этажа, его габаритами, глубиной рабочего пространства (см. 2.2.), количеством и расположением ТКЯ (см. 1.3.), особенностями компоновки лифтовых узлов (см. 2.3.4) и др. Для анализа планировочных схем, с точки зрения арендных возможностей, были выбраны объекты высотой 200-250м, площадью типового этажа до 2500-2600м<sup>2</sup> и классической системой организации лифтовых групп (см.2.3.4.) – как один из наиболее распространенных морфотипов ВБЦ. Исследование было дополнено авторским подбором экспериментальных планировочных решений, для каждого из которых было определено максимально возможное количество вариантов деления между различными арендаторами. Наиболее выгодным был выявлен Н-образный план с габаритами 74х57м и расположением ТКЯ в части, соединяющей 2 параллельно расположенных объема (Рис.174).

Ряд инновационных планировочных предложений по ВБЦ был выведен в период распространения вируса COVID-19. Основной целью данных решений является обеспечение возможности переключения формата

функционирования – с нормального режима на режим социального дистанцирования. [127] К ним относятся:

- 1.1. циркуляция с разведением потоков,
- 1.2. открытая планировка,
- 1.3. улучшенная вертикальная транспортировка,
- 1.4. усовершенствование вентиляции и фильтрации воздуха в общественных местах.



**Рис. 174.** Предлагаемые варианты деления типового уровня, разработанного ВБЦ с H-образным планом (на 1-6 компаний-арендаторов).

1.1. *Циркуляция с разведением потоков* направлена на нивелирование точек пересечения основных траекторий движения. Ее наиболее распространенным воплощением является организация односторонней циркуляции в основных вестибюлях и лифтовых холлах, что ведет к увеличению их площадей. В режиме, не требующем соблюдения социального дистанцирования, такие расширенные зоны могут являться пространствами для потенциального программирования (автоматы-кафе, участки выставочных объектов и др.).

1.2. *Открытая планировка* в офисной башне позволяет организовывать различные варианты рассадки и достигать максимально возможной плотности заполнения во время обычного режима функционирования или в период пандемии. Согласно исследованиям, при правильно подобранной мебельной системе заполнение в режиме соблюдения социальной дистанции может достичь до 50 % от наиболее плотного варианта размещения офисных мест «бок о бок» в обычный период работы без предписанных ограничений. Также открытая планировка офисных уровней в небоскребах предоставляет бóльшую гибкость в случае интеграции открытых или переходных пространств, таких как террасы.

1.3. *Улучшенная вертикальная транспортировка*, то есть организация транспортно-коммуникационного ядра, достигается за счет программируемых усовершенствованных систем диспетчерского управления. [125; 126] Важную роль играют и новые разработки самих лифтовых механизмов. Так, двойная система «Thyssenkrupp» позволяет двум кабинам лифта перемещаться независимо друг от друга в одной и той же шахте, увеличивая таким образом пропускную способность до 40 %. Особенно в режиме пандемии подобные разработки, наряду с более крупными кабинами, позволили бы вертикальной системе транспортно-коммуникационного ядра функционировать с нормированным временем ожидания в диапазоне от 45 до 50 % от максимальной пропускной способности, что намного превышает 25-30%, которые могут обрабатывать существующие механизмы.

1.4. *Усовершенствование вентиляции и фильтрации воздуха* в общественных местах может быть достигнуто не только с помощью обновленного технического оборудования, но и посредством использования ультрафиолетового излучения в часы, когда помещения не заняты. Данное решение распространяется не только на целые помещения, но и на отдельные их части. Так, например, в общественных санузлах перегородки на всю высоту этажа между посетителями обеспечивают возможность индивидуальной

фильтрации и вентиляции, а огражденная кабина также позволяет использовать УФ-лампы для стерилизации во время отсутствия людей.

**2. В идею «устойчивого развития» также входят понятия экологичности и энергоэффективности.**

В контексте высотного строительства под «экологичностью» в первую очередь подразумевается ряд архитектурных решений, направленных на снижение выбросов углерода, как эксплуатационного<sup>33</sup>, так и воплощенного<sup>34</sup>. [145] К наиболее перспективным решениям относятся предложения по использованию перекрестно-клееной древесины (ПКД) в высотном строительстве, более экологичного материала по сравнению с распространенными железобетонными и стальными конструкциями, только на один этап производства которых приходится до 11% всех мировых выбросов углекислого газа (по данным GlobalABC<sup>35</sup> и IEA<sup>36</sup> 2019). [131] Примером применения ПКД является проект «River Beech Tower» в Чикаго (арх. Perkins+Will) (также см. 1.3. п.6). К приемам повышения показателей «экологичности» относится и озеленение фасада, например, в форме «зеленых» террас, как в небоскребе «La Tour des Cedres» в Лозанне.

Более знаковую роль в «устойчивой архитектуре» высотных зданий играет энергоэффективность – рациональное использование энергетических ресурсов. [59; 69; 94] В ВБЦ основные приемы энергосбережения касаются ОВКВ и освещения, что подтверждается проделанным автором анализом основных систем-потребителей в подразделе 2.3.3. «Энергоснабжение» данной диссертации, на каждый из которых приходится порядка 30 %.

Методы энергоэффективности разделяются на пассивные и активные, которые в совокупности сокращают потребление энергии объектами и

---

<sup>33</sup> Эксплуатационный углерод – это выбросы углерода, возникающие на стадии эксплуатации объекта при поддержании внутренней среды.

<sup>34</sup> Воплощенный углерод – это выбросы, возникающие в процессе добычи сырья, его переработки, производства строительных материалов и конструкций, транспортировки на площадку и при самом возведении объекта строительства.

<sup>35</sup> GlobalABC (Global Alliance for Buildings and Construction) – Глобальный альянс зданий и сооружений.

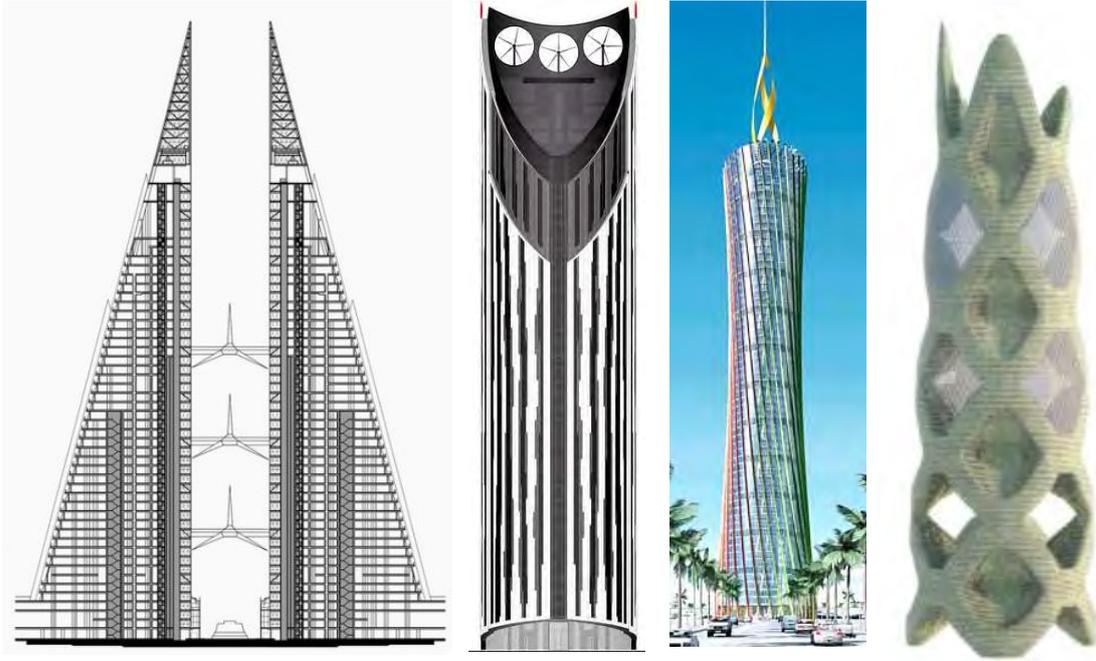
<sup>36</sup> IEA (The International Energy Agency) – Международное энергетическое агентство.

одновременно повышают их способность улавливать и генерировать ее самостоятельно. К пассивным методам относят применение возобновляемых источников энергии (ВИЭ), наиболее оптимальное расположение здания, его внешнюю конфигурацию и размещение транспортно-коммуникационного ядра (ТКЯ). Так, анализ местности и самой территории застройки помогает наиболее грамотно использовать ресурсы окружающей среды при расчете инсоляции, систем отопления, вентиляции, водоснабжения и др.

*Возобновляемый источник энергии (ВИЭ)* – это устройство или механизм, позволяющий получать энергию из таких неисчерпаемых источников, как солнечный свет, ветер, дождь, приливы и геотермальная теплота. По количеству и набору ВИЭ высотные здания делятся на моно- и полиэнергетические. В моноэнергетических зданиях на ВИЭ может приходиться до 40% (солнце) или даже до 50 % (ветер) общей энергии, в полиэнергетических – до 72%. Было выявлено, что существует корреляция между функциональным назначением небоскреба и видом ВИЭ. [84]

В отличие от установок по переработке биомассы, которые не типичны для ВБЦ, ветрогенераторы успешно интегрируются в такие проекты, как Всемирный Торговый Центр в Манаме (рис. 175) и башня Страта в Лондоне (рис. 176); что отличает их от высотных зданий, предназначенных для жилья, отелей или рекреационных целей, где требуется длительное или постоянное нахождение людей. Виды и количество ВИЭ обуславливаются и природно-климатическими особенностями района проектирования. В высотных объектах может быть запроектировано до 3 или даже 5 различных видов ВИЭ, например, «Бурдж-Аль-Таква» в Дубаи (Рис.177) и «Логистический город» в Шеньчжене (Рис.178).

**3. По масштабу** архитектурно-планировочные решения, направленные на «устойчивое развитие» высотных зданий, варьируются от небольшой зоны в помещении до целого объекта. Например, в пределах самого небоскреба – это его ориентация по сторонам света, конфигурация в зависимости от розы ветров и положение транспортно-коммуникационного ядра. В границах



**Рис. 175.** ВТЦ. Фасад. Манама (Бахрейн).

**Рис. 176.** Башня «Страта». Фасад. Лондон.

**Рис. 177.** Бурдж-Аль-Таква. Визуализация. Дубай.

**Рис. 178.** Логистический город. Фасад. Шеньжень.

отдельного функционального блока, композиционной части или группы уровней – это устройство системы ветряных турбин или иных механизмов ВИЭ. В пределах этажа – это устройство озелененных рекреационных областей и размещение различного вида зон и помещений в зависимости от уровня инсоляции. В пределах отдельного помещения – это такое техническое оснащение и зонирование, которое предусматривает различные виды циркуляции и режимы работы, обеспечивает возможность адаптации к новым потребностям без существенных изменений.

**4. Приемы «устойчивого развития» используются и на различных этапах жизненного цикла здания:**

- на этапе добычи сырья – предпочтение местным материалам или более экологичным аналогам;

- на этапе изготовления стройматериалов и конструкций – выбор стандартизированных элементов с возможностью замены при износе в последующем периоде эксплуатации;

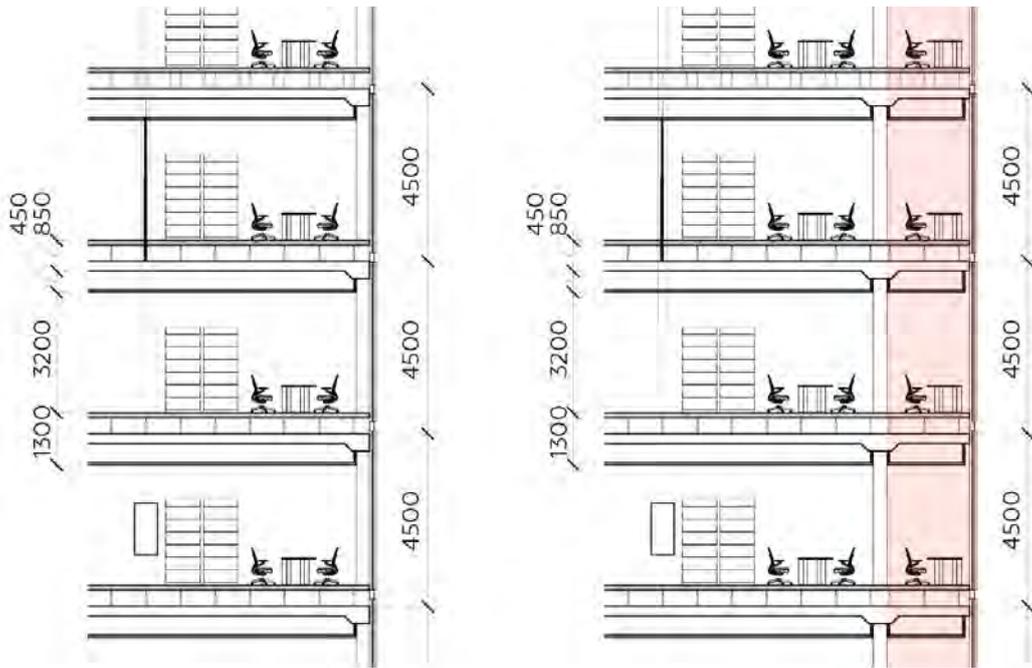
- на этапе строительного-монтажных работ – это контроль технических характеристик во время возведения объекта;
- на этапе эксплуатации – график технического обслуживания;
- на этапе окончания срока службы – реконструкция, музеефикация, адаптация под новые функции и программы.

В современных проектах ВБЦ одними из наиболее актуальных решений с позиций «устойчивого развития» являются те, которые направлены на материалоемкость, как например топологическая оптимизация, описанная в Разделе 2.2 данной диссертации. На этапе проектирования конструктивной схемы ВБЦ автором были выявлены следующие варианты уменьшения количества конструкционных материалов:

- за счет оптимизации конструктивных элементов (Рис.179) в структурной сетке с использованием консольных выступов плит перекрытия, что ведет к утоньшению плит перекрытия к периметру, снижению длины балок и позволяет сэкономить до 15% материалов, а также расширить возможности формообразования оболочки;

- за счет отказа от фальш-потолков (Рис.180), то есть обнажения инженерно-технических систем, что применяется в ряде офисных пространств с индустриальным интерьером (в отличие от жилья) и ведет к рационализации высоты пола, а также уменьшению площади наружного фасада на 6-7%.

*Оценка эффективности применения методов «устойчивого развития» с целью измерения их реального экологического, социального и экономического воздействия.*



**Рис. 179.** Схема оптимизации конструктивных элементов.

В рамках исследования был использован авторский способ, позволяющий определить степень соответствия сертифицированных высотных зданий



**Рис. 180.** Пример отказа от фальш-потолков. Vireau 100 (проект интерьера). «Нью-Йорк-Лайф-Иншуэрэнс-Билдинг». Монреаль, Канада.

ключевым аспектам и категориям наиболее популярной международной системы экологической оценки LEED. [92; 93] В данном анализе за использование методов «устойчивого развития» начислялся 1 балл, за их частичное применение – 0,5 балла, а за отсутствие таковых – 0 баллов. Результативность интеграции методов «устойчивого развития» выражена в процентах и представлена в Табл. № 3 «Аспекты и критерии «устойчивого» проектирования».

Таблица № 3. Аспекты и критерии «устойчивого» проектирования.

Аспекты и критерии «устойчивого» проектирования		Высотные объекты										Эффективность, %								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10									
		Конде-Наст-Билдинг	Тайбэй 101	Елена - 601 Вэст 57-ая Стрит	ВТЦ 7	Комкаст-билдинг	Визонер-билдинг	555 Мишн Стрит	Уач-Централ-Парк	Лахта-центр	Гринлэнд Груп Сучжоу-центр									
Экологический (Экл)	Экл1	Экл1.1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100	Σ – набранная общая сумма баллов (Экл)	Σmax - максимально возможная сумма баллов за все 10 объектов с позиций экологического аспекта «устойчивого» проектирования (Экл)	Частота/эффективность применения критериев (Экл)				
		Экл1.2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100							
		Экл1.3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100							
		Экл1.4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100							
		Экл1.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100							
		Экл1.6	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	90							
		Экл1.7	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	90							
	Экл2	Экл2.1	1	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	95							
		Экл2.2	0,5	1	0,5	0,5	0,5	1	0,5	1	0,5	1	70							
		Экл2.3	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	95							
		Экл2.4	0,5	1	1	0,5	0,5	1	1	1	1	1	85							
	Экл3	Экл3.1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	50							
		Экл3.2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100							
		Экл3.3	1	1	0,5	0	1	1	0	1	0	0	55							
		Экл3.4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100							
		Экл3.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100							
		Экл3.6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100							
		Экл3.7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100							
		Экл3.8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100							
		Экл3.9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100							
		Экл3.10	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	80							
	Экл4	Экл4.1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100							
		Экл4.2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100							
		Экл4.3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100							
		Экл4.4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100							
		Экл4.5	0,5	1	0,5	1	0,5	1	0,5	0,5	0,5	1	70							
		Экл4.6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100							
		Экл4.7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100							
	Баллы		26	27,5	26,5	25	26,5	28	24	25,5	24	26					259	280	92,5	
	Эконом.(Экн)	Экн1	Экн1.1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				100	Σ (Экн)	Σmax (Экн)	Частота (Экн)
			Экн1.2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				100			
		Экн2	Экн2.1	1	1	1	1	1	1	0,5	1	1	1				95			
			Экн2.2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				100			
			Экн2.3	1	1	1	1	1	1	0,5	1	1	1				95			
	Баллы		5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	49				50	98		
Соц.-культ. (СК)	СК1	СК1.1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100	Σ (СК)	Σmax (СК)	Частота (СК)				
		СК1.2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100							
		СК1.3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100							
		СК1.4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100							
	СК2	СК2.1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100							
		СК2.2	1	1	1	1	1	1	1	0,5	1	1	95							
		СК2.3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100							
		СК2.4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100							
Баллы		8	8	8	8	8	8	8	7,5	8	8	79,5	80	99						

Анализируя обозначенные критерии оценки, было обнаружено, что рекомендации по экологическому аспекту применяются в 90% случаев, по экономическому - в 98%, и по социально-культурному - в 99%. Для каждого критерия (от Экл1.1 до СК2.4) было рассчитано среднее значение эффективности применения в процентах. Это позволило выделить следующие ключевые направления в "устойчивом" проектировании: комплексный учет условий и характеристик участка застройки; установка оборудования для экономии воды с возможностью её повторного применения; максимальное использование естественного освещения с защитой от ультрафиолета; стандартизация строительных элементов для упрощения их последующей замены; применение местных экологически чистых строительных материалов; контроль качества воздуха и создание комфортных условий внутренней среды; оптимальное функционирование внутренних пространств.

В контексте архитектурно-пространственных решений современные тенденции проявляются следующим образом:

- структура и пластика внешней оболочки здания становятся более сложными и разнообразными;
- создаются более обтекаемые и аэродинамические формы, особенно для сверх- и мегавысоких зданий, что улучшает их ветровую устойчивость;
- внутренние пространства зданий дополняются атриумами, рекреационными зонами и озелененными площадками, что повышает комфорт и эстетику помещений;
- возобновляемые источники энергии (ВИЭ) интегрируются в общую композицию фасада, что способствует повышению энергетической эффективности здания;
- большая площадь наружного остекления обеспечивает необходимый уровень инсоляции и создает визуальную связь с окружающим контекстом;
- использование светлых материалов во внешней отделке помогает снизить уровень нагрева ограждающей поверхности объекта, что также способствует повышению энергетической эффективности.

Таблица № 4. Взаимосвязь инструментов «Устойчивого развития» с объемно-пространственными решениями ВБЦ.

	Цель	Средство/ Инструмент «Устойчивого развития»	Влияние на объемно-пространственное решение
1.	Естественная вентиляция с сокращением энергозатрат на кондиционирование	Двойное остекление	Вариативность пластики фасада, усложнение структуры ограждающих конструкций
2.	Естественные освещение (увеличение светового периметра) и вентиляция с сокращением эксплуатационных энергозатрат	Атриум	Увеличение корпуса, площади ограждающих конструкций
3.	Снижение CO <sub>2</sub> и очистка воздуха	Озеленение – внутренние сады, фасадное озеленение и др.	Формирование буферных зон в планировочной структуре; придание художественной выразительности пластике фасада
4.	Снижение энергозатрат на охлаждение и кондиционирование воздуха	Периметральное или внешнее положение ТКЯ	При периметральном ТКЯ – бóльшая вариативность планировочных решений; при внешнем – двухчастность (многочастность) общего объема здания
5.	Снижение энергозатрат на системы охлаждения воздуха и освещения	Светлые материалы во внешней и внутренней отделке	Визуальное расширение внутреннего пространства в объектах; зрительное укрупнение внешнего объема

			небоскреба (эффект иррадиации)
6.	Снижение энергозатрат и стремление к энергетической автономности	Использование ВИЭ	Увеличение доли технических помещений, усложнение композиции фасада, структуры кровли
7.	Снижение ветровой нагрузки (соответственно расходов на материалы несущих конструкций)	Аэродинамическая форма (обтекаемая, пирамидальная, закрученная и др.)	Вариативность общей конфигурации объекта
8.	Поддержание комфортных параметров внутренней среды	Проведение технических коммуникаций в перекрытиях (системы автоматизации и климат-контроля)	Увеличение высоты этажа
9.	Снижение выбросов CO <sub>2</sub> (эксплуатационных) и затрат на освещение	Автоматическая парковка	Уменьшение необходимой площади хранения
10.	Материалоемкость, рационализация использования материалов (для снижения выбросов CO <sub>2</sub> (операционных))	Двойной лифт	Уменьшение количества лифтовых шахт и, как следствие, увеличение полезной площади

## **2.5. Особенности архитектурно-художественной композиции высотных объектов.**

Различные аспекты и некоторые особенности объемно-пространственной композиции и пластического решения фасадов ВБЦ освещаются в предшествующих разделах I и II глав данной диссертации. Так, в разделе 1.1 для характеристики каждого из 4 периодов развития небоскребов определяются не только наиболее распространенные стили, но и популярные композиционные архетипы. Раздел 1.2 содержит анализ атриумов, в том числе и с точки зрения их значения в общем формообразовании высотного объекта.

В разделе 1.3 в рамках раскрытия собственной авторской классификации выделяются такие композиционно-структурные позиции, как кол-во доминирующих осей построения, тип ОПК, характер пластического решения внешней формы. Развитие и изменение конфигурации плана по периодам, а также эволюция структуры внешней оболочки и экзоскелета рассматриваются в разделах 2.1 и 2.2 соответственно.

Вопросы композиционной морфологии небоскребов подробно раскрываются в трудах А.В.Коротича [44; 45; 46; 47; 48]. Однако, часть работ относится к искусствоведческой специализации, где художественно-эстетическая направленность превалирует над архитектурной.

Развитие архитектурной структуры высотных зданий, характерные черты формообразования оболочек данных объектов, а также систематизация форм небоскребов представлены в статьях М.А.Коротича [52; 51; 50]. Рассматривая исторические прототипы небоскребов, выделяя основные направления формирования высотных композиций, раскрывая их многообразие на основе классификации из 22 выведенных форм, М.А.Коротич основывается на обобщенно-визуальном анализе, и соответственно, не затрагивает вопросы всесторонней обоснованности композиционных и пластических решений.

Влияние общественного пространства на формообразование внешней структуры высотных зданий представлено в работах Е.В. Ульяновой [102; 100]. В качестве основных элементов композиции высотных зданий рассматриваются «пустые ядра общественных пространств», а полости и проемы трактуются как «основные формообразующие факторы».

Интеграция технического оборудования - ВИЭ (возобновляемых источников энергии) – в структуру небоскреба, как новый виток в развитии архитектурной композиции, представлена в кандидатской диссертации П.П.Семикина «Принципы формирования архитектуры высотных зданий с возобновляемыми источниками энергии». [84] В качестве основного приема архитектурно-композиционного формирования данного типа зданий автор выделяет варьирование типов и размеров энергоустановок, их

местоположения, а также пластики фасада за счет различного положения гелиопанелей.

В статье А.А.Магай «Архитектурно-композиционные особенности высотных зданий» детально разбирается влияние градостроительного фактора на архитектурно-художественный аспект небоскребов, а именно: положение в структуре города, размещение относительно существующих и проектируемых улиц и магистралей, количество точек визуального восприятия (ракурсов), высотность и стилевые особенности окружающей застройки и др. [61]

Вопросы архитектурно-художественной композиции высотных объектов и ее особенности в зависимости от различных стран света освещаются также в работах, написанных автором в рамках подготовки данной диссертации: «Влияние национальных философий и мотивов на архитектурное формообразование высотных зданий Азии», «Особенности архитектурного формирования высотных зданий в условиях жаркого климата», «Периоды и особенности высотного строительства в Австралии».

Раздел 2.5. является продолжением собственных исследований и вышеперечисленных трудов по теме художественно-композиционных особенностей небоскребов, а также содержит комплексный и подробный анализ экспериментальных нововведений в отечественном и зарубежном высотном проектировании.

Автором были обозначены следующие **источники** формирования эстетики/языка архитектурно-художественной композиции современных высотных объектов<sup>37</sup> (см. Т II прил.1 Л. 2.5.1.):

- культовые формы и сооружения («Петронас-тауэр» в Куала-Лумпуре – реминисценция минаретов и пагод, Рис.181);

- памятники архитектуры предшествующих цивилизаций и культур (башня «Веласка» в Милане – мотив машикулей из замка «Сфорца»);

---

<sup>37</sup> Болдырева, П.С. Особенности формирования архитектурно-художественной композиции современных небоскребов / П.С.Болдырева – Текст : электронный // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2023. - №3 (58). – С. 74-82. – URL: <https://academvestnik.ru/glavnaya/vipuski/av-uniip-raasn-3-2023-58/>

- национальные сооружения, традиционные жилища («Ландмарк тауэр» в Японии – в пластике фасада имитация сруба как в минке, традиционном японском доме);

- канонические высотные объекты («Аль Казим Тауэрс» в Дубаи – в основе композиции образ «Крайслер-билдинг»: очертания шпиля, обрамление сводов «венчания» зубцами и др.);

- национальные орнаменты («Al Saqr Buisness Tower» в Дубаи – интеграция гириха, исламского узора, в рисунок декоративных решеток; Рис.182);

- национальные философии и их законы мироздания («Ухань-центр» в Ухане – использование числа 8, священного по фэн-шуй - высота 88 этажей; скошенные углы здания, не препятствующие «плавному течению энергии», согласно учению, Рис.183);

- религиозные символы («Небоскреб-полумесяц» в Дубае – фасад в виде исламского полумесяца);

- государственные знаки («Австралия 108» в Мельбурне – в композиции использована «Звезда содружества» - знак федерации Австралии с 1901 года; Рис.184);

- национальные символы («Тайбэй 101» в Тайбэе – применение руйсов, древнего обозначения облаков, и фигур драконов);

- иероглифы («Тантэкс-скай-тауэр» в Гаосюне – в форме китайского иероглифа «гао» («высокий» 高); Рис.185);

- заглавные буквы («М-СИТИ» в Москве – фасад в форме буквы «М»);

- афоризм/изречение («Геркулесовы столпы» в Андалусии – в узоре фасада зашифрованы слова исп. присказки “Non Plus Ultra” (“Дальше некуда” или “Больше ничего нет”); Рис.186);



**Рис. 181.** «Петронас-тауэр». Куала-Лумпур.

**Рис. 182.** «Al Saqr Buisness Tower». Дубай.

**Рис. 183.** «Джин Мао». Шанхай.

**Рис. 184.** «Австралия 108». Мельбурн.

**Рис. 185.** «Тантэкс-скай-тауэр». Гаосюн.

- исторические события (небоскреб «Эврика» в Мельбурне – отражение «восстания на Эврике» в период «золотой лихорадки»; Рис.187);

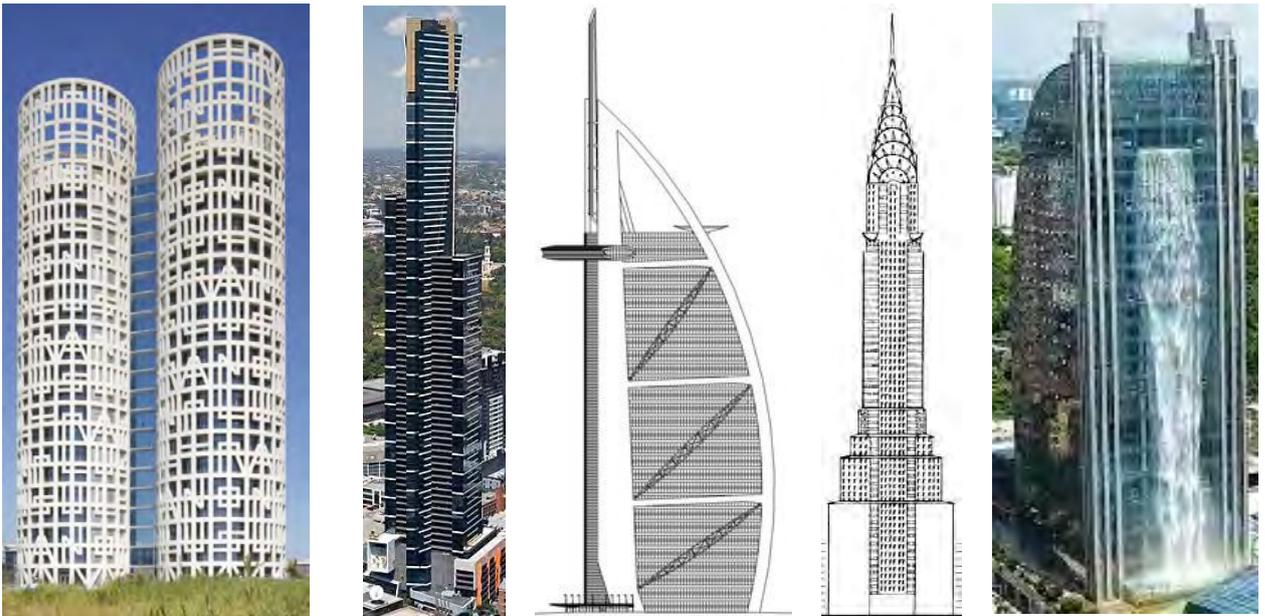
- канонические сюжеты («Бурдж-Аль-Араб» в Дубаи - метафора «хождения под парусом»; Рис.188);

- стилизации форм и объектов, отражающих специализацию компании («Крайслер-билдинг» в Нью-Йорке – интегрированы детали автомобилей «Крайслер»: элементы купола напоминают автомобильные покрышки; Рис.189);

- музыкальные инструменты («Саксофон» в Роттердаме – «пиксельный» фасад с балконами и эркерами различной конфигурации, имитирующими игру на музыкальном инструменте).

- объекты неживой природы («Либертиан-билдинг, или Небоскреб-водопад» в Гуйян; Рис.190);

- природный ландшафт, особенности рельефа местности («Аква Тауэр» в Чикаго – в пластическом решении образ рельефа Великих озер с характерным выходом известняка над водой; Рис.191);



**Рис. 186.** «Геркулесовы столпы». Андалусия.

**Рис. 187.** Небоскреб «Эврика». Мельбурн.

**Рис. 188.** «Бурдж-Аль-Араб». Дубай.

**Рис. 189.** «Крайслер-билдинг». Нью-Йорк.

**Рис. 190.** «Либертиан-билдинг, или Небоскреб-водопад». Гуйян.

- объекты живой природы и особенности их строения («Альдар» в Абу-Даби – образ морской раковины в выпуклой форме фасадов-кругов с сетчатым рисунком внешних профилей);

- природные явления («Гонрадо Тауэр» в Дохе – отражение пустынного торнадо в основном объеме здания (параболический гиперboloид вращения) с применением динамической игры светодиодов);

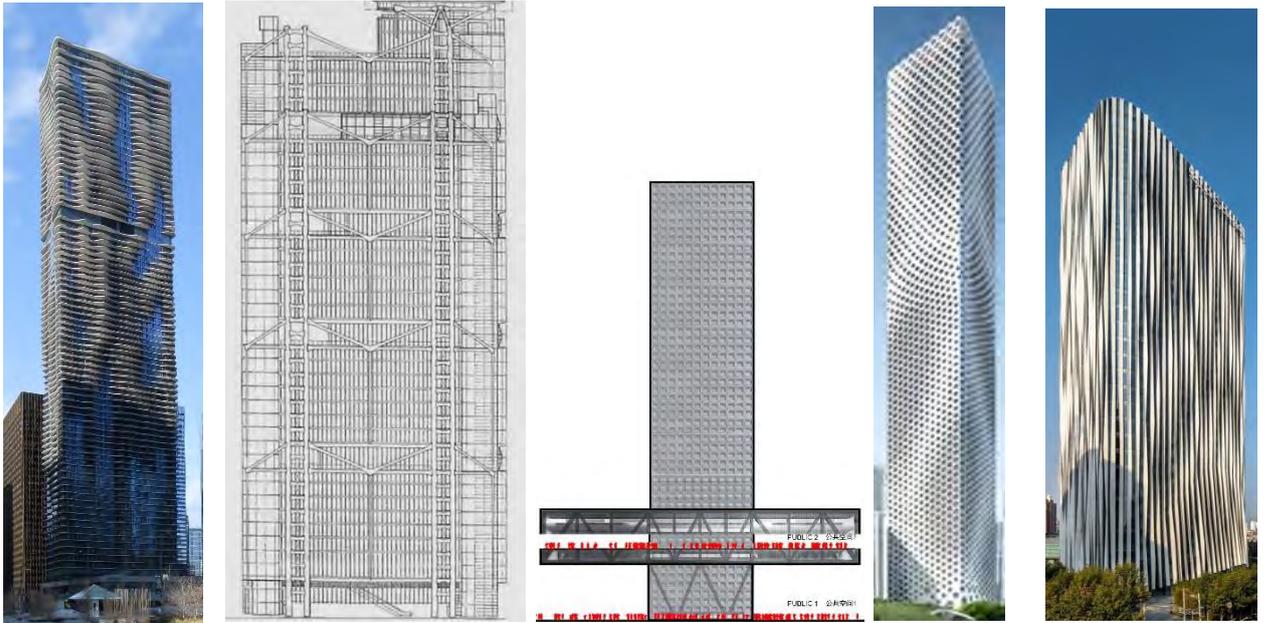
- обнажение или «гипертрофия» конструкций/ техническая эстетика («HSBC» в Гонконге – артикуляция структурных особенностей здания и понимание конструкции как своеобразного орнамента: вынесение на фасад стальных несущих конструкций; Рис.192);

- динамика процесса («Шеньчжэньская фондовая биржа» - приподнятый над уровнем земли горизонтальный объем общей высотной композиции - метафора «плавучей базы» фондового рынка, отражающая процессы роста и снижения; Рис.193);

- параметрическое моделирование и компьютерные алгоритмы («Синостил Интернэшнл Плаза» в Тяньцзине – анализ и сопоставления

воздушных потоков и направления солнца на территории застройки в основе неоднородного рисунка фасада с пятью типоразмерами оконных проемов; Рис.194);

- структура материалов («Сохо Тауэр» в Шанхае – эстетика струящейся ткани в основе рисунка фасада, а также имитация плетения нитей в структуре сетчатых алюминиевых панелей; Рис.195).



**Рис. 191.** «Аква Тауэр». Чикаго.

**Рис. 192.** Башня «HSBC». Гонконг.

**Рис. 193.** «Шеньчжэньская фондовая биржа».

**Рис. 194.** «Синостил Интернэшнл Плаза». Тяньцзинь.

**Рис. 195.** «Сохо Тауэр». Шанхай.

Среди *факторов*, определяющих композиционно-пластическое решение, предлагается выделить следующие:

- градостроительный – влияет на общие габариты высотного объекта, вид композиции – фронтальный или объемный – определяемый исходя из количества точек восприятия относительно существующих улиц и магистралей; учитывает нагрузку на существующие инженерные сети и транспортные потоки;

- программно-функциональный – определяет конфигурацию небоскреба, с позиции требуемых площадей, его образ, характер ограждающих

конструкций: степень прозрачности/открытости, насыщения декоративными элементами;

- климатический – отражается в структуре фасада (например, выделении ТКЯ в отдельный элемент общей композиции, создании ступенчатой «самозатеняющей» пластики посредством выступающих элементов и др.); обуславливает выбор систем генерации энергии; рассматривает ветровой и инсоляционный режим района строительства, а также количество осадков;

- архитектурно-художественный – учитывает стилистические особенности окружающей застройки;

- инженерно-технический – влияет на выбор инженерных систем аккумулирования и рационального использования энергии и др. ресурсов, а также на количество, конфигурацию и размещение в структуре небоскреба технических помещений;

- социально-экономический – раскрывается в заинтересованности государства и поощрении инвесторов в реализации высотных проектов, разработке и корректировке нормативных документов, развитии научных исследований;

- природно-геологический – определяет сейсмостойкость объекта; влияет на выбор конструктивной системы, типа фундамента;

- конструктивный – обуславливает габариты и характер общей объемно-пространственной композиции высотного объекта, тип и вариативность внутренних архитектурно-планировочных решений; выражается в выборе несущих и ограждающих конструкций.

В ходе анализа решений современных высотных объектов было выявлено, что наиболее перспективные направления развития пластики фасада небоскребов возникают на стыке архитектуры и иных областей деятельности, научных исследований. Автором были определены *4 основные тенденции* (см. Т II прил.1 Л. 2.5.2.):

1. топологическая оптимизация,
2. биомиметика,

3. пиксельная пластика,
4. китбашинг.

1. *Топологическая оптимизация (ТО)* была освещена в разделе 2.2 данной диссертации, посвященной конструкциям высотных зданий. Такая тенденция была заимствована из авиа- и автомобилестроения, подробно исследована и в дальнейшем апробирована в небоскребах бюро SOM («100 Маунт Стрит» в Сиднее, «800 Фултон Маркет» в Чикаго). В основу пластики фасадов данных объектов легли различные траекториальные структуры, рисунок которых был определен математически, на основе заданных габаритов общего объема, а также статических и динамических воздействий на него.

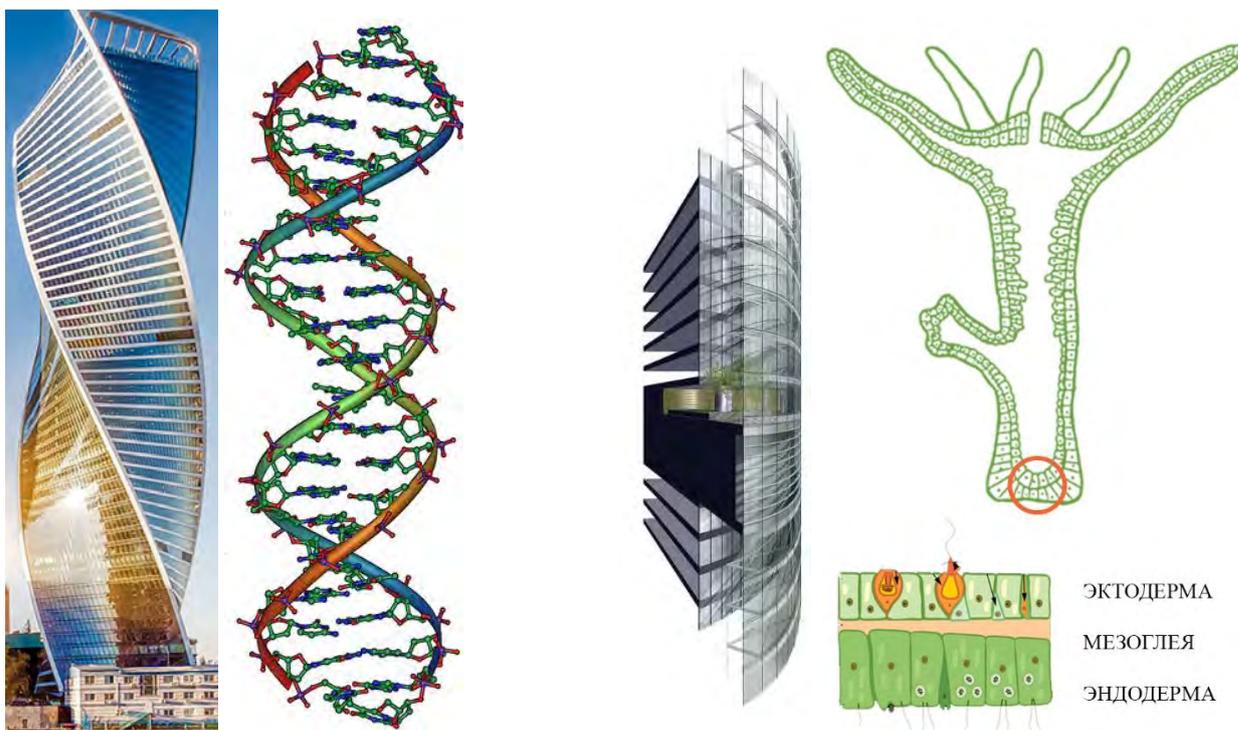
2. *Биомиметика*<sup>38</sup> представляет собой синтез архитектуры и биологии. Широкое освещение отечественного и зарубежного материала по данному направлению, а также подробный анализ его особенностей содержатся в диссертации А.Д.Гридюшко «Биомиметические принципы в архитектурном проектировании». [26; 27] Однако, примеры влияния биомиметики на архитектурно-композиционный аспект именно высотных зданий в обозначенном труде практически не затрагивается.

На основе анализа современных небоскребов автором данной диссертации было выведено 3 основных типа композиционно-пластического «заимствования и трансформации» природных мотивов, коррелирующихся с основными структурными уровнями жизни.

1. Молекулярно-клеточный. Пример: «Башня Эволюция» в Москве (2008-2015гг.; арх. Филипп Никандров (Горпроект), RMJM; Рис. 196а). Спиралевидный объем небоскреба напоминает структуру ДНК с винтовыми линиями и связями между основаниями (Рис.196б). Именно эти детали - изогнутые ребра общей формы и горизонтальные поэтажные деления -

---

<sup>38</sup> Биомиметика (бионика, биогенез; от лат. bios жизнь, и mimesis подражание) - современное научное направление по заимствованию у природы ценных идей и реализации их в виде оригинальных материалов, процессов и технологий, имитирующих природные аналоги.



**Рис. 196.** А) Башня «Эволюция». Москва. Б) Структура ДНК.

**Рис. 197.** А) «Шанхайская башня». Схема оболочки. Б) Строение кишечнopolостных (гидры).

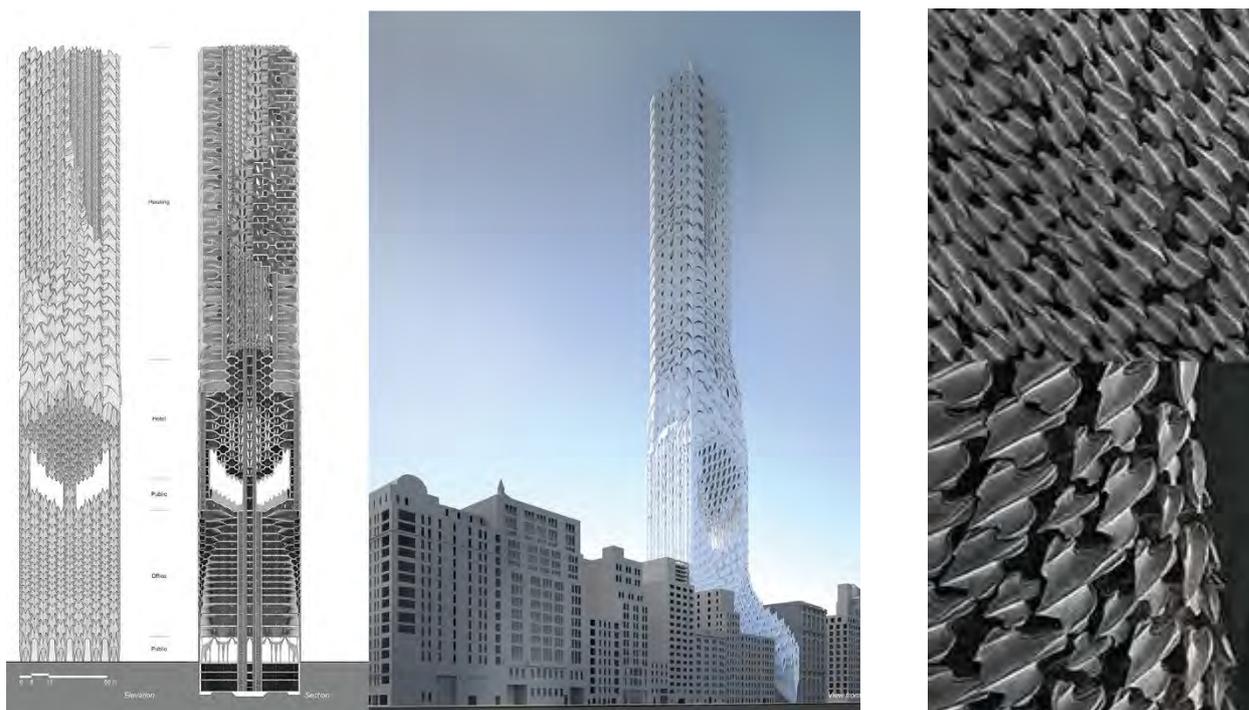
подчеркиваются использованием контрастной, белой, облицовки на противоположных гранях.

2. Органно-тканевый. Пример: «Шанхайская башня» (2008-2015гг.; арх. Gensler; Рис. 197а). В небоскребе применяется достаточно распространенное решение двойной оболочки; при этом расстояние между ними является достаточным, чтобы сформировать отдельную эксплуатируемую зону – «мезопространство» (др.-греч. «мезо» - средний) - переходное от интерьера к экстерьеру. Такой прием обогащает пластику фасада, его структуру, а также позволяет осуществить идею сложного закрученного объема при сохранении оптимальной конструктивной схемы. Двойной фасад заимствуется из особенностей строения кишечнopolостных (Рис.197б), а именно разделения их внешней (эктодермы; «экто» - внешний) и внутренней оболочки (энтодермы; «эндо» - внутренний) дополнительным слоем (мезоглеей).

3. Организменно-популяционно-видовой. Пример: «Глубокая кожа (Deep Skins): новая типология небоскребов в Нью-Йорке как адаптивный организм» (конкурсный проект 2015г.; Юнсу Чунг, Гэ Чжан, Чуанцинвэй Ван; Рис.198).

Данный проект явился критикой типового стеклянного небоскреба с плоской пластикой фасада. Разработанное многофункциональное высотное офисное здание апробировало новую методологию создания внешней оболочки. В основу ее структуры был положен анализ кожи акулы (Рис.199), особенности ее формирования в макро- и микромасштабах, с последующей ее архитектурной адаптацией. Выведенный набор форм был применен на различных уровнях объекта и имел заданные векторы построения, сформировавшие в масштабе целого здания образ «стаи акул» в движении.

В биологии существуют и более высокие структурные уровни жизни (биогеоценозный, биосферный.), однако в контексте биомиметики в высотном строительстве они уже влияют не столько на композиционно-пластическое решение, сколько на архитектурно-градостроительное.

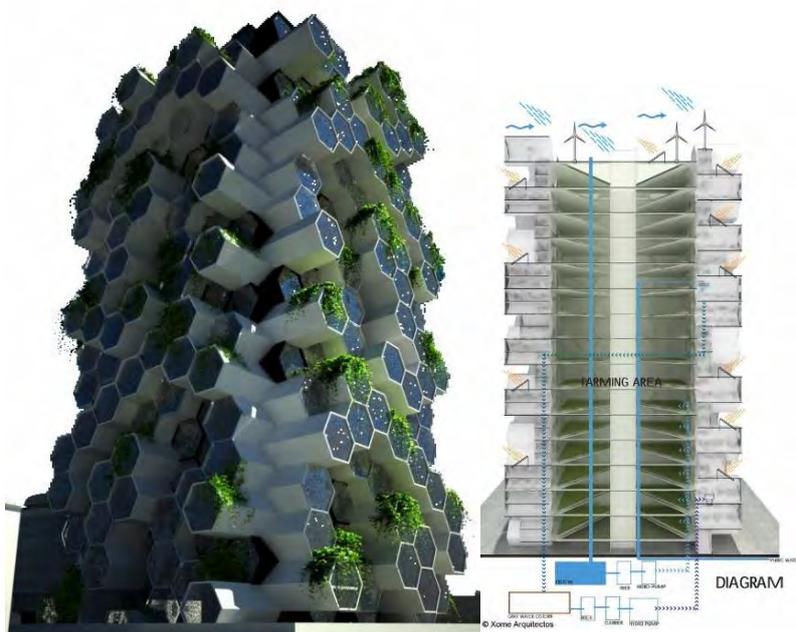


**Рис.198.** «Глубокая кожа (Deer Skins): новая типология небоскребов в Нью-Йорке как адаптивный организм». Фасад. Разрез. 3д-вид (встройка в существующее окружение).

**Рис. 199.** Структура кожи акулы под микроскопом.

3. *Пиксельная пластика* является своеобразным продолжением темы капсульной архитектуры, получившей наиболее яркое развитие в ствольно-блочном варианте. Под выведенным определением «пиксельная пластика» автор подразумевает такое архитектурно-композиционное решение, при

котором ограждающая структура высотного здания выстраивается из системы одинаковых отдельных блоков, чья конфигурация и положение – смещение, поворот относительно подобных компонентов – определяют выразительность пластики фасада. Такой формообразующий элемент приобретает новый масштаб в контексте небоскреба: он прочитывается уже не как деталь, но и еще не как самостоятельный объем общей высотной композиции. Примером является проект многофункциональной офисной «Башни-фермы» в Лондоне (2011г., Хоме Architects; Рис. 200), в котором основным формообразующим элементом является шестиугольная призма. Хаотичное смещение по глубине таких единичных блоков формирует выразительную структуру фасада. Пиксельная пластика, как универсальный прием «самозатенения», является особо перспективным решением для стран с жарким климатом, однако пока что применяется в основном не в высотных офисах, а в жилье («Башня в Тель-Авиве», 2018г., проект бюро «Penda»; Рис. 201).

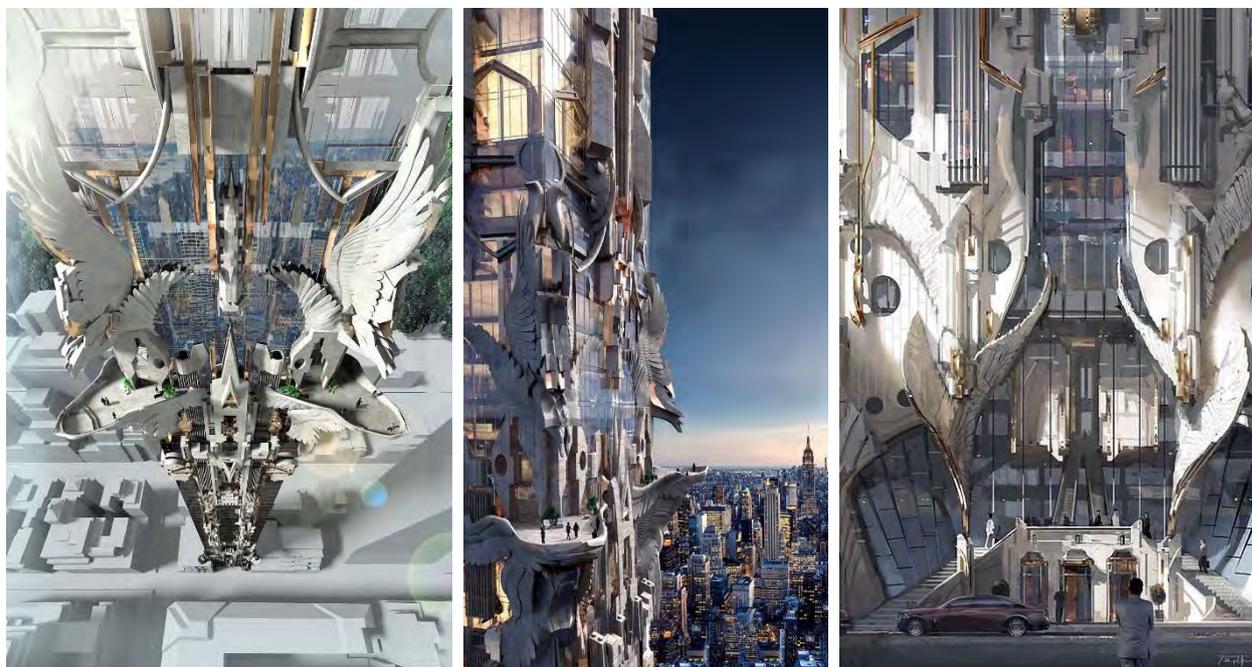


**Рис. 200.** «Башня-ферма». Лондон. Зд-вид. Разрез.



**Рис. 201.** «Башня в Тель-Авиве». Зд-вид.

4. *Китбашинг*<sup>39</sup> как экспериментальный инструмент создания нового пластического языка небоскреба был заимствован из 3д-моделирования. В контексте высотного строительства впервые он был заявлен и успешно апробирован в 2015г. Марком Фостером Гейджем в проекте башни «41 Вест 57-я улица (41 West 57th St)» в Нью-Йорке, известной также как «Башня Кхалиси» (Рис. 202). [121] Входя в линейку исследовательских работ данного архитектора по заявленному направлению, проект явился своеобразной критикой на типологию стеклянного небоскреба-пластины, попыткой по словам автора «найти лекарство от безвкусных и безликих современных конструкций из стеклянных коробок, которые вы найдете почти во всех городах мира». Композиционной основой «Башня Кхалиси» является прямоугольный стеклянный параллелепипед. Его обрамляет фигурная пластика, состоящая из разностилевых белокаменных и бронзовых компонентов. Детали, мотивы и приемы их соединения в отдельные структуры общей композиции индивидуальны для каждой группы из нескольких



**Рис. 202.** «41 Вест 57-я улица (41 West 57th St) или башня Кхалиси». Нью-Йорк. 3д-вид. Фрагмент фасада с видом на город. Главный вход.

<sup>39</sup> Китбашинг (от англ. слова kitbash, где kit - это набор/комплект, а bash - это, скорее всего, импровизация или попытка) - это процесс создания новой 3D модели на основе других 3D форм-запчастей.

уровней. Несмотря на то, что башня является жилой с несколькими уровнями общественного назначения, такое решение было бы весьма перспективно и для ВБЦ.

Ранее интеграция «китбашинга» в архитектуру не имела текстового описания или же прописанных алгоритмов применения. На основе анализа проектов М.Ф.Гейджа, а также личного опыта в 3д-моделировании, автором данной диссертации были сформулированы следующие особенности рассмотренного экспериментального направления:

- оторванность от области использования модифицируемых предметов и их деталей для пластики фасада – исходный элемент утрачивает свой привычный контекст, мыслится только как скульптурный объем;

- отсутствие заранее заданной иерархии, принципов построения (в противовес ордерной системе);

- изобретение архитектором (помимо общей композиции фасада) «связок», новых комбинаций отдельных элементов, нередко из различных областей применения;

- влияние набора модификаторов в различных 3-д программах (Autodesk 3ds MAX, Maya, Rhino, Blender, Sketch Up и др.) на процесс трансформации исходных деталей - их упрощения, оптимизации, усложнения, сегментирования и т.д.

При анализе 4 вышеизложенных перспективных тенденций в формировании пластики фасада автор выделил 2 *основных составляющих* в создании оболочки высотного здания, ее структуры, определения векторов построения отдельных элементов, их положения и конфигураций:

1. *техническая* – с заранее заданными параметрами и определенными законами построения, в зависимости от:

- характера работы конструкций, заданных нагрузок на конструктивную схему (пример – топологическая оптимизация);

- свойств природных форм, образованных в ходе эволюции под действием совокупности факторов (пример – биомиметика);

2. «рукотворная» – сформированная архитектором исходя из собственного творческого опыта:

– определение схемы дублирования (векторов копирования) единичного блока, как правило геометрической фигуры, до масштаба целого здания, или, помимо этого, само создание уникальной конфигурации элемента (пример – пиксельная пластика);

– создание авторской пластики в духе «постметаболизма» (пример – китбашинг).

Синтез технической и рукотворной составляющих обуславливает широкую палитру разнообразных пластических решений фасадов высотных зданий.

В формировании архитектурно-художественного облика современного высотного здания важную роль играет система его внешнего освещения. [110]

Было определено, что она позволяет:

- модифицировать образ небоскреба во времени, повышая вариативность его видов, изменяя восприятие его масштаба и тектоники,

- выявлять его как знаковую световую доминанту в сумрачное время суток,

- связывать световые трансформации объекта с изменениями параметров окружающей среды (ветра, влажности, времени года), тем самым выявляя новые уровни взаимодействия высотного здания с контекстом,

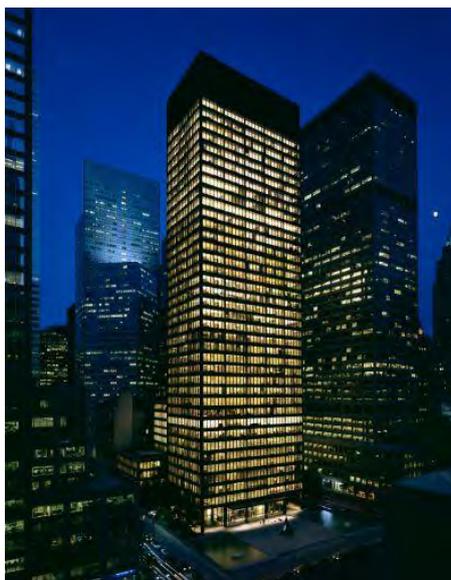
- создавать дополнительные источники дохода в виде рекламных и просветительских площадок.

Основные виды архитектурного освещения небоскребов:

1) контурное (Рис.203) – линейное, выделяющее отдельные уровни, абрис объекта;

2) «светящийся фасад» (Рис.204) - подсвеченные изнутри пространства;

3) заливающее (прожекторное, Рис.205) – направленное, полностью заливающее светом фасад.



**Рис. 203.** Контурное освещение. Башня банка Китая. Гонконг. 1989г. (3 период).

**Рис. 204.** «Светящийся фасад». Сигрем-билдинг. Нью-Йорк. 1958г. (2 период).

**Рис. 205.** Заливающее освещение. Здание фирмы «Зингер». Нью-Йорк. 1908г. (1 период).

В дальнейшем комбинации различных видов освещения, интерес к акцентирующей подсветке отдельных уровней и элементов фасада, а также к цветодинамике привели к широкому многообразию светокомпозиционных решений.

В ходе исследования для каждого из 4 обозначенных автором периода развития ВБЦ (см. Раздел 1.1) были определены наиболее характерные виды освещения и их взаимосвязь с особенностями архитектурно-пространственного решения, идеологией времени (См. Т II прил.1 Л. 2.5.3.).

1 период (1880е - начало 1930х гг.) – заливающее и контурное освещение – при 3х частном композиционном делении локально выделялось венчание; контурной подсветкой нередко обрамлялись отдельные уровни, выявлялась структура горизонтального членения; заливающий свет подчеркивал ступенчатость общего силуэта;

2 период (конец 1930х- начало 1970х гг.) – «светящийся фасад» - освещенные изнутри пространства в доминировавшей модели стеклянного «здания-пластины» Мис ван дер Роэ отражали структуру объекта, идею «корпоративного равенства и открытости»;

3 период (конец 1970х-1990е гг.) – «контурное» освещение – при обозначенном курсе на энергоэффективность и рациональное потребление ресурсов данный вид освещения явился наиболее экономичным, он также артикулировал развитие криволинейных и ступенчатых конфигураций;

4 период (2000-2020е гг.) – «цветодинамика», «медиафасад» - с введением в архитектуру ВБЦ категории времени свет стал неотъемлемым инструментом для трансформаций, смены образов.

Медиафасад – это светодиодный экран, конструкция которого в высотных зданиях закрепляется поверх ограждающей системы или интегрируется в сложную многослойную оболочку объекта. [104] По масштабу выделяются следующие решения:

1. медиаполотна, интегрированные в уже существующую композицию объекта – медиаплощадка биржи «Nasdaq» в «Конде-Наст-Билдинг» в Нью-Йорке (Рис.206);

2. светодиоды на отдельных гранях общего объема, частях небоскреба – башня «Евразия» в Москве, в которой горизонтальные пояса из медиаэкранов выделяют основные элементы общей композиции и транслируют рекламу нового владельца здания (банка «ВТБ», Рис.207);

3. медиаполотно на весь фасад - башня «Эволюция» в Москве (Рис.208)



**Рис. 206.** «Конде-Наст-Билдинг». Медиаплощадка биржи «Nasdaq». Нью-Йорк.

**Рис. 207.** Башня «Евразия». Медиаполотно. Москва.

**Рис. 208.** Башня «Эволюция». Медиафасад. Москва.

## **ВЫВОДЫ ПО II ГЛАВЕ:**

1. Для каждого исторического периода выявлены наиболее распространённые типы планировок, средняя глубина рабочего пространства, характерные конфигурации этажей и факторы их формирования:

*I период (1880е - начало 1930х) – зарождение и становления небоскреба в США:*

- жесткая планировка (коридорно-кольцевая (50%), однокоридорная (40%), двухкоридорная (10%));

- глубина рабочего пространства – 7,5м;

- Г-, П-, Н- образные формы плана:

- обеспечение наибольшего светового периметра при коридорной планировке (ввиду отсутствия люминисцентного освещения),

- коридорная планировка как отражение жесткого разделения сотрудников в иерархии компании;

*II период (конец 1930х – начало 1970х) – появление высотного строительства в странах Европы и Азии, главенство американского опыта:*

- гибкие планировочные решения;

- глубина рабочего пространства – до 12м;

- компактная прямоугольная форма плана:

- развитие инженерного оборудования, в том числе появление люминисцентного освещения (что позволило увеличить глубину рабочего пространства),

- появление планировки типа «ландшафтное бюро»,

- идея «равенства» сотрудников и «единства» в работе компании, вне зависимо от служебного ранга (сокращение количества отдельных кабинетов высокопоставленных работников);

*III период (конец 1970х – 1990е) – зарождение эконевоскреба, становление локальных приемов формирования высотных зданий в Европе и Азии:*

- атриумные и гибкие планировочные решения;
- глубина рабочего пространства – до 14 м;
- формы планы со скошенными/ ступенчатыми углами:
  - сокращение ветровой нагрузки и придание объекту более аэродинамических форм,
  - поиск более усложненных архитектурно-пространственных решений, уход от типологии здания-пластины стиля Мис ван дер Роэ;

*IV период (2000е – настоящее время) – доминирование высотного строительства в Азии, формирование новых типологий в группе небоскребов:*

- комбинированные/ компромиссные планировки;
- глубина рабочего пространства – до 16 м;
- криволинейные формы плана (обтекаемых конфигураций):
  - новые конструктивно-технические возможности, позволяющие внедрять криволинейные очертания в формы планов (архитектурно-художественный аспект),
  - увеличение высотности объекта и, как следствие, все большая необходимость в минимизации ветровой нагрузки (аэродинамическая форма).

2. В ходе исследования более 100 высотных объектов выведено соотношение использования существующих конструктивных систем: каркасно-ствольная – 56%, каркасная – 16%, оболочковая – 8%, ствольно-оболочковая – 6%, остальные – от 1 до 4%. Наиболее распространенной является каркасно-ствольная система, что объясняется не только вариативностью пластического решения фасада, но и свободой планировки при обеспечении необходимой конструктивной жесткости.

3. Обозначены этапы развития структуры оболочки высотных зданий и порядок расположения существующих оболочковых систем в зависимости от увеличения конструктивной жесткости, а также эффективности использования материалов: пространственная многопролетная безраскосная рама-оболочка → с повышенной жесткостью за счет плоских вставок в ячейки

рам → с раскосной фермой → с треугольной фермой → с пространственной крестовой макрофермой; с полураскосной фермой → с фермой, топологически оптимизированной на основе: а) статических нагрузок, б) динамических нагрузок, в) SMC (статических + динамических нагрузок) → с фермой Митчела

4. Установлена взаимосвязь различных инструментов «Устойчивого развития» с объемно-пространственными решениями ВБЦ, а также проведена их дифференциация по следующим позициям:

- по способу адаптации и возможности изменения (в различных эксплуатационных режимах);
- по типу и разновидности приемов энергоэффективности;
- по масштабу/уровню проявления (от определения особенностей организации небольшой зоны в помещении до целого объекта);
- по периоду жизненного цикла здания.

5. Выявлены 24 источника формирования эстетики/языка архитектурно-художественной композиции современных высотных объектов и обозначены четыре перспективных тенденции в их пластике фасада:

- топологическая оптимизация (во внешней структуре ограждающих конструкций траектория построения направляющих, толщины и габариты узловых и стержневых элементов определяются на основе математического анализа с оптимизированным расходом материала),
- биомиметика (заимствование и трансформация природных форм во внешней структуре объекта),
- пиксельная пластика (построение композиции фасада из системы подобных отдельных блоков),
- китбашинг («скульптурный» подход, основанный на особенностях процесса 3д-моделирования и его алгоритмах, создании новой композиции из набора готовых элементов, нередко из различных областей применения).

## **ГЛАВА III. ПРИНЦИПЫ АРХИТЕКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВБЦ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ.**

### **3.1. Пространственные структуры как перспективный инструмент формирования ВБЦ в контексте современных тенденций.**

(См. Т II прил.1 Л. 3.1.1.-3.1.3.).

Сегодня рост темпов высотного строительства, запрос на снижение материалоемкости и трудозатрат ведут к разработке более экономных конструктивных решений, увеличению доли сборных элементов. По мнению автора, в рамках данного вопроса перспективной областью развития являются пространственные структуры, так же известные как пространственные рамы (по В.Шуллеру), перекрестно-стержневые конструкции (по В.К.Файбишенко) и структурные конструкции<sup>40</sup> (по С.Н.Кривошапко). [109; 103; 54]

В отечественной практике наиболее используемым вариантом таких систем является ПСПК (перекрестно-стержневая пространственная конструкция) – «регулярные структуры, построенные на принципе многосвязности, составленные из правильных и полуправильных многогранников, обладающих двумя важнейшими свойствами: возможностью плотного заполнения пространства, т.е. разбиения пространства на многогранники без пробелов и наслоений, и одной длиной модульного стержня в пределах одной конструкции». [68] Однако ее практическая область применения ограничивается покрытиями, реже перекрытиями большепролетных зданий и сооружений.

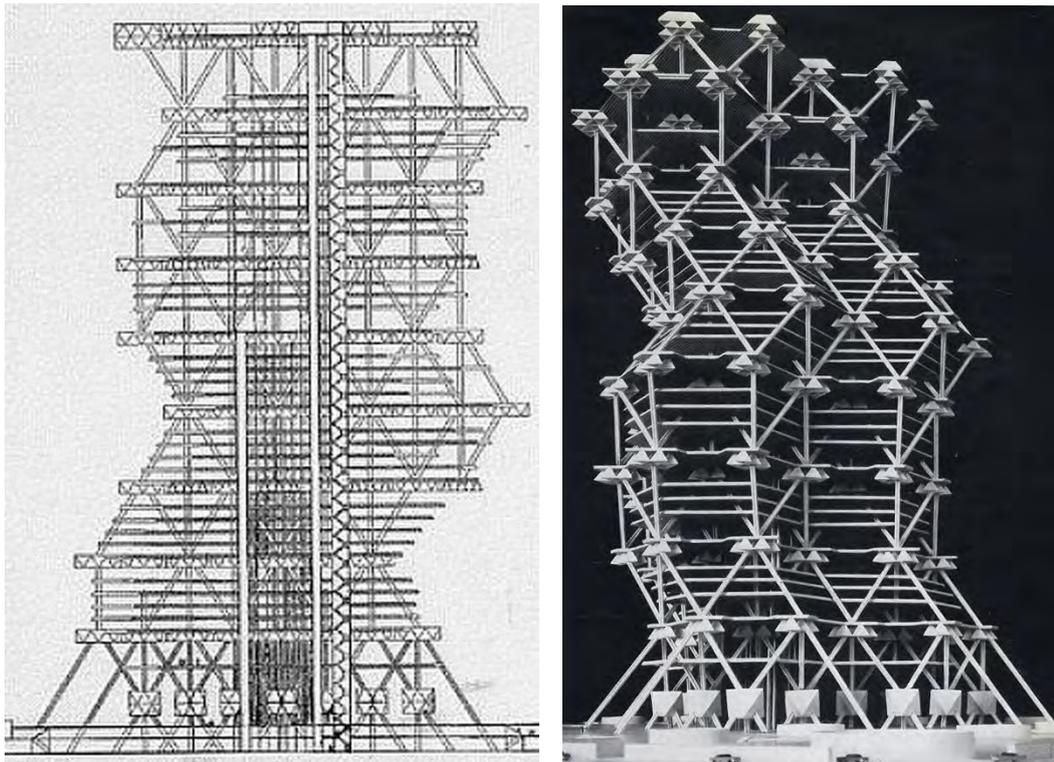
В 1977 г. Шуллером впервые было выдвинуто и аргументировано на основе концептуальных проектов предположение о том, что ПСПК «отвечают функциональным требованиям высотных зданий» и «могут заменять такие традиционные конструкции, как стены и перекрытия или разделять

---

<sup>40</sup> Структурные конструкции - пространственные стержневые системы, образованные стержнями, соединяющимися в узлах и расположенными в пространстве и строгом геометрическом порядке.

внутренний объем на отдельные замкнутые пространства». [109] В качестве примеров были упомянуты проекты А.Т.Свенсона, С.Тигермана, Л.Кана и Э.Тинг, Г.Гюншеля, а также единственное реализованное сооружение с применением ПСПК по всей высоте – Здание Вертикальной Сборки (Vertical Assembly Building – VAB; арх. М.О.Урбан, мыс Кеннеди, штат Флорида).

Л.Кан и Э.Тинг, известная также по трудам «Анатомия формы» и «Божественная пропорция в платоновых телах», разработали концепцию



**Рис. 209.** Городская башня. А) Разрез. Б) Макет. Л.Кан и Э.Тинг. Филадельфия. 1953г.

небоскреба «Городская башня» («City Tower», 1953г., Рис. 209а, б) для центра Филадельфии. [139] Основу 188-метровой многофункциональной башни составляли единичные модули в форме тетраэдров и пирамид высотой 20м, разделенные в дальнейшем на несколько промежуточных уровней, количество которых могло меняться. Жесткость и устойчивость здания обеспечивались перекрестно-стержневой пространственной системой совместно со стенами ТКЯ, расположенных как в центральной, так и в периметральных частях плана. Уровни, образующиеся в узлах пересечения основных стержневых элементов, как правило, использовались в качестве технических этажей. На примере данного проекта было выявлено, что построение высотного здания на

основе перекрестно-стержневой пространственной системы дало возможность:

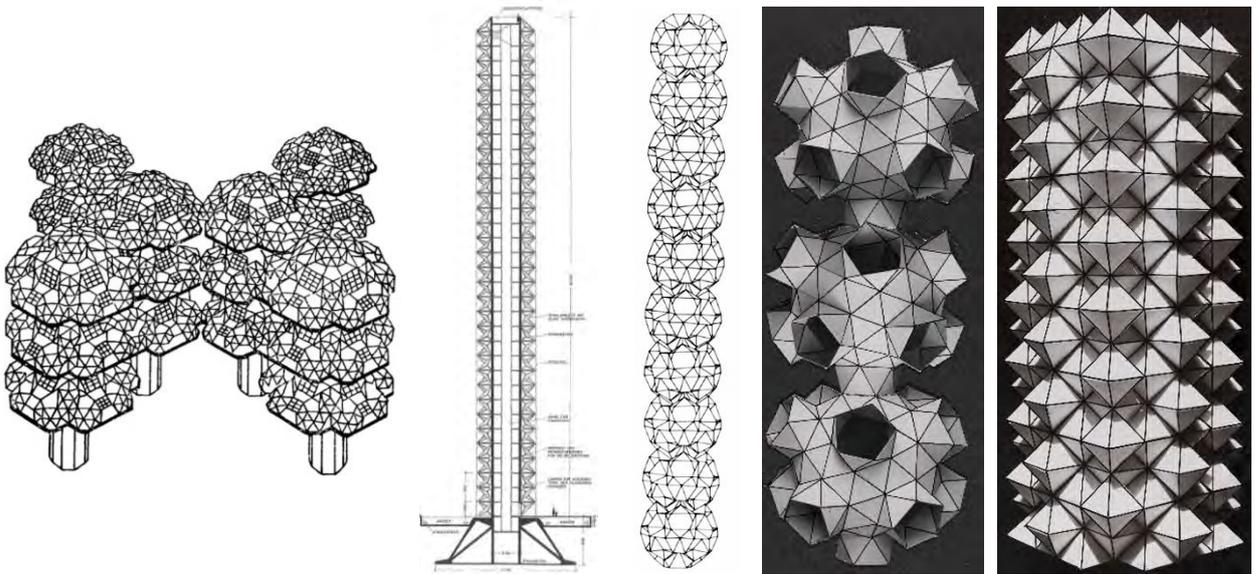
- достичь выразительной конфигурации общего объема башни за счет закручивания модулей по спирали;
- гибко изменять высоту потолков и адаптироваться к различным функциям, меняющимся сценариям;
- уменьшить расход материала на конструкции.

Г.Гюншелем была предложена идея высотного здания на основе пространственной системы в виде гроздей, образующихся вокруг центрального ствола жесткости (Рис.210). Также в ходе исследования универсальных структур, сочетаний малоиспользуемых в архитектуре правильных геометрических форм («Студенческое общежитие в Геттингене», 1968 г.), экспериментов с приемами кручения и кристаллизации, а также при практическом применении пространственной системы МЕРО<sup>41</sup> (павильон «Город завтрашнего дня», 1957г.), на ее основе в 1963г. Г.Гюншель представил такие высотные концептуальные проекты, как «Маяк в Эссене» (Рис.211), «Проект J, многоуровневая башня из додекаэдров» (Рис.212), «Проект N а» (Рис.213), «Башня из пирамид и тетраэдров» (Рис.214). Несмотря на то, что указанные проекты были разработаны только до этапа создания внешней формы здания, его общей конфигурации без внутренних планировочных решений, они расширили спектр объемно-пространственных возможностей ПСПК в рамках высотной архитектуры.

С.Тигерман же, по заказу Института Вермикулита, предложил проект «Мгновенный город» («Instant City», 1966г., Рис.215), пространственную структуру в виде пирамиды-арки высотой порядка 130м и шириной основания около 183 м, что соответствовало масштабу городских кварталов. [140] Данная работа была представлена не только для демонстрации новых материалов, а

---

<sup>41</sup> Система МЕРО – сборно-разборная перекрестно-стержневая пространственная система из узловых и стержневых элементов.



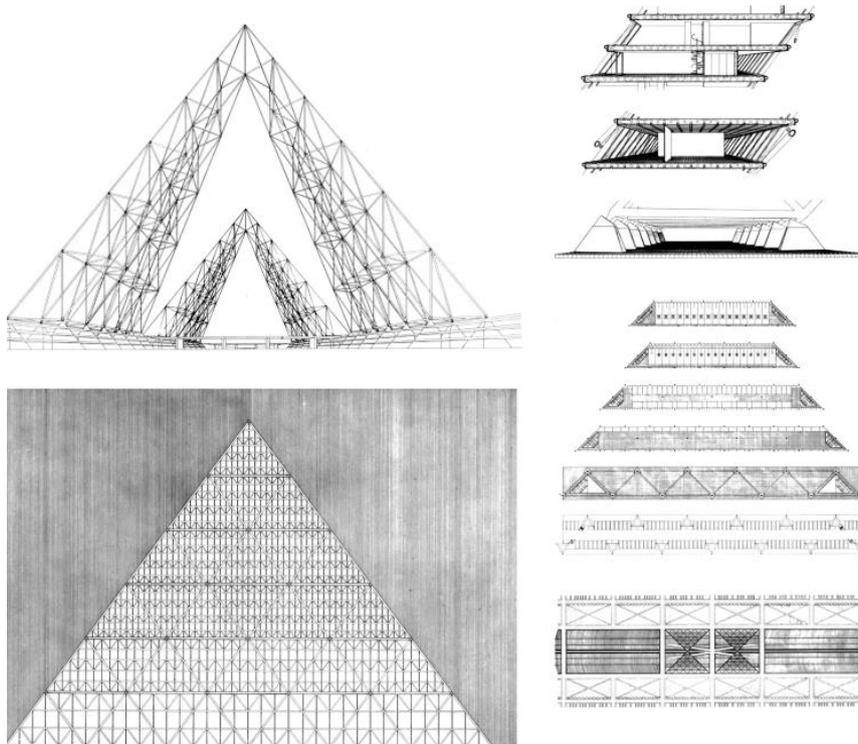
**Рис. 210.** Высотное здание на основе пространственной системы в виде гроздей. Изометрия. Г.Гюншель.

**Рис. 211.** Маяк в Эссене. Разрез. Г.Гюншель. 1963г.

**Рис. 212.** Проект J, многоуровневая башня из додекаэдров. Изометрия. Г.Гюншель. 1963г.

**Рис. 213.** Проект N а. Макет. Г.Гюншель. 1963г.

**Рис. 214.** Башня из пирамид и тетраэдров. Макет. Г.Гюншель. 1963г.



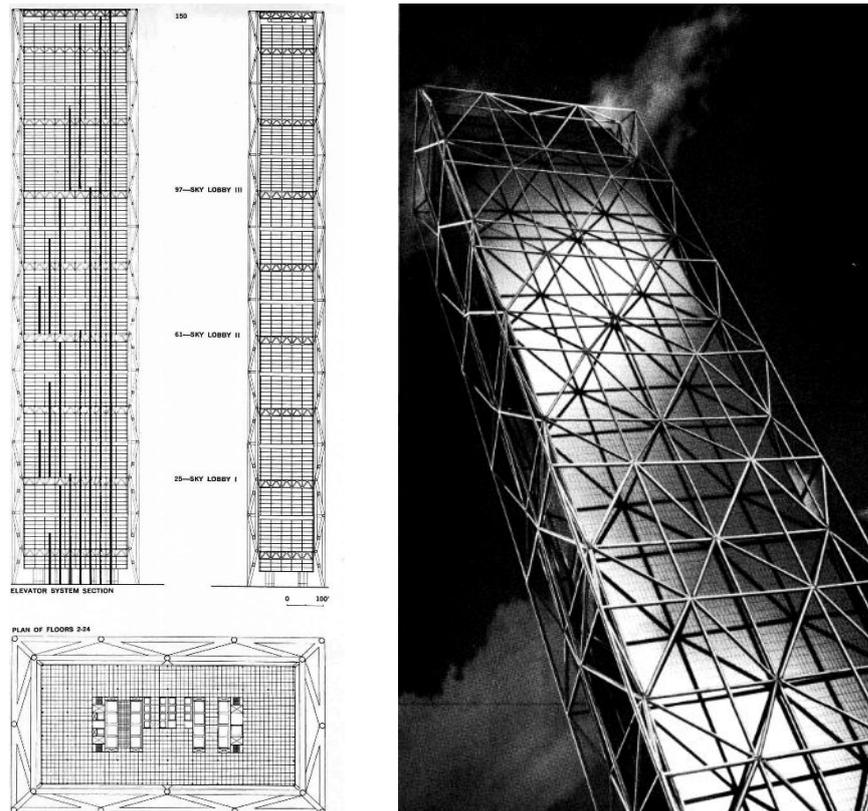
**Рис. 215.** Мгновенный город. 3д-вид. Фасад. Разрезы отдельных уровней. Планы. С.Тигерман. 1966г.

именно легкого вермикулитового бетона, не влияющего на структурные характеристики плит перекрытий и облегчающего постоянные нагрузки, но и для освещения проблем разрастания скоростных автомагистралей, увеличения

объема выхлопных газов, растущего населения, разделения городских сообществ. По высоте объект разграничен на 6 основных блоков, в соответствии с шагом основных конструкций – расположении узлов пересечения перекрестно-стержневых пространственных модулей. Первый, самый нижний, блок состоит из трех уровней по 6,4 м в высоту и предназначается для образовательных, промышленных и коммерческих помещений, доступных в аренду. Второй блок делится на 5 уровней по 4,27 м в высоту и сдается под офисы. Третий, четвертый и пятый блоки отданы под двухуровневые квартиры. Шестой – зона ресторанов, развлекательных заведений. 4 подземных уровня отданы под парковку и имеют доступ к скоростным автомагистралям. Первый этаж полностью открытый, за исключением входных зон в транспортно-коммуникационные ядра. Автором данной диссертации было определено, что такой пример применения стержневых пространственных структур позволил:

- расширить спектр объемно-пространственных решений высотных зданий (пирамида-арка);
- обогатить вариативность пластики фасада за счет соединения основной и второстепенной конструктивных треугольных сеток;
- снизить ветровую нагрузку за счет пирамидальной формы объекта;
- создать автономную многофункциональную структуру с общественными пространствами для интеграции сообществ.

А.Т.Свенсоном была разработана конструкция типового 150-этажного административного здания («The 150-story Superframe tower», 1971 г., Рис. 216 а, б) в рамках идеи перераспределения пространства центрального делового района в Чикаго. [140] Таких башен, расположенных близ скоростных автомагистралей и транспортных путей, планировалось 12. Высота небоскреба составляла 505 м, общая площадь – 557400 м<sup>2</sup>, площадь типового этажа – 3716 м<sup>2</sup>. Под офисы было отведено 80 этажей, квартиры – 47 (верхние уровни), тех. этажи – 18 (9 горизонтальных пространственных ферм по 2 этажа); вестибюли, рестораны и коммерческие площади занимали нижние 5 уровней. С



**Рис. 216.** 150-этажное административное здание. А) Продольный и поперечный разрезы, план. Б) 3д-вид. А.Т.Свенсон. Чикаго. 1971г.

увеличением высоты возрос вопрос нивелирования ветровой нагрузки. Решением стала конструктивная система, которая включала 2 основных типа стальных элементов, состоявших из перекрестно-стержневых пространственных модулей: периметральную макроферму, или экзоскелет, и 8 горизонтальных дисков (этажей-аутригеров). Блок уровней, заключенных между двумя дисками, как правило, содержал 16 офисных или 20 жилых этажей. В таком блоке верхние уровни подвешивались к верхнему диску, а нижние опирались на нижний диск. При этом средний уровень данного блока освобождался от опор и мог быть использован в качестве зрительного или выставочного зала, открытого коммерческого пространства. В ходе анализа автором было выявлено, что такое решение на основе перекрестно-стержневых пространственных систем позволило:

- достичь свободы и вариативности планировочных решений;
- обеспечить жесткость и устойчивость высотного объекта при минимальном расходе конструкционных материалов;

- повысить пожарную безопасность за счет заполнения водой полых труб экзоскелета и поддержания ее циркуляции;
- повысить архитектурную выразительность, усложнив пластику фасада экзоскелетом.

Перечисленные выше проекты были проработаны до стадии концепции и впоследствии не были реализованы в силу сложности конструктивного исполнения, недостаточной нормативной базы и отсутствия технического оснащения для создания математической модели с расчетом на статические и динамические воздействия. По мнению автора, в 1950-60е гг. данные небоскребы были своеобразным ответом на разработанную в 1938 г. в Германии М.Менгерингхаузенем систему МЕРО (разновидность ПСПК), позже в отечественной практике существенно усовершенствованную В.К.Файбишенко и обозначенную как «МАРХИ». Проекты А.Т.Свенсона, С.Тигермана, Л.Кана, Э.Тинг и Г.Гюншеля обозначили область теоретического применения пространственных структур и их потенциал в высотных зданиях.

В рамках данной диссертации автор предлагает рассматривать перспективы и возможности применения пространственных структур в первую очередь с точки зрения архитектурно-планировочных и объемно-пространственных решений, а конструктивный аспект и вопросы математического моделирования использовать в качестве доказательной базы. Поэтому в контексте архитектурного формообразования ВБЦ автор вводит новое понятие, синонимичное ПСПК – пространственная сота.

**Пространственная сота** – геометрически неизменяемый пространственный модуль (структурная ячейка) из несущих стержневых стальных, железобетонных, сталежелезобетонных и деревоклееных конструкций высотных зданий. Следует заметить, что сотами в геометрии обозначается заполнение пространства непересекающимися многогранниками, при котором не остаётся незаполненного пространства.

В ходе исследования были определены следующие **преимущества пространственных сот** в высотном строительстве.

1. Жесткая система пространственных сот эффективно распределяет статические и динамические нагрузки между элементами несущей конструкции высотного здания, обеспечивая его устойчивость при различных воздействиях.

2. Благодаря пространственным сотам, высотные здания могут принимать разнообразные архитектурные формы, включая наклонные элементы, консоли, перекрытия больших пролетов и другие нестандартные решения.

3. Важным преимуществом пространственных сот является их структурная гибкость и адаптивность. Отдельные элементы системы можно модернизировать, заменяя устаревшие части новыми, а также изменять их размер, объединяя или разделяя соты для создания необходимых пространственных конфигураций.

4. В отличие от оболочковых и ствольно-оболочковых систем, ограничивающих архитектурные возможности сверхвысоких и мега-высоких зданий, система пространственных сот предлагает более широкий спектр композиционных решений и гибкий подход к проектированию, позволяя создавать разнообразные формы и адаптировать здания к изменяющимся потребностям.

В ходе анализа была определена корреляция возможностей пространственных сот со следующими выявленными тенденциями в архитектурном проектировании ВБЦ.

*Таблица № 5. Взаимосвязь возможностей/характеристик пространственных сот с выявленными тенденциями в архитектурном проектировании ВБЦ.*

Ключевые аспекты формирования ВБЦ (разделы)	Современные тенденции/ решения/ актуальные задачи	Потенциал применения пространственных структур (модификации ПСПК)/ новые возможности формирования архитектуры
Планировочное решение	Гибкость реорганизации пространства, возможность модификаций – объединения, разграничения отдельных рабочих и общественных пространств, адаптивность	Возможность изменения не только в пределах плоскости (x,y), но и по высоте (z)
	«Небесные дворы» - поры/проемы как открытые общественные пространства и доп. эпицентры рабочих коммуникаций	Ячеистая структура, позволяющая объединять, вычленять отдельные блоки
	Формирование сложных двойных оболочек фасада	Возможность организации пространств, переходных от экстерьера к интерьеру
Конструкции	Материалоемкость, топологическая оптимизация, взаимозаменяемость ( типовые сборные элементы)	Пространственные каркасы – наиболее жесткие структуры с минимальным расходом материалов.  ПСПК во внешней оболочке: усиление периметра, восприятие основных нагрузок
		ПСПК в перекрытиях: дополнительные диафрагмы жесткости/ аутригеры
		ПСПК как гомогенная решетка по хуz:

		максимальная жесткость
Пластика фасада	Фрактальность, пиксельная пластика, построение фасада (фронтальной композиции) на основе повторения типовых блоков/элементов	Формирование рисунка фасада на основе вариаций архимедовых и платоновых тел
Общее объемно-пространственное решение/ конфигурация	Увеличение высоты при сохранении конструктивной жесткости и рациональном расходе строительных материалов	Увеличение привычных пропорций: соотношения высоты к стороне основания
	Вариативность композиции основных объемов	Возможность построения наклонных и закрученных башен с поворотом уровней относительно оси объекта, небоскребов с увеличенными консольными выносами
Архитектурно-художественное решение	Динамика процессов – смена освещения, положения автоматизированных панелей и др. – как одна из составляющих образа объекта, форма его взаимодействия со средой	Возможность модификаций (объединения, разграничения, удаления, присоединения) основных структурных блоков (ячеек)
	Обращение к эстетике математических алгоритмов	Формирование усложненной композиции по регулярной (структурированной) сетке
Инженерно-техническое решение	Автономность и независимость отдельных блоков (эксплуатируемых уровней между тех.этажами)	Взаимозаменяемость отдельных элементов, ячеистый характер выстраиваемого объема

### 3.2. Математическое моделирование и матрица конструктивных решений.

На основе анализа материалов, изложенном в Разделе 3.1. «Пространственные структуры как перспективный инструмент формирования ВБЦ в контексте современных тенденций», было выявлено, что концептуальные предложения по применению ПСПК в качестве основной несущей системы высотного здания были разработаны в 1950-70х гг., однако впоследствии подобные идеи не получили своего развития, чему были определены следующие причины:

- высокая трудоемкость и сложность монтажа конструкции;
- недостаточная точность заводского производства деталей для объектов такого масштаба;
- отсутствие технологий создания математической модели с проверкой конструкции на статические и динамические нагрузки, а также доказательной инженерно-технической базы (математического обоснования, расчета);
- ограниченный интерес к исследованию архитектурно-пространственных возможностей высотных объектов на основе архимедовых тел;
- низкий запрос на многофункциональность внутреннего пространства;
- усложненное восприятие планировочной структуры высотного здания (не ярусное, а сотовое).

К началу 1980-х гг. были разработаны различные модификации ПСПК, ее узловых и стержневых элементов: «ЦНИИСК», «Юнистрат» (США), «Триодетик» (Канада) и др. [41] Тем не менее, применение ПСПК в строительстве ограничивалось:

- созданием покрытий, реже перекрытий по данной системе;

- конфигурацией единичных модулей – комбинация пирамид и тетраэдров, как наиболее простой вариант геометрического замощения<sup>42</sup>.

В ходе участия в международном конкурсе «Hybrid Futures. Work&Fly (UNI)» и разработки дипломного проекта бакалавра в 2019 году, автор данной диссертации представил экспериментальный проект сверхвысокого здания «МФК в Шелепихе», в котором был представлен феномен пространственных сот, описанный в разделе 3.1. В процессе исследования наиболее эффективных конструкций было проведено математическое моделирование сотовых структур несущего каркаса здания с использованием разных форм и размеров основных ячеек (сот) - с гранями 12.0, 6.0 и 3.0 м. Дополнительно, была выполнена проверка несущих сотовых конструкций на устойчивость к сейсмическим воздействиям с использованием программы «Лира», что подтвердило основные конструктивные решения проекта (подробное описание проекта см. Раздел 3.4).

Впоследствии автором также в процессе определения спектра возможного применения пространственных сот, с сопутствующей апробацией, были разработаны проекты «Высотная метаструктура в Гонконге» и «Башня на Манхэттене» (см. Раздел 3.4). Так, «Высотная метаструктура в Гонконге» выстраивается на основе пирамид и тетраэдров, конфигурация которых позволяет создать складчатую пластику фасада, соотнести ярусное расположение сот с функциональными уровнями, максимально использовать площади прямоугольного пятна застройки и учесть ортогональную сетку окружения. Квадратная же в основании «Башня на Манхэттене» в качестве единичных модулей системы имеет ромбоусеченные кубооктаэдры, усеченные икосододекаэдры и кубы (Рис. 5). Это дает возможность разместить в нижней части объекта вертикальные гидротехнические установки, высотой в несколько уровней (избегая

---

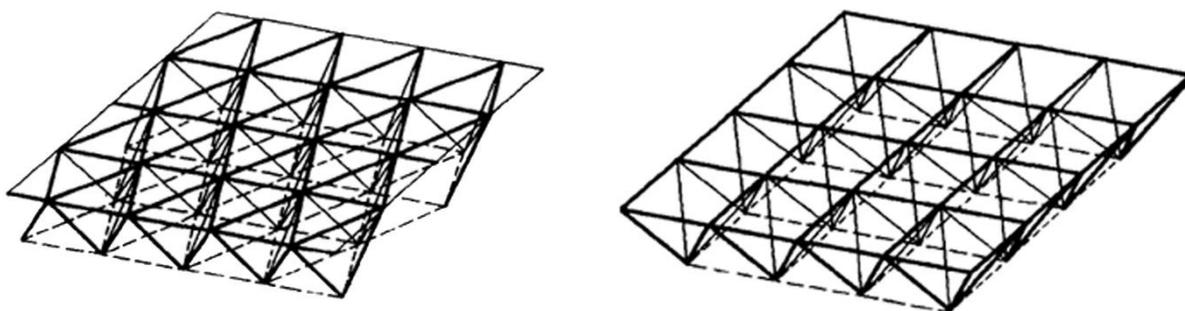
<sup>42</sup> Геометрическое замощение - разбиение пространства на многогранники без пробелов и наслоений.

пересечения со стержневыми элементами), создать кристаллическую пластику фасада.

В ходе данной диссертации особое место было решено уделить конфигурации единичного модуля, т.е. соты. Так как основным свойством пространственных сот является «плотное заполнение пространства», автором был проанализирован ряд трудов по евклидовой геометрии, а также были определены следующие возможные вариации многогранников и их сочетаний в качестве базовых модулей пространственных сот:

- пирамиды и тетраэдры с квадратным основанием (1;1 – количественное соотношение модулей в структуре) (Рис. 217);

- пирамиды и тетраэдры с треугольным основанием (1;1) (Рис. 218);



**Рис. 217.** Пример структурной плиты из тетраэдров и пирамид с квадратным основанием.

**Рис. 218.** Пример структурной плиты из тетраэдров и пирамид с треугольным основанием.

- усеченный октаэдр (1) (Рис. 219);

- ромбододекаэдр (1) (Рис. 220);

- ромбоусеченные кубооктаэдр, усеченные икосододекаэдр и кубы (9, 4-12, 4-12) (Рис. 221),

- шестиугольные пирамиды (Рис. 222),

- структуры Уэйра-Фелана<sup>43</sup> (1;1) (Рис. 223).

Следует заметить, что «системы с неизменяемыми поясными сетками (треугольные ячейки сеток) могут воспринимать крутящие моменты. В меньшей степени жесткостью обладают структуры, в которых одна сетка

<sup>43</sup> Структура Уэйра-Фелана – трехмерная структура из неправильных додекаэдров и неправильных тетраэдров.

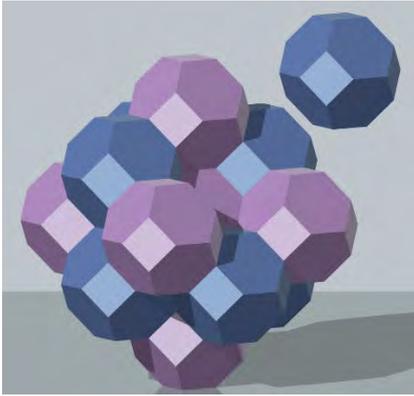


Рис. 219. Усеченные октаэдры.



Рис. 220. Ромбододекаэдры.

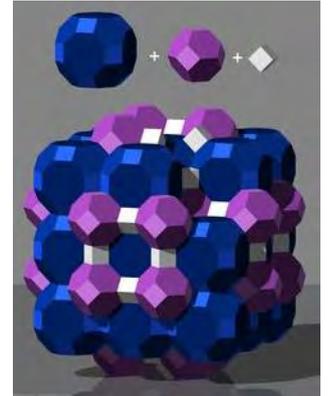


Рис. 221. Ромбоусеченные кубооктаэдры, усеченные икосододекаэдры и кубы.

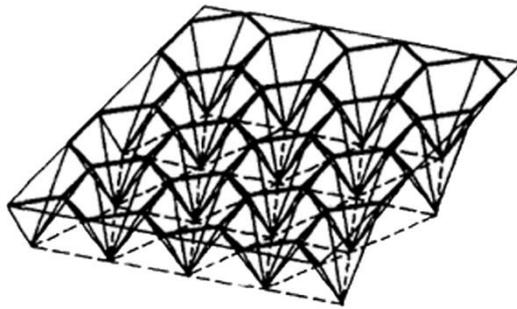


Рис. 222. Шестиугольные пирамиды.

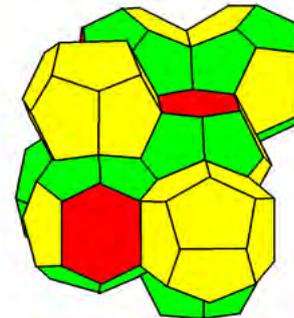


Рис. 223. Структуры Уэйра-Фелана.

поясов геометрически изменяема, например, одна из шестиугольников, другая из треугольников». [78] При выборе оптимальных конфигураций пространственных сот автором были обозначены следующие факторы:

- меньшее количество стержней в узловом элементе,
- меньшее количество делений при триангуляции граней (меньшее количество углов в многоугольниках, составляющих многогранник) и сот,
- меньшее количество типоразмеров стержневых элементов (равные ребра),
- основание сот в одной плоскости, что обеспечивает ясность при сечении общего объема уровнями,
- четкость пространственного восприятия структуры.

Следовательно, с точки зрения конструктивных и архитектурно-планировочных аспектов, наиболее перспективными конфигурациями сот

являются системы на основе: тетраэдров и пирамид в вариантах с квадратным и треугольным основанием.

На основании вышесказанного автором предлагается рассмотреть феномен пространственных сот системно, а именно, как **матрицу решений**, имеющих следующие ключевые позиции (Рис.224):

конфигурация модуля		тетраэдры и пирамиды (с треугольным основанием)		тетраэдры и пирамиды (с квадратным основанием)		ромбододекаэдры		ромбоусеченные кубооктаэдры, усеченные икосододекаэдры и кубы		
		А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	
тип объема	1									
	2									
	3									
	4									
	5									

Рис. 224. Матрица решений.

I. конфигурация единичного модуля/ей, т.е. базовой соты (в порядке усложнения структуры, увеличения количества граней и ребер), и их расположение в структуре относительно друг друга:

- тетраэдры и пирамиды (с треугольным основанием),
- тетраэдры и пирамиды (с квадратным основанием),

в. ромбододекаэдры,

г. ромбоусеченные кубооктаэдры, усеченные икосододекаэдры и кубы.

Согласно обозначенным выше факторам, учитывающимся при подборе наиболее целесообразных конфигураций, для дальнейшего анализа не были выбраны усеченный октаэдр, шестиугольные пирамиды и структуры Уэйра-Фелана.

II. Тип/характер общего объема ВБЦ (с обоснованием и ссылкой на выявленные тенденции мирового опыта):

1. прямоугольный – наиболее распространенный тип среди небоскребов (см. Раздел 1.3. «Классификация», одна композиционная ось построения); при различных конфигурациях единичного модуля пространственных сот возможно смягчение углов, что снижает ветровую нагрузку;

2. спиралевидный, или со смещением уровней относительно друг друга по высоте – снижение ветровой нагрузки («Шанхайская башня»), усложнение пластики фасада;

3. с образованием проемов (по Ульяновой Е.В. – проемов и полостей, как одних из основных факторов формообразования высотных зданий) – снижение ветровой нагрузки («Шанхайский ВТЦ»);

4. с консольными элементами – современная тенденция к формированию горизонтальных элементов в небоскребе, в том числе в многоствольных вариантах, к развитию композиции объема по нескольким осям (см. Раздел 1.3. «Классификация»; «Раффл-сити» в Чунцине, «ССТV» в Пекине);

5. наклонный – экспериментальный вариант; ответ на существующие наклонные небоскребы («Ворота Европы» в Мадриде), современные решения лифтовые разработки (см. 2.3.4. «Вертикальный транспорт. Лифты»; система «MULTI» от «thyssenKrupp»).

С целью определения первоначальных данных для расчетных моделей небоскребов был проведен анализ реализованных башен ММДЦ «Москва-Сити», как наиболее яркого примера сосредоточения ВБЦ в отечественной практике (Табл. 6).

Таблица № 6 Объекты ММДЦ «Москва-Сити».

№	Название объекта	Высота общ. (м)	Этажность	Площадь общ. (тыс.м <sup>2</sup> )	Высота этажа ср. (м)	Площадь этажа ср. (м <sup>2</sup> )
1	Башня 2000	104	32	38	3,25	1187,5
2	Эволюция	220	55	154	4	2800
3	Империя	238	60	203,2	3,97	3386,7
4	Город столиц	257 и 302	65 и 76	288,7	3,96	2047,5
5	Башня на набережной (блок С)	268	59	157	4,54	2661
6	IQ-квартал (башни 2 и 3)	135 и 173	33 и 42	118,3	4,1	1577,3
7	Евразия	309	70	207,5	4,4	2964,3
8	Федерация	242 и 374	62 и 95	443	3,9	2821,6
9	Меркурий	339	75	174	4,52	2320
10	ОКО (Северная б.)	245	49	110,8	5	2261
11	Северная башня (без стилобата)	108	27	40,5	4	1500
12	Нева Тауэрс (Башня 1)	302	68	165,92	4,44	2440
13	Москоу-Тауэрс* (до 2022 Grand Towers)	283	62	400 (комплекс)	4,56	4200* (2 башни)
14	One Tower* (2024)	442	109	285, 3	4,05	2617,4

Таким образом, для экспериментальной матрицы ВБЦ были обозначены базовые объемно-планировочные параметры (и их диапазон значений):

- общая высота = 256,4м; принимаем диапазон значений +/- 10%, т.е. ~225-275м, что по авторской классификации (Раздел 1.3.) соответствует наиболее распространенной категории объектов - «высотные»;

- средняя высота этажа = 4,19м; принимаем диапазон 4-4,5м, учитывая, что по СНиП 31-05-2003, высота от пола до потолка не менее 3м;

- средняя площадь этажа = 2335 м<sup>2</sup>; принимаем диапазон до 3000 м<sup>2</sup>.

Далее, исходя из указанных объемно-планировочных параметров, были определены значения для единичных модулей: высота – из расчета минимального количества возможных «офисных» уровней – от 3 ед.; сторона и площадь основания – с учетом указанного диапазона площади этажа, а также его конфигурации.

Для обоснования принципиальных конструктивных решений каждой структуры из матрицы были выполнены математические модели с учетом нагрузок в программе «ЛИРА». В расчетной схеме анализировалась работа системы из пространственных сот, как основного компонента несущего остова, без учета ядер жесткости, или транспортно-коммуникационных узлов. В программе «ЛИРА» для математической модели были заданы следующие нагрузки (СНиП 2.01.07-85\*):

*А) статические:*

- собственный вес – исходя из заданного сечения стержневых элементов;
- вес оборудования и ненесущих элементов конструкции – 350 кг/м<sup>2</sup>;
- нагрузка от людей – 175 кг/м<sup>2</sup>;
- снеговая нагрузка – 150 кг/м<sup>2</sup> (III снеговой район для Москвы);

*Б) динамические:*

- ветровая – задается по трем направлениям: 1)  $x=-1т$ , 2)  $y=-1т$ , 3) диагональ( $d$ )= $-1т$  (раскладывается по направлениям  $x=-0,7т$ ,  $y=-0,7т$  из расчета  $d^2=x^2+y^2=1$ );
- сейсмическая (сейсмичность площадки в баллах (S) – 7 (для Москвы – 5); количество учитываемых форм колебаний – 10).

Для каждой нагрузки была получена деформированная схема, а также мозаики перемещений по  $x$ ,  $y$ ,  $z$  (полный комплект расчетных схем представлен в проектах Раздела 3.4). Однако наиболее информативными и доказательными были выбраны формы колебаний (сейсмика по  $x$  и  $y$ ), а также схемы по 1ПС и 2 ПС (предельному состоянию) – данный перечень изображений отражен в каждой ячейке матрицы на экспозиции (см. Приложение).

В проверочном расчете для математической модели из пространственных сот были заданы стальные сечения (СП 16.13330.2011). Следует отметить, что более высокими прочностными характеристиками на сегодня обладают сталелазобетонные конструкции, сортамент которых, к сожалению, еще не входит в перечень операций программы «ЛИРА» (студенческой версии);

однако, это дает основание для дальнейших экспериментальных решений с меньшим конструктивным коэффициентом, а также нивелирует ряд задач, возникающих при необходимости усиливать некоторые стержневые элементы при проверке системы по 1ПС.

В результате объемно-пространственного моделирования была сформирована матрица из 20 концептуальных архитектурно-планировочных моделей ВБЦ, отражающих наиболее рациональное применение пространственных сот в контексте современных тенденций и запросов в высотном строительстве. Каждая разработанная модель оценивалась по нескольким **позициям**:

- вариативность возможных модификаций, объемно-планировочных изменений с течением времени;
- выразительность пластики фасада и общего объема объекта, образность;
- потенциал в снижении ветровой нагрузки;
- основные строительные параметры.

Ниже изложены данные по разработанным моделям.

### **Матрица решений.**

#### **А. Система пространственных сот из тетраэдров и пирамид с треугольным основанием.**

*Параметры единичного модуля (тетраэдра):*

- сторона основания – 20м,
- высота – 16,3м,
- площадь основания – 173,2 м<sup>2</sup> (принимаем округленно 170 м<sup>2</sup>),
- объем – 941 м<sup>3</sup>.

*Плюсы/возможности:*

- более высокая вариативность конфигурации этажа по сравнению с другими модулями, что позволяет не только обеспечить необходимый световой периметр, но и разнообразить пластику фасада объекта;

- больше осей симметрии – 3 (а не 2 как у аналогов на основе модуля-пирамиды), что повышает устойчивость объекта.

*Минусы/корреляция:*

- пересечение наклонных стержней с вертикальными коммуникациями ведет к исключению ряда модулей из системы, что снижает ее устойчивость.

*Таблица № 7. Системы пространственных сот из тетраэдров и пирамид с треугольным основанием (см. Т II прил.1 Л. 3.2.1А.-3.2.5А.). Качественные и количественные показатели.*

№	Показатели Тип объема	Количественные									Качественные	
		Габариты (м)			Площади (м <sup>2</sup> )			V, м <sup>3</sup>	K	W	Вар.	Обр.
		В	Ш	Д	S <sub>общ.</sub>	S <sub>ср.</sub>	S <sub>осн.</sub>					
1А	Прямоугольный	260,8	69,2	70	137100	2125	3060	554200	4	+	+	++
2А	Спиралевидный	260,8	69,2	70	119500	1847	3060	486229	4	+	+	++
3А	С проемом	260,8	69,2	70	128900	2000	3060	517500	4	+	+	++
4А	С консолью	260,8	207,8	70	179400	2900	3060	780800	4,4	-	+	++
5А	Наклонный	260,8	104	89,9	70000	2000	3060	520900	7,4	-	-	+/-

Условные обозначения: **В** – высота, **Ш** – ширина, **Д** – длина; **Собщ.** – общая площадь, **Сср.** – средняя площадь этажа, **Сосн.** – площадь основания; **V** – объем; **K** – объемный коэффициент ( $V_{зд.} / S_{общ.}$ ); **W** (+) – потенциал в снижении ветровой нагрузки: 1) наличие проемов, 2) закрученная конфигурация – поворот уровней относительно друг друга с равным шагом, 3) скругление/ скос прямых углов в плане, 4) сужение с увеличением высоты и др.; **Вар.** (+) – вариативность возможных модификаций, объемно-планировочных изменений с течением времени: 1) возможности деления в

пределах единичного модуля, 2) многообразие различных открытых пространств («небесных дворов» в сквозных проемах объекта, открытых площадок, образующихся из-за смещения уровней и др.), 3) корреляция изменений с учетом обозначенных вертикальных коммуникаций и их конфигураций, 4) комбинаторный потенциал (вращение, смещение модулей в системе пространственных сот); **Обр. (+)** – выразительность пластики фасада и общего объема здания, образность: 1) количество возможных осей симметрии в плане; 2) характер ограждающих конструкций – потенциал формирования как складчатых оболочек, так и пиксельного рельефа (соотв. выявленным тенденциям; см. 2.5); 3) значение архитектурно-художественной составляющей в результате соединения выбранной конфигурации с определенным единичным модулем и др.

#### **Б. Система пространственных сот из тетраэдров и пирамид с квадратным основанием.**

*Параметры единичного модуля (пирамиды):*

- сторона основания – 20м,
- высота – 14,2м,
- площадь основания – 400 м<sup>2</sup>,
- объем – 1893м<sup>3</sup>.

*Плюсы/возможности:*

- ортогональная сетка плана – наиболее подходящая структура для сопряжения с зонами ТКЯ/прямоугольными в плане лестнично-лифтовыми узлами, а также «стандартизированными» моделями рабочих мест и видами размещения сотрудников;

- большой угол наклона стержневых элементов в оболочке здания в сравнении с модулем-тетраэдром, что формирует более выраженную складчатую пластику фасада;

- повышение угла наклона в складчатых ограждающих конструкциях: а) плюс для южных широт и жаркого климата – увеличение площади затенения для одной группы плоскостей и приумножение поверхностей, потенциально

пригодных для фотоэлектрических панелей; б) минус для северных широт – рост площади ограждающих конструкций.

*Минусы/корреляция:*

- квадратное основание модуля не позволяет спроектировать более обтекаемые конфигурации этажа со «скошенными» углами уровней, и вследствие не дает возможности снизить ветровую нагрузку данным приемом;

- более резкий угол наклона стержневых элементов в интерьере снижает долю фактической полезной площади.

*Таблица № 8. Системы пространственных сот из тетраэдров и пирамид с квадратным основанием (см. Т II прил.1 Л. 3.2.1Б.-3.2.5Б.). Качественные и количественные показатели.*

№	Показатели Тип объема	Количественные							Качественные			
		Габариты (м)			Площади (м <sup>2</sup> )			V, м <sup>3</sup>	K	W	Вар.	Обр.
		В	Ш	Д	S <sub>общ.</sub>	S <sub>ср.</sub>	S <sub>осн.</sub>					
1Б	Прямоугольный	255,6	60	60	145600	2600	3600	664560	4,5	-	+	+
2Б	Спиралевидный	255,6	100	100	201600	3600	3600	920160	4,5	+	++	++
3Б	С проемом	255,6	60	60	142000	2535	3600	649800	4,5	+	+	+
4Б	С консолью	255,6	140	60	167000	3036	3600	778160	4,7	-	+	+
5Б	Наклонный (ред.)	255,6	60	80	172200	3075	4800	775320	4,5	-	-	+

**В. Система пространственных сот из ромбододекаэдров.**

Параметры единичного модуля:

- сторона основания – 20 м,

- высота – 34,6 м,
- площадь основания – 170м<sup>2</sup>,
- объем – 24560м<sup>3</sup>.

*Плюсы/возможности:*

- меньшее количество стержневых наклонных элементов в интерьере (по сравнению с аналогами из тетраэдров и пирамид), что повышает вариативность планировочных решений;

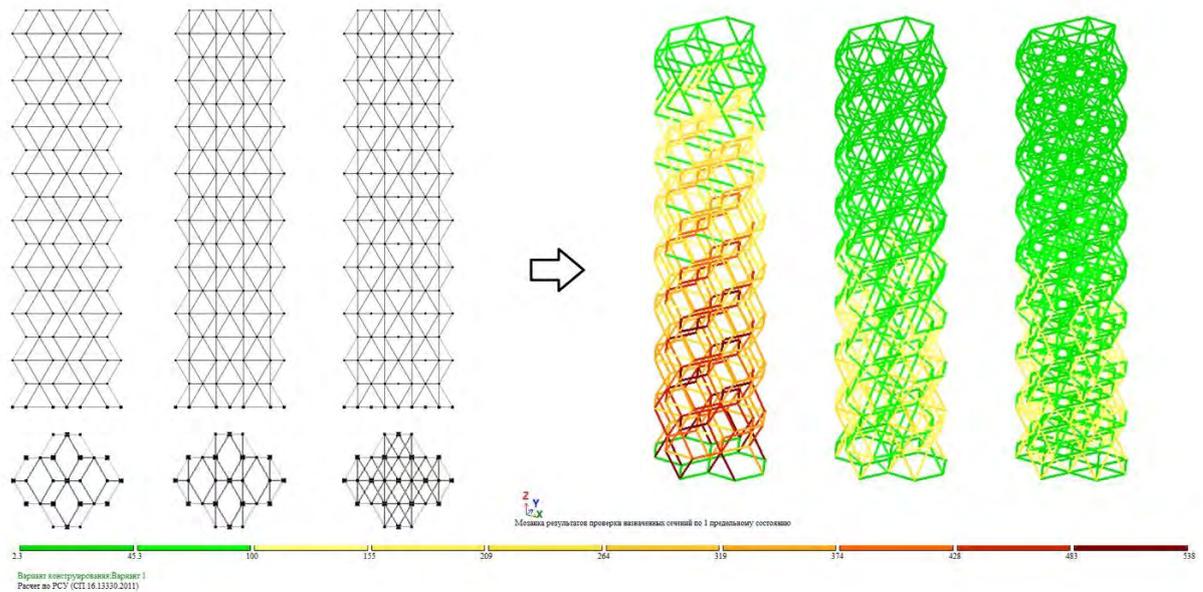
- параллельность парных граней ромбододекаэдра дает возможность формирования как «складчатой», так и «пиксельной» пластики фасада.

*Минусы/корреляция:*

- меньшая конструктивная устойчивость, требующая дополнительных стержневых элементов для укрепления системы из пространственных сот.

*Таблица № 9. Системы пространственных сот из ромбододекаэдров (см. Т II прил.1 Л. 3.2.1В.-3.2.5В.). Качественные и количественные показатели.*

№	Показатели Тип объема	Количественные									Качественные	
		Габариты (м)			Площади (м <sup>2</sup> )			V, м <sup>3</sup>	K	W	Вар.	Обр.
		В	Ш	Д	S <sub>общ.</sub>	S <sub>ср.</sub>	S <sub>осн.</sub>					
1В	Прямоугольный	259,5	80	69,2	160480	2720	2720	736800	4,6	+	++	++
2В	Спиралевидный	259,5	80	69,2	137460	2370	2720	630920	4,6	+	++	++
3В	С проемом	259,5	80	69,2	149500	2492	2720	687680	4,6	+	+	++
4В	С консолью	259,5	218,9	69,2	228480	4080	2720	1313960	5,7	-	+	++
5В	Наклонный	259,5	100	69,2	266220	4590	4420	1224610	4,6	-	+	+



**Рис. 225.** Пример усиления конструкции из ромбододекаэдров за счет поэтапной триангуляции вертикальных и горизонтальных граней. Программа ЛИРА. Схемы фасадов, планов, изометрии (мозаика результатов проверки назначенных сечений по 1 предельному состоянию).

### **Г. Система пространственных сот из ромбоусеченных кубооктаэдров, усеченных икосододекаэдров и кубов.**

Параметры единичного модуля (ромбоусеченного кубооктаэдра):

- сторона основания – 5,4м,
- высота – 20,7м,
- площадь основания – 141,4м<sup>2</sup>,
- объем – 6582м<sup>3</sup>.

*Плюсы/возможности:*

- большее количество граней и их вариативность усиливает выразительность пластики фасада и формирует «пиксельную» структуру оболочки: тетраэдр – 4 (треугольник); пирамида – 5 (треугольник, квадрат), ромбододекаэдр – 12 (ромб), ромбоусеченный кубооктаэдр – 26 (квадрат, шестиугольник, восьмиугольник);

- широкий диапазон деления уровня по высоте, что увеличивает многообразие функционального состава и программ.

*Минусы/корреляция:*

- необходимость в дополнительной триангуляции плоскостей, что нивелирует эстетику «пиксельной структуры», чистоту восприятия единичного пространственного модуля.

*Таблица № 10. Системы пространственных сот из ромбосеченных кубооктаэдров, усеченных икосододекаэдров и кубов (см. Т II прил.1 Л. 3.2.1Г.-3.2.5Г.). Качественные и количественные показатели.*

№	Показатели Тип объема	Количественные									Качественные	
		Габариты (м)			Площади (м <sup>2</sup> )			V, м <sup>3</sup>	K	W	Вар.	Обр.
		В	Ш	Д	S <sub>общ.</sub>	S <sub>ср.</sub>	S <sub>осн.</sub>					
1Г	Прямоугольный	269	62,1	62,1	181500	2975	3856	889070	4,9	+	+	++
2Г	Спиралевидный	269	82,8	82,8	181500+	2975	3856	889070	4,9	+	++	+++
3Г	С проемом	269	62,1	62,1	170300	2792	3856	849580	4,9	+	+	++
4Г	С консолью	269	145,8	62,1	208300	3530	3856	1050000	5	+	+	++
5Г	Наклонный	269	124,2	62,1	193500	3172	3856	948300	4,9	-	+	+

Полученная матрица из 20 концептуальных архитектурно-планировочных моделей ВБЦ также позволяет осветить следующие аспекты основных типов высотных объемов – их особенностей построения и расчета, объемно-планировочного потенциала, визуальной выразительности, перспектив применения и т. д.:

1) прямоугольный объем:

- при любой конфигурации единичного модуля является наиболее симметричным типом объема, а следовательно, обеспечивает большую конструктивную устойчивость без дополнительных стержневых элементов;

- исключает обширные площади затенения на фасаде, так как не имеет выступающих компонентов в своей композиции, а также смещения уровней по высоте;

- имеет менее выразительный силуэт по сравнению с рассмотренными типами объемов.

### 2) спиралевидный:

- в зависимости от конфигурации единичного модуля и абриса плана типового этажа автором предлагается и рассматривается 3 типа спиралевидного построения объемов: 1) со смещением по одной оси – в вариантах с тетраэдром и ромбододекаэдром (2А, 2В), 2) со смещением под прямым углом в двух осях – с ромбоусеченным кубооктаэдром (2Г), 3) со смещением по диагонали в двух осях (наибольшей амплитудой) – с пирамидой (2Б);

- в моделях 2В и 2Г вследствие смещения уровней и за счет наличия параллельных граней в единичных модулях образуются открытые площадки, перспективные для обустройства общественных пространств;

- в модели 2Б диагональное смещение по высоте и особенности формы пространственной соты позволяют нивелировать пластику фасада, т.е. убрать «рельефность» ограждающих конструкций;

### 3) с проемом:

- наиболее предпочтительны для объемов с четным количеством осей симметрии (3Б, 3В, 3Г);

- образуют «небесные дворы», как новую форму общественного пространства в структуре высотного здания;

- снижают ветровую нагрузку;

### 4) с консолью:

- наиболее перспективен в вариантах с парными башнями и многоствольными комплексами, так как в этом случае горизонтальный объем повышает устойчивость, увеличивает вариативность путей эвакуации, на фасаде позволяет дифференцировать различные функциональные блоки – офисные, культурно-досуговые, торговый и др., а также формирует трехмерное городское пространство, что соответствует современному вектору «вертикального урбанизма»;

5) наклонный (рассмотрены варианты со смещением по высоте не более чем на длину основания и с площадью типового этажа, превышающей установленный диапазон, вследствие особенностей данного типа объема):

- наименее целесообразная конфигурация из рассмотренных, однако может рассматриваться: 1) как композиционный элемент в структуре нескольких соединенных высотных объемов, 2) в более редких случаях, в паре с отдельно стоящим зеркальным объектом и с меньшей высотой («Ворота Европы», Испания, Мадрид, 1996г., h=114).

Таким образом, в результате пересечения строк и столбцов матрицы автором были определены наиболее перспективные модели ВБЦ: 1А, 4А, 1Б, 2Б, 1В, 2В,3В, 1Г,3Г.

При формировании различных высотных вариантов на основе пространственных сот также были выведены следующие приемы повышения устойчивости объектов:

- увеличение размера соты с высотой (основание – плотное заполнения, малые ячейки; верхние ярусы – из крупных пространственных сот);
- расширение общего объема небоскреба к основанию;
- триангуляция граней единичных модулей;
- дополнительные вертикальные стержневые элементы на боковых ребрах общего объема здания.

В ходе исследования автором так же были определены и другие варианты применения пространственных сот в качестве:

- ограждающей конструкции,

- ограждающей конструкции с пространственными перекрытиями,
- частичного заполнения в комплексе с другими конструктивными решениями;
- пространственной системы с заполнением внутренних уровней (вариант, рассмотренный в матрице решений).

### **3.3. Принципы создания архитектуры ВБЦ.**

В результате многостороннего анализа небоскребов, определения тенденций и особенностей архитектурного проектирования высотных объектов, а также применения методов научного прогнозирования и математического моделирования с апробацией новейших конструктивных схем, были выведены основные архитектурно-планировочные принципы формирования ВБЦ, освещающие наиболее значимые и основополагающие подходы в архитектурном проектировании современных объектов-представителей по теме данной диссертации (см. Т II прил.1 Л. 3.3.1.-3.3.2.).

#### **1. Принцип функциональной насыщенности.**

Функциональная насыщенность ВБЦ – это показатель качества использования, в первую очередь, административно-офисных; а также торговых, рекреационных, жилых, подсобных и других внутренних площадей различного назначения небоскреба. С помощью программной диверсификации ВБЦ обеспечивается высокая степень автономности объекта, формируются комфортные условия для сотрудников, сокращается радиус доступности необходимых сервисов и служб, увеличивается эффективность использования городского пространства. Однако, в высотных объектах «важно не только удовлетворять требования отдельных функций, но и учитывать тесные взаимосвязи между ними». [108, с. 149]

Принцип функциональной насыщенности ВБЦ базируется на трех следующих аспектах.

1. Функциональная структура всего здания.
2. Программная диверсификация рабочих пространств.
3. Гармоничное взаимодействие различных функций.

1. По количеству превалирующих функций, каждая из которых занимала от 10-15% всего здания, ВБЦ (см. Гл. 1 Р.3) условно были разделены на три группы: монофункциональные («Джардин-хаус», Гонконг), бифункциональные («Телус-Скай», Калгари) и многофункциональные («Тантекс-Тауэр», Гаосюн). Следует отметить, что согласно определению СП 456.1311500.2020 «многофункционального здания - здания, включающее в свой состав два и более самостоятельных (с возможностью независимого использования) пожарных отсека или части здания различных классов функциональной пожарной опасности, взаимосвязанные друг с другом с помощью планировочных приемов (горизонтальными и/или вертикальными коммуникациями — проходами, переходами, лестницами, галереями и т.п.)», любой ВБЦ является таковым. [87]

А.Л.Гельфонд полагает, что «идеальной моделью пространства для общения, коммуникации, диалога в силу своей “родовой” полифункциональности во все времена являлся деловой центр», и «полифункция — признак времени, знак, символ переходного периода». [71, 7]

Для объектов из каждой группы были выведены соотношения функциональных частей (см. Г.1 Р.3), с выделением диапазона доли административно-офисных помещений: монофункциональные (73-98%), бифункциональные (45-83%), многофункциональные (26-66%). Также были рассчитаны средние значения приведенных показателей на основе абсолютных и относительных показателей – 88 %, 64% и 46% соответственно (доля офисов).

2. Программная диверсификация рабочих пространств, как превалирующих площадей ВБЦ, напрямую зависит от потенциала использования помещений, их качественных и количественных

характеристик, типе корпоративного взаимодействия в учреждении и др. Она заключается в вариативности сценариев, как реальных, так и потенциальных, в структурированном зонировании, графике рабочих сессий и общественных мероприятий. Программная диверсификация – механизм обеспечения «внутренней» вариативности и сравнительной автономности отдельных фирм и компаний в общей функциональной структуре ВБЦ.

3. Гармоничное взаимодействие различных функций увеличивает эффективность использования внутренних пространств в ВБЦ, поддерживает «жизнеспособность» здания. Их набор может быть весьма разнообразен и обусловлен не только особенностями культуры региона, положением в городской структуре, но и интересами «адресатов» – питание, спорт, медицинская помощь, торговля, культурный досуг, духовное развитие и др. Большинство из данных составляющих являются своеобразными «генераторами» городской жизни в структуре ВБЦ, обслуживающими главную функцию – деловую.

## **2. Принцип координации при вариативности рабочих пространств с меняющимися запросами компаний и сотрудников.**

Система деловых отношений постоянно развивается, меняются условия работы, требования к среде офисов, атмосфере в учреждении. [108] Согласно, Б.П.Гоулду, каждая компания имеет индивидуальную структуру, обуславливающуюся характером деловой активности и временем существования самой фирмы. [24]

Сегодня с развитием гибридных и удаленных форматов работы, дифференциацией штата сотрудников на постоянных и привлекаемых из сторонних организаций (аутсорсинг), увеличением автономности ряда самозанятых специалистов, в современном ВБЦ растет разнообразие реальных и потенциальных пользователей, или «адресатов», и их запросов на качество рабочей среды. Такие деловые центры становятся универсальным объектом, «в котором актуальные и потенциальные деловые функции во всей

совокупности своих атрибутов раскрываются одновременно в зависимости от социально-экономических факторов». [8]

В ходе анализа современных небоскребов были выявлены основные «площадки» для работы (компоненты рабочих пространств) в современных ВБЦ:

- для компаний: стандартный офис (с закрепленными рабочими местами и готовой схемой зонирования – для региональных компаний), корпоративный офис (офис с индивидуализированным планировочным решением);

- для самозанятых/ частных лиц: отдельный рабочий стол (закрепленный или любой свободный) в пространстве коворкинга;

- для удаленных и гибридных форматов работы: виртуальный офис – закрепляет официальный адрес для корреспонденции, включает почтовую переадресацию, дает возможность бронирования конференц-залов в ВБЦ;

- для встреч офлайн (дискуссий, презентаций, мастер-классов, семинаров, учебных занятий и др.): конференц-зал, зал заседаний, места для мероприятий.

В ВБЦ данный принцип реализуется через:

- изначальную вариативность основных площадок для работы, их соотношение и потенциал использования;

- наличие универсальных и трансформируемых пространств, технических систем виртуальной реальности<sup>44</sup> [71];

- широкий спектр комбинаций основных рабочих помещений и зон, а также стратегий эксплуатации для каждого арендатора;

- мониторинг запросов пользователей, цифровые медиатехнологии<sup>45</sup>;

- гибкость периода аренды: от 1 месяца до нескольких лет.

Сегодня, принцип координации вариативности рабочих пространств с меняющимися запросами компаний и сотрудников воплощен в таких ВБЦ, как

<sup>44</sup> Виртуальная реальность (англ. virtual reality, искусственная реальность) — созданный техническими средствами мир (объекты и субъекты), передаваемый человеку через его ощущения: зрение, слух, обоняние, осязание и др. [71]

<sup>45</sup> Цифровые медиатехнологии в архитектуре - это объединенные в систему программно-аппаратные комплексы, осуществляющие сбор, обработку, трансляцию и преобразование информации. [71]

«100 Артур-стрит» (100 Arthur Street, Сидней), «КэпитаСпринг» (CapitaSpring, Сингапур), «Козуэй Бэй» (Causeway Bay, Гонконг) и др.

### **3. Принцип объемно-пространственной трансформации.**

Согласно Н.А.Сапрыкиной, «*трансформация* – одно из основных средств проявления динамической адаптации архитектурных объектов к изменяющимся условиям и требованиям эксплуатации – наиболее целесообразная альтернатива их оптимальной организации». [81]

Одним из важнейших качеств ВБЦ является возможность изменения пространства. Э.Цайдлер отмечает: «Гибкость пространства должна быть заложена в сооружение, она не возникает стихийно ... Виды деятельности изменяются и пространство должно приспособливаться к этим изменениям ... Наиболее удобны те виды пространства, которые хорошо обеспечивают и циркуляцию людей, и естественное освещение. Такое пространство может легко быть модифицировано при последующих изменениях». [108]

Относительная свобода в планировочных трансформациях со сборно-разборными перегородками, обилием растений и «открытостью», вследствие отказа от кабинетной системы, впервые была предложена в концепции «бюроландшафт» группы «Квикборнер» в 1960-62 гг., переосмыслившей устоявшиеся приемы организации конторских зданий. [24]

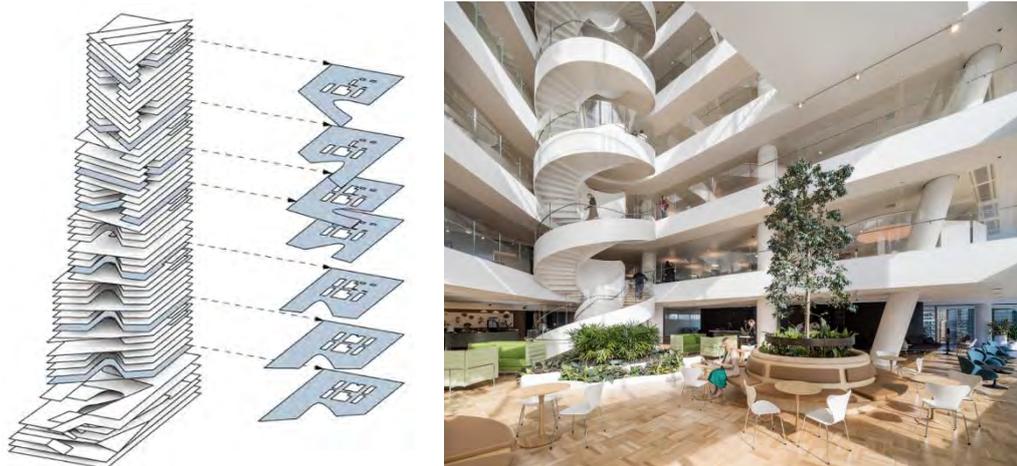
К 2020-м гг. при всей вариативности планировочных решений в период пандемии лишь незначительная доля ВБЦ смогли частично адаптироваться к режиму увеличенного дистанцирования и вынужденного сокращения плотности рабочих пространств. [127] Сегодня индивидуальную работу отдельного сотрудника стало возможным перевести в удаленный формат, но значительно возросла роль живого взаимодействия группы людей. В структуре офисных небоскребов увеличилась роль трансформируемых переговорных и различных зон для командной работы, возникли новые вопросы о возможной степени изменения в масштабах целого здания.

Автором предлагается выделить три степени планировочной трансформации в ВБЦ:

- 1) в пределах этажа;
- 2) в диапазоне нескольких уровней и не более 40% площади этажа;
- 3) в пределах всей высоты объекта и в границах его периметра.

1. Трансформация в пределах этажа является наиболее распространенной и не влияет на архитектурно-пространственное решение ВБЦ. Она осуществляется в границах несущих конструкций и реализуется посредством сборно-разборных перегородок, зеленых насаждений, различной мебелировкой, индивидуализированными офисными станциями, закрытыми мобильными акустическими кабинами<sup>46</sup> для уединенной работы и др.

2. Модификации, осуществляющиеся не только в плоскости этажа, но и в высоту смежных уровней, являются перспективным решением 2020-х гг. Например, в «Башне причального квартала» (Quay Quarter Tower, Сидней, 2022г. – реконструкция, Рис. 226) в пространстве 4-5-уровневых атриумов возможен монтаж дополнительных разборных плит перекрытий, обеспечивающих арендаторам дополнительные площади под изменяющие потребности и цели компаний. [134]



**Рис. 226.** Башня причального квартала в Сиднее. Схема уровней. Фото атриума.

<sup>46</sup> Акустическая кабина - специально спроектированное конструкция, предназначенная для проведения звонков и переговоров в шумном пространстве.

3. Пространственные изменения большого масштаба возможны посредством интеграции «пространственных сот» (геометрически неизменяемых модулей из несущих стержневых конструкций; см. Г.3, Р.2) в структуру ВБЦ.

Рассмотрев вариативность внутренних планировочных изменений, следует отметить и внешнюю трансформацию ВБЦ. Так, тенденция на введение категории времени в архитектурный образ ВБЦ (см. Г.2, Р.5) раскрывается как посредством динамического фасада – «Башни Аль Бахар» в Абу-Даби, так и через световой дизайн и медиафасады – «Лахта-центр» в Санкт-Петербурге.

#### 4. Принцип взаимного соответствия архитектурно-пространственной и конструктивной структуры ВБЦ.

Для деловых центров вопросы конструкции, формы и функции – являются ключевыми. В границах данной группы объектов А.Л.Гельфонд выводит «принцип сквозной архитектурной типологии – определенный алгоритм взаимодействия функции, конструкции и формы здания, при котором каждая из трех составляющих несет в себе статику и динамику двух других». [7] Тем не менее в пространственно-временной схеме жизненного цикла здания (Рис. 227) функция является первой переменной величиной – категорией, наиболее склонной к изменчивости. Функциональное устаревание происходит быстрее, чем физический износ зданий. [81]

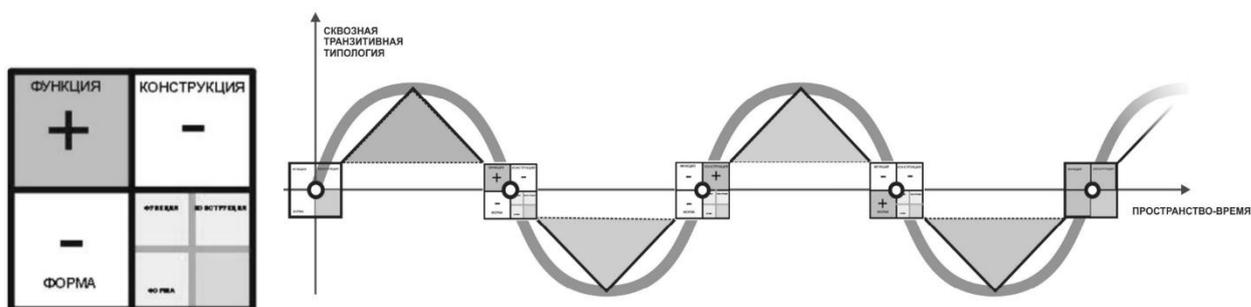


Рис.227. Схема возможного типологического изменения здания: функция как переменная величина. Схема жизненного цикла здания. Автор: А.Л.Гельфонд.

Для высотных же бизнес-центров в силу сложности технического исполнения фундаментальным является взаимодействие конструкции и архитектурно-пространственной структуры, раскрытой в Табл.№ 11 через следующие аспекты: высотность, конфигурация общего объема небоскреба, пластика фасада здания, планировочная вариативность интерьера. Для анализа были выбраны наиболее распространенные конструктивные системы (см. Г.2. Р.2), а также экспериментальные схемы на основе пространственных сот (см. Г.3. Р.2).

*Таблица № 11. Взаимосвязь архитектурно-пространственной и конструктивной структуры современных ВБЦ.*

№	Конструктивная система	Архитектурно-пространственная структура			
		Высотность	Конфигурация	Пластика фасада	Планиров. вариатив.
1	Каркасно-ствольная (56%)	I, II, III	1, 2	а	++
2	Каркасная (16%)	I, II	1	а	+
3	Оболочковая (8%)	I, II	1, 2	б	+
4	Ствольно-оболочковая (6%)	I, II, III	1, 2, 3, 5	б	++
5	Каркасно-диафрагмовая (4%)	I	1	а	++
6	Ствольная (4%)	I	1, 2, 4	а	++
7	Др.комбинир. (каждая – ≤2%: каркасно-ствольно-диафрагмовая,	I, II, III	1, 2, 3, 4, 5	а, б	+++

	оболочково-диафрагмовая и др.)				
8	Пространств. соты	I, II, III	1, 2, 3, 4, 5	б	+++

\* Условные обозначения:

- высотность по категориям: высотные (I), сверхвысокие (II), мегавысокие (III);

- конфигурация: прямоугольный (1), спиралевидный (2), с образованием проемов (3), с консольными элементами (4), наклонный (5);

- пластика фасада: а) свободна от метро-ритмических особенностей вертикальных несущих конструкций; б) продиктована эстетикой конструкций, несущими ограждающими элементами – экзоскелетом (Здание банка «HSBC», Гонконг), выступающими пилонами («ВТЦ-1», «ВТЦ-2», Нью-Йорк, до 2001г.) и др.;

- планировочная вариативность: низкая (+), средняя (++), высокая (+++).

## **5. Принцип синкретичности архитектурно-художественного образа.**

Одним из ключевых аспектов в формировании ВБЦ является создание архитектурно-художественного образа. Сегодня возрастает запрос на «уникальность» пластики фасада небоскребов, оригинальность объемно-пространственной композиции высотных объектов, актуализацию архитектурного языка, повышающих престиж и рентабельность проектов. В ходе исследования, а именно в разделе 2.5. «Особенности архитектурно-художественной композиции высотных объектов» данной диссертации, было выявлено постепенное смещение глобального и вернакулярного<sup>47</sup>, переход к постметаболизму, или авторской архитектуре [73], а также было определено 24 источника формирования эстетики архитектурно-художественной

<sup>47</sup> Вернакулярная архитектура (или народная) – неперсонифицированная архитектура, формирование которой более подчинено природным факторам, нежели вкусовым предпочтениям и современным тенденциям. Понятие относится к любой эпохе и любой культуре; народное, или вернакулярное, архитектурное творчество не индивидуальное, а коллективное, воплощающее многовековой опыт поколений.

композиции современных небоскребов. Более того, в разделе 3.2 автором был предложен новый инструмент формирования ВБЦ – пространственные соты.

Анализ современных ВБЦ позволил вывести принцип синкретичности архитектурно-художественного образа – целостность объекта при разнородности его отдельных элементов, возникающей в результате многоуровневого синтеза композиционных черт различных течений, стилей и культур, а также индивидуальных авторских решений и инноваций. Данный принцип предлагается рассматривать с позиций смешения и взаимодействия различных:

- *стилей*: смешение глобального и вернакулярного, «постметаболизм – авторская архитектура» [73];

- *первообразов*: «Лахта-центр» (Санкт-Петербург, Россия) – общая конфигурация объекта одновременно относит к чертам факела (знак «Газпрома»), а также переходной форме от шпиля к куполу (наиболее характерных силуэтов Петербурга);

- *положений в выбранной философии*: «Здание банка Эйч-Эс-Би-Си» (Гонконг, Китай) – как следование, так и отклонение от философии «фен-шуй»: (+) вершины треугольников, составляющих фермы на фасаде здания, обращены вверх и символизируют подъем и процветание; (-) в основу общего планировочного решения закладывается идея «открытости для людей», банк больше не позиционируется как «неприступная крепость»;

- *временных периодов и эпох*: «Национальный коммерческий банк в Джидде» (Джидда, Саудовская Аравия) – синтез планировочной организации банковской корпорации и традиционной схемы арабийского двора;

- *технологий*: «Штаб-квартира двух медиа-компаний» (проект на Ближнем Востоке от арх. бюро REX) – современная система солнцезащитных затеняющих «зонтиков» на фасаде, форма и положение которых относительно друг друга выстраивается в соответствии с древними исламскими орнаментами и узорами;

- *культур и религий*: «Башни Петронас» (Куала-Лумпур, Малайзия) – две восьмиконечные звезды, символизирующие стабильность и гармонию, заложены в основу плана, ступенчатость же силуэта башен отсылает к конфигурации буддистских пагод;

- *режимов освещения, световых проекций и их функций*: «Бурдж-Халифа» (Дубай, ОАЭ) – разность и сменяемость образов и ролей за счет света – 1 режим: медиафасад для трансляции рекламы; 2 режим: фон для поющих фонтанов, элемент шоу.

Несмотря на то, что небоскреб позиционируется как «контейнер гетерогенных событий» [42], «авангард культурных, политических и экономических процессов» [113], именно своеобразная «конгломератность» и синтез разнородных аспектов и является характерной чертой современных ВБЦ.

## **6. Принцип экологической безопасности.**

Согласно исследованиям GlobalABC<sup>48</sup> и IEA<sup>49</sup>, на строительную отрасль приходится примерно 39 % мировых выбросов углекислого газа, связанных с энергетическими и технологическими процессами: из них 28% вырабатывается на этапе эксплуатации и 11% - на этапах строительномонтажных работ и изготовления стройматериалов и конструкций [131]. Доля высотных объектов в современных мегаполисах постоянно растет и зачастую составляет порядка 20% и выше от общего объема строительства. Соответственно, принцип экологической безопасности является неотъемлемым аспектом в формировании архитектуры современных ВБЦ. Экологическая безопасность подразумевает комплекс мер, направленных на снижение негативного воздействия человеческой деятельности и объектов, в которых она реализуется, на окружающую среду в долгосрочном периоде.

<sup>48</sup> GlobalABC (Global Alliance for Buildings and Construction) – Глобальный альянс зданий и сооружений.

<sup>49</sup> IEA (The International Energy Agency) – Международное энергетическое агентство.

Сегодня в мировой практике высотного строительства насчитывается множество примеров зданий с высокими показателями экологичности и энергоэффективности, сертифицированных по международным рейтинговым системам – LEED, BREEAM, DGNB и др. [92; 93] Реализованные в таких объектах методы, приемы, тенденции были проанализированы и разобраны в Г.2 Р.4.

На основании проведенных исследований выводятся основные аспекты принципа экологической безопасности – обеспечение гармоничного сосуществования высотной архитектуры и окружающего мира, создание комфортной среды для человека, развитие «зеленых технологий», более рациональное потребление природных ресурсов.

По степени/ значимости влияния на архитектуру ВБЦ решения, направленные на достижение экологической безопасности, предлагается разделить на три группы.

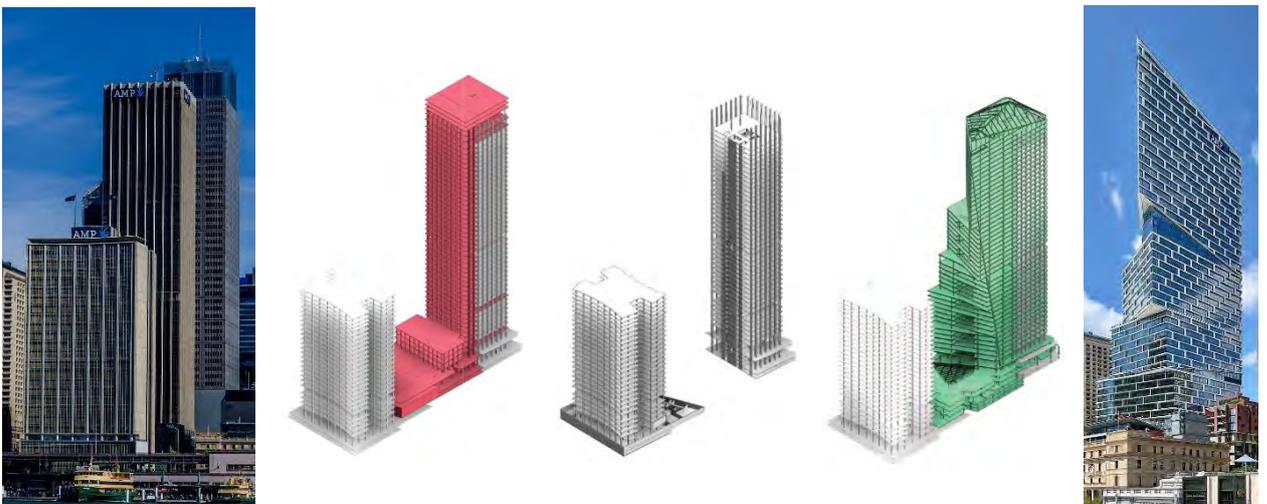
1. *Скрытая (потенциальная) степень влияния.* Решения реализуются в границах технических уровней посредством инженерного оборудования, поддерживающего комфортный микроклимат в здании и обеспечивающего функционирование объекта. Они включают различные системы фильтрации, тригенерации, автоматизации и мониторинга, повторного использования водных ресурсов и др. Примеры: «Башня Центр» в Гонконге (1998г.), «Федерация» в Москве (2017г.), «Башня Один Вандербильт» в Нью-Йорке (2020г.).

2. *Частичная (фрагментарная) степень влияния.* Решения отражаются в отдельных элементах ограждающих конструкций, на незначительном уровне обуславливают отдельные компоненты планировочных схем. Проявляются в характеристиках строительных материалов, их цвете, фактуре, экологичности, структуре оболочки здания, «зеленых» и фотоэлектрических панелях на фасаде, низкоэмиссионных покрытиях и др. Примеры: «Конде-Наст-Билдинг» в Нью-Йорке (2000г.), «Башня Кооперативного страхования (Co-op Insurance -

CIS)» в Манчестере (1962г., 2006г. - реконструкция), «Чайна-Ресорсез-билдинг» в Гонконге (1983г., 2013г. – реконструкция).

3. *Формообразующая степень влияния.* Решения непосредственно участвуют в формировании композиции фасада небоскреба, определяют ряд параметров внутренней структуры объекта. Они реализуются посредством интеграции возобновляемых источников энергии (систем альтернативной энергетики) [84], вертикальных садов, сложных атриумных пространств, аэродинамических конфигураций общего объема небоскреба и др. Примеры: «Башня Мэри-Экс, 30» в Лондоне (2004г.), «Башня Страта» в Лондоне (2010г.), «Башня Робинсон» в Сингапуре (2018г.).

Особую важность принцип экологической безопасности приобретает при истечении срока эксплуатации ВБЦ и постановке вопроса о необходимой реконструкции или демонтаже объекта. В современной мировой практике существует ряд уникальных примеров адаптации офисных небоскребов не только под новые корпоративные задачи («Башня причального квартала», Сидней, Рис. 228), но и в актуальные социальные объекты, культурно-просветительская функция которых оказывается в изменившихся условиях рентабельнее, чем деловая – «Центр матери и ребенка (Shenzhen Women &



**Рис. 228.** «Башня причального квартала», Сидней. Слева направо: здание «АМР» до реконструкции; схемы демонтажа (красный цвет), сохраняемой части конструктивной системы, монтажа дополнительных элементов (зеленый цвет); небоскреб после реконструкции.

Children's Centre)» в Шеньчжэне – реконструкция административной высотки» (Рис. 229).



**Рис. 229.** «Центр матери и ребенка (Shenzhen Women & Children's Centre)» в Шеньчжэне. Вид офисной башни до реконструкции (до 2017г.). Вид обновленного центра после реконструкции (с 2023г.).

Перечислив основные принципы формирования архитектуры ВБЦ, следует отметить также важность и эффективность их комплексного применения, синергии, для достижения наиболее оптимального результата. Несомненно, в архитектурном проектировании современных ВБЦ применяются и другие принципы, например, немаловажный принцип экономической эффективности, однако они являются общими для широкого спектра объектов и сооружений и не относятся к наиболее характерным и определяющим для ВБЦ.

#### **3.4. Экспериментальное проектирование ВБЦ, апробация выводов и рекомендации по исследованию.**

Апробация основных положений диссертации была проведена в магистерской диссертации студента кафедры «Архитектура общественных зданий» МАРХИ, дипломном проекте бакалавра кафедры «Архитектура промышленных сооружений» МАРХИ, при составлении методического пособия по высотным зданиям, а также в конкурсном проектировании (см. Т II прил.1 Л. 3.4.1.-3.4.5.).

В экспериментальных проектах были:

- применены системы из «пространственных сот» на основе различных единичных модулей в нескольких типах высотных зданий;
- адаптированы выведенные принципы архитектурного формирования ВБЦ в структуру объектов;
- проявлены обозначенные современные тенденции в высотном строительстве.

Апробация велась на следующих проектах/работах:

- конструктивный раздел для методического пособия «Высотные здания» МАРХИ (кафедра «Архитектура общественных зданий»);
- проект в рамках магистерской диссертации «Пространство высотного здания канальной структуры с функциональными пространствами в пересечении каналов (в узлах каналов)»;
- дипломный проект бакалавра «Вертикальная теплица в Норильске»;
- проект «Высотная структура в Нью-Йорке»;
- проект «Высотная структура в Гонконге»;
- проект «Башня рядом с ММДЦ Москва-Сити».

1. Конструктивный раздел для методического пособия «Высотные здания» МАРХИ (кафедра «Архитектура общественных зданий»).

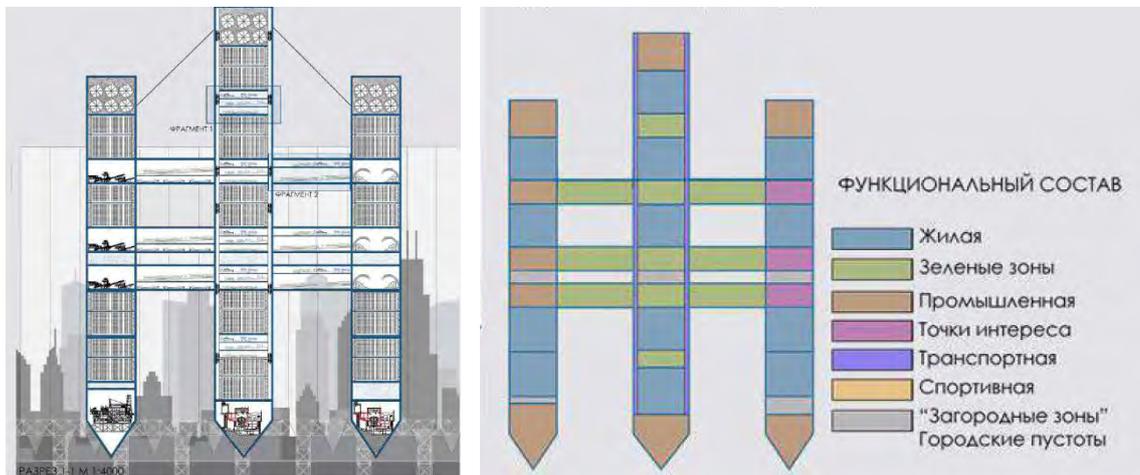
В данной работе освещаются следующие позиции: основные конструктивные системы небоскребов, вариативность оболочковых решений высотных объектов, строительные материалы, технологии возведения башен, а также нормативная база и системы сертификации. В качестве перспективного конструктивного решения для небоскребов предлагаются «пространственные соты»; дается их определение, выявляются преимущества и недостатки, раскрывается многообразие их форм и вариантов применения.

2. Проект в рамках магистерской диссертации «Пространство высотного здания канальной структуры с функциональными пространствами в пересечении каналов (в узлах каналов)» (исполнитель В.Пивень, руководитель Е.В.Ульянова, консультант П.С.Болдырева; кафедра «Архитектура

общественных зданий» МАРХИ; применение принципов и «пространственных сот» в структуре объекта; Рис.230).

Проект представляет собой целый условный город, состоящий из нескольких взаимосвязанных башен, количество которых с течением времени может увеличиваться. Общественные пространства образуются на пересечении горизонтальных и вертикальных «магистралей».

В данной макроструктуре фрагментарно применяются «пространственные соты»: в системе нижней части (стилобате), в горизонтальных связях-переходах между башнями, в организации части общественных пространств.



**Рис.230.** Проект «Пространство высотного здания канальной структуры с функциональными пространствами в пересечении каналов (в узлах каналов)».

Вся структура приподнята над существующей застройкой с помощью «пространственных сот» – правильных пирамид и тетраэдров со стороной 16 метров с последующим делением на стержневые элементы, длиной 8 метров. Дополнительное дробление модулей на меньшие части служит для усиления прочности и устойчивости конструкции, так как впоследствии предполагается, что нижняя часть макроструктуры будет функционировать как промышленный и инженерный секторы.

Разрез демонстрирует доминантное превосходство коридорных и канальных структур в объеме всего здания. Основными вертикальными стержневыми соединениями являются транспортные связи, представляющие собой большую группу лифтовых узлов, специальных поездов и атриумов,

находящихся между этажами жилых блоков и выполняющих распределяющую транзитную функцию. Коридорными стержнями являются горизонтальные связи между башнями, в которых располагаются точки интереса, зеленые зоны и спортивные сооружения, что служит социальной связью и общественной коммуникацией. Уровни, являющиеся городскими пустотами и выполняющие функцию инсоляции для внутренних атриумов и дворов, выполняются из пространственных сот, состоящих из пирамид и тетраэдров с квадратным основанием. Они представляют собой прочную конструкцию, которая в перспективе развития может видоизменяться, демонтироваться частями и предлагать абсолютно новое назначение для фигурирующего пространства.

В проекте отражаются *принципы* объемно-пространственной трансформации, а также взаимного соответствия архитектурно-пространственной и конструктивной структуры высотного объекта.

*Пространственные соты позволяют:*

- обеспечить возможность трансформации горизонтальных связей между башнями, а также общественных пространств,
- достичь необходимой жесткости и устойчивости стилобата макроструктуры.

3. Дипломный проект бакалавра «Вертикальная теплица в Норильске» (исполнитель А.Швоева, руководитель М.Н.Туркатенко, консультант П.С.Болдырева; кафедра «Архитектура промышленных сооружений» МАРХИ; применение принципов в структуре комплекса; Рис. 231).

Комплекс в Норильске включает три одинаковые башни, высотой 150 м с габаритными размерами в плане 42х30м, а также центральный малоэтажный круглый блок, диаметром 24,6м и высотой 20м с ребристо-сетчатым куполом.

В высотных объемах располагается производство (теплицы) – выращивание растений на основе аквапоники. Малоэтажный круглый объем вмещает общественное пространство с культурно-просветительской

функцией, офисы, коворкинги, а также дополнительные площади для сдачи в аренду.



**Рис.231.** «Вертикальная теплица в Норильске».

Каждая башня имеет по 40 этажей. Внешний несущий каркас с треугольной решеткой, или «экзоскелет», вместе с центральным ядром жесткости обеспечивает необходимую устойчивость здания.

В данном комплексе были реализованы *принципы* функциональной насыщенности, экологической безопасности, а также координации при вариативности рабочих пространств с меняющимися запросами сотрудников, а также отражена современная *тенденция* к формированию «экзоскелетов» в высотном строительстве.

4. «Высотная структура в Нью-Йорке» (исполнитель П.С.Болдырева; работа в рамках конкурса Совета по высотным зданиям и среде, апробация «пространственных сот»; Рис.232, 233).

В основе идеи проекта – ответ на поставленную конкурсную задачу, а именно решение проблемы увеличения плотности застройки и площади зеленых насаждений в условиях ограниченного пространства, затопления прибрежных зон и эффективного распределения водных ресурсов. Предложение - башня из пространственных сот с разветвленной системой связей высотой 414 м со стороной основания 82 м. Небоскреб выстроен из трех

типов единичных модулей: ромбоусеченных кубооктаэдров, усеченных икосододекаэдров и кубов.

Объект разделен на различные сектора: гидротехнический - получение, переработка, хранение и распределение водных ресурсов; исследовательский/метеорологический; агропромышленный - теплицы; жилой - квартиры и коливинги; общественный/досуговый - высотный парк.

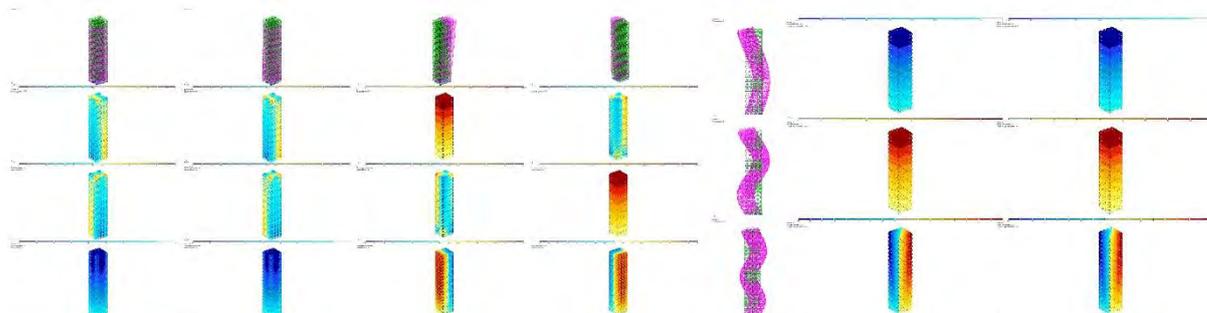
*Примененный вариант системы на основе «пространственных сот» позволяет:*

- организовать несколько функциональных секторов по высоте объекта,
- сформировать сложную и выразительную пластику фасада.

Несмотря на то, что доля рабочих помещений исследовательского сектора незначительна и не является преобладающей в связи с обозначенным



**Рис. 232.** «Высотная структура в Нью-Йорке»: встройка в окружение, 3д-вид, разрез, фасад.

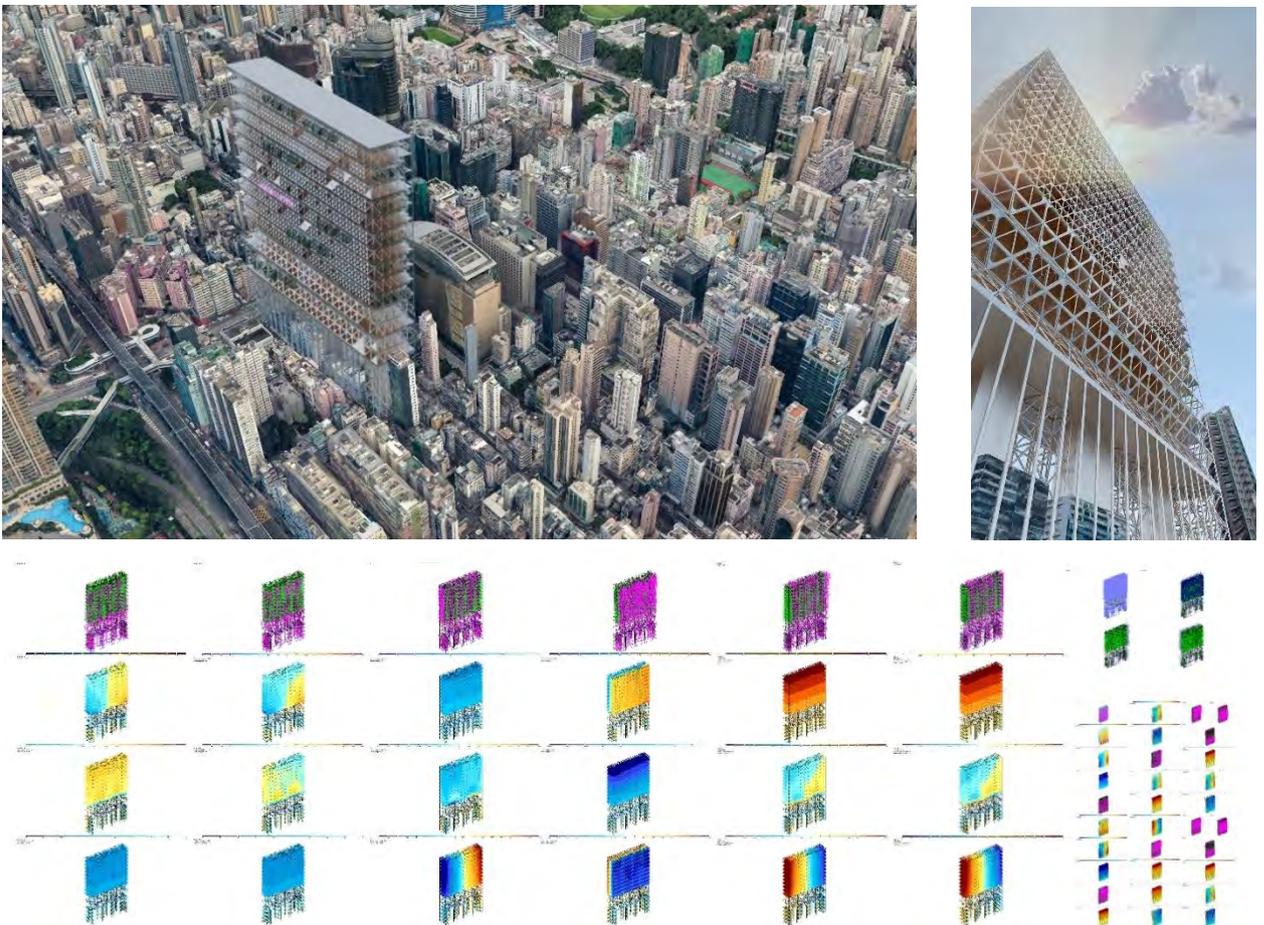


**Рис. 233.** Расчет в программе ЛИРА.

конкурсным заданием, все же в них предусматривается применение *принципов* объемно-пространственной трансформации и экологической безопасности.

5. «Высотная структура в Гонконге» (исполнитель П.С.Болдырева; апробация принципов и «пространственных сот» (специальный диплом «Дома на Брестской»); Рис.234).

Проект был разработан для размещения в центре Гонконга, в районе Монгкок, рядом с кварталами, где наблюдается смешанная застройка с высокой плотностью населения и разнообразием функций. Задуманный как высотное сооружение из «пространственных сот», объект направлен на решение проблем, связанных с ростом численности населения Гонконга на фоне ограниченных площадей для застройки, нехваткой жилья, его высокой стоимостью и износом зданий в районе Монгкок.



**Рис. 234.** «Высотная структура в Гонконге»: Зд-виды, расчет конструктивной схемы в программе «ЛИРА».

Концепция проекта предусматривает уплотнение выбранного квартала в районе Монгкок за счет введения новой вертикальной многофункциональной конструкции, которая будет размещена над уже существующими жилыми

зданиями. Такая сотовая структура будет обладать возможностями саморегуляции, высоким уровнем автономности, способностью к адаптации и изменению со временем, а также модульной организацией, что позволит ей гармонично вписаться в окружающую среду. В программу здания входят жилые помещения (включая квартиры, апартаменты, общежития и гостиницы), офисные и арендуемые площади, образовательные и медицинские учреждения, места для отдыха и спорта, кафе и рестораны, производственные помещения, а также зеленые пространства.

Небоскреб запроектирован из монолитного железобетона и сталежелезобетонных конструкций по регулярной комбинированной конструктивной системе. Размеры в плане 40x184м, общая высота 251м, высота верхней части (выше отм.+57.500) – 193,5м, нижней (неэксплуатируемой; несущих пилонов) – 57,5м.

Между нижней опорной и верхней эксплуатируемой наземными частями выполняется переходная плита из монолитного железобетона.

Наземная верхняя (эксплуатируемая) часть:

Пространственная сота запроектирована из сталежелезобетонных конструкций в виде пространственной фермы. Ячейка – правильная пирамида или тетраэдр со стороной 16м (с последующим делением на 8м и 4 м).

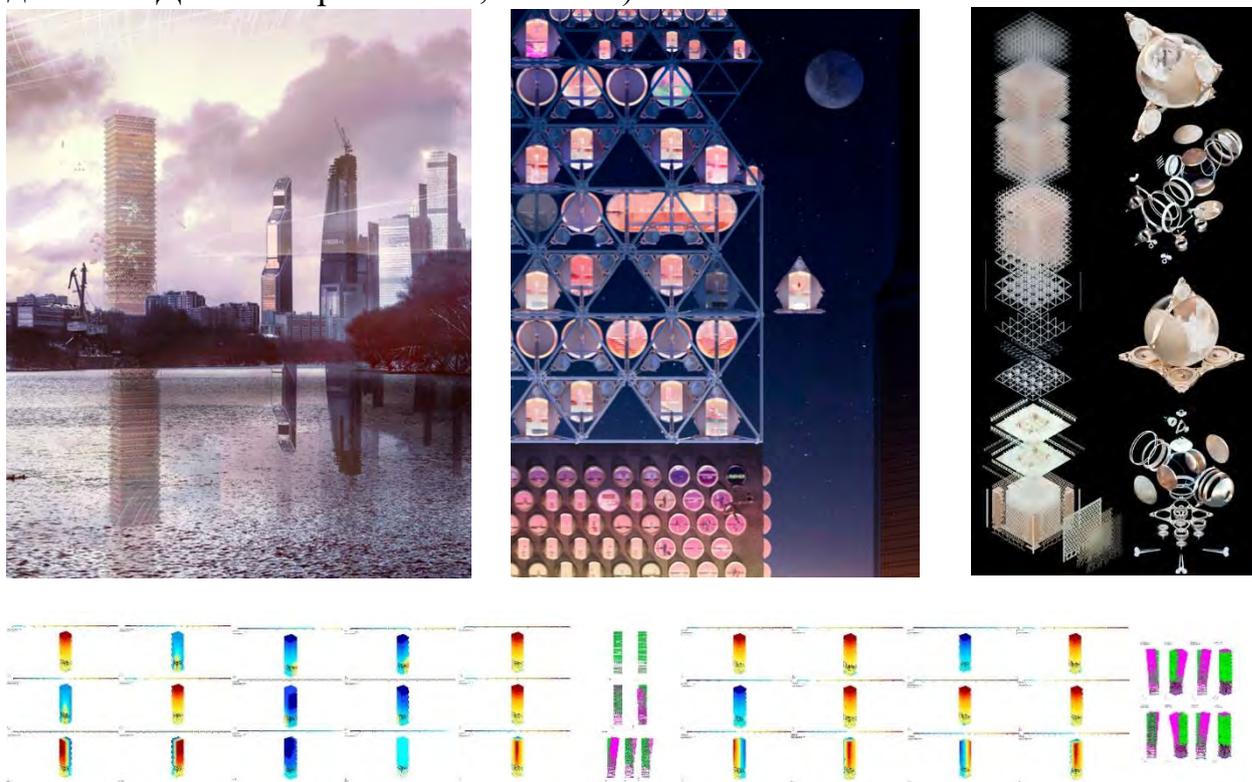
*«Пространственные соты» в данном проекте позволяют:*

- увеличить соотношение высоты к наименьшей стороне основания при сохранении оптимального значения конструктивной площади;
- добиться необходимой гибкости в планировочной трансформации, используя единообразные модульные элементы;
- обеспечить планировочную гибкость при использовании типовых модулей;
- облегчить общее восприятие массивного объема за счет светопрозрачного рисунка сот на фасаде;
- организовать сквозные соединяющие сады и рекреационные зоны как катализаторы социального пространства;

- разделить существующую структуру из «пространственных сот» с помощью горизонтальных перекрытий и вписанных модулей – для формирования меньших пространственных элементов и повышения прочности конструкции (большие соты с гранью 16 м делятся на элементы с помощью стержней длиной 8 и 4 м, т. е. крупные пирамиды с гранью 16 м преобразуются в тетраэдры и меньшие пирамиды за счет добавления внутреннего объема).

В данном объекте применяются все шесть *принципов*, заявленных в диссертации (см. Г.3.Р.3).

6. «Башня рядом с ММДЦ Москва-Сити» (исполнитель П.С.Болдырева; призер конкурса «Гибридное будущее: Два в Одним» («Hybrid Futures/Work+Fly») на лучший проект высотного здания, где соединены рабочие пространства и летный хаб; призер конкурса «Skyhive»; почетная грамота конкурса «EGG UTOPIA» от Союза Архитекторов РФ; специальный диплом «Дома на Брестской»; Рис.235).



**Рис. 235.** Башня рядом с ММДЦ Москва-Сити: 3д-вид, фрагмент фасада, 3д-схема объекта и «капсульных дронов», расчет конструкций в программе «ЛИРА».

Данный проект был разработан в рамках задач конкурса «Гибридное будущее: Два в Одном» («Hybrid Futures/Work+Fly») на лучший проект высотного здания, где бы соединялись рабочие пространства и летный хаб, или транспортный узел воздушной сети, в обозримом будущем.

Объект высотой 360м, в плане – квадрат со стороной 60м. В стилобате, высотой 60м, каждая из функций занимает определенное постоянное место: жилье - по периметру, торговля - на первом этаже, наземные терминалы для капсульных дронов - по углам и производство летательных аппаратов - в центре. Шаг вертикальных несущих конструкций стилобатной части 10,8; 12; 13,2 × 7,8; 14,4 м.

В световые проемы нижней части, подобно мобильным балконам, встраиваются капсульные составляющие, диаметром 3м. Шары, прикрепленные к жилой части, являются частными и используются для индивидуальной работы и перемещения. Капсулы в зоне терминалов являются общественными и за счет летающей рамы дрона работают как транспортеры на значительные расстояния. Между стилобатом и фермой выполняется переходная плита из монолитного железобетона.

Сквозная верхняя часть, высотой 300м, устроена как система из пространственных сот из сталежелезобетона, без ядра, перекрытий, стен. Основные модули конструкции – пирамиды и тетраэдры со стороной 12м. В них закрепляются «рабочие дроны» с диаметром капсулы 6м, которые используются как двухъярусные офисы (на несколько человек), судна для международных рейсов, места досуга, временное жилье.

Основной модуль пространственных сот, с длиной ребра 12м, в зависимости от положения в общей структуре объекта дробится стержнями 3 и 6 м для усиления жесткости и устойчивости, а также формирования ячеек необходимой конфигурации. В модули, с длиной стержней 6м, в основном встраиваются единичные рабочие шары, диаметром 3м, а также удлиненные капсулы с офисами, временным жильем и просто транспортеры. В ячейки из трехметровых стержней закрепляются капсулы-баллоны, диаметром 1,5м. В

них нет человека, они используются как теплицы для производства биотоплива и как доставщики малогабаритных вещей.

Пространственная ячейка собирается на строительной площадке и подается на место монтажа грузоподъемными дронами, что позволяет при необходимости вносить постоянные изменения в конструкцию здания.

Для сталежелезобетонной системы был проведен подбор и поиск оптимальных вариантов через математическое моделирование несущих конструкций с различными размерами и формами базового элемента (соты). После анализа результатов расчетов было принято решение о размере стороны базового элемента - 12 м. Дополнительно был выполнен расчет на устойчивость к сейсмическим воздействиям, который подтвердил выбранные конструктивные решения башни.

*В данном экспериментально проекте «пространственные соты» позволяют:*

- создать необходимую решетчатую структуру для мобильных капсульных дронов,
- обеспечить структурные изменения объекта с течением времени.

Несмотря на то, что проект был разработан в рамках футуристического конкурса, в нем наиболее явно и гротескно прочитываются *принципы* объемно-пространственной трансформации и синкретичности архитектурно-художественного образа.

### 3.5. ВЫВОДЫ ПО III ГЛАВЕ.

1. На основе анализа концептуальных высотных проектов XX в. (Л.Канн, А.Т.Свенсон, С. Тигерман, Г.Гюншель) выявлены перспективные архитектурно-планировочные решения, в которых пространственные структуры позволяют:

- достичь выразительной конфигурации общего объема небоскреба,
- уменьшить расход конструктивных материалов при сохранении жесткости и устойчивости,
- адаптироваться к различным функциям и сценариям,
- гибко изменять высоту потолков,
- обогатить вариативность пластики фасада объекта.

2. Введено понятие «пространственных сот» – геометрически неизменяемые модули из несущих стержневых конструкций – и обозначена взаимосвязь их характеристик с выявленными тенденциями в архитектурном проектировании ВБЦ с позиций: планировочного, конструктивного, пластического, общего объемно-пространственного, архитектурно-художественного и инженерно-технического решений небоскреба.

3. Сформирована двухмерная матрица решений ВБЦ на базе взаимодействия наиболее перспективных конфигураций единичных модулей и основных типов объемов высотных зданий. Конфигурации единичных модулей: а - тетраэдры и пирамиды (с треугольным основанием), б - тетраэдры и пирамиды (с квадратным основанием), в - ромбододекаэдры, д - ромбоусеченные кубооктаэдры, усеченные икосододекаэдры и кубы. Основные типы объемов небоскребов: 1 - прямоугольный, 2 - спиралевидный, 3 - с образованием проемов, 4 - с консольными элементами, 5 - наклонный.

4. Для каждого варианта матрицы определены плюсы и минусы с позиций: вариативности возможных модификаций, объемно-планировочных изменений с течением времени; выразительности пластики фасада и общего объема объекта, образности; потенциала в снижении ветровой нагрузки; основных строительных параметров.

Среди общих плюсов были выделены: выразительность силуэта и общей композиции небоскреба, вариативность в формировании пластики фасада объекта – как складчатой, так и пиксельной; широкий диапазон деления модуля по высоте перекрытиями (увеличивает многообразие функционального состава и программ).

Среди минусов были отмечены: необходимость в дополнительной триангуляции плоскостей, сложность в создании более обтекаемых форм, снижение доли фактической полезной площади вследствие наклонных стержневых элементов.

Наиболее перспективными вариантами матрицы стали модели: прямоугольные объекты на основе всех четырех модулей (1А-4А), с консолью из тетраэдров и пирамид (с треугольным основанием; 4А), спиралевидный из ромбододекаэдров и тетраэдров с пирамидами (с квадратным основанием; 2Б, 2В), с проемами из ромбододекаэдров, а также ромбоусеченных кубооктаэдров, усеченных икосаэдров и кубов (3В, 3Г).

5. Предложены основные **принципы** создания архитектуры ВБЦ:

- **принцип функциональной насыщенности**, базирующийся на функциональной структуре всего здания, программной диверсификации рабочих пространств, гармоничном взаимодействии различных функций;

- **принцип координации при вариативности рабочих пространств с меняющимися запросами компаний и сотрудников**, реализующийся через изначальную вариативность основных площадок для работы, их соотношение и потенциал использования; наличие универсальных и трансформируемых пространств; широкий спектр комбинаций основных рабочих помещений и зон, а также стратегий эксплуатации для каждого арендатора; мониторинг запросов пользователей, цифровые медиатехнологии; гибкость периода аренды: от 1 месяца до нескольких лет;

- **принцип объемно-пространственной трансформации**, осуществляемой как в пределах этажа, так и в диапазоне нескольких и более уровней;

- принцип взаимного соответствия архитектурно-пространственной и конструктивной структуры ВБЦ, основанный на прямой корреляции архитектурных и конструктивных решений;

- принцип синкретичности архитектурно-художественного образа, предполагающий достижение целостности объекта при разнородности его отдельных элементов;

- принцип экологической безопасности, обеспечивающий гармоничное сосуществование высотной архитектуры с окружающим миром и имеющий три степени влияния: скрытую, частичную и формообразующую.

6. Проведена апробация основных положений и результатов исследования в рамках консультирования дипломного проектирования бакалавра кафедры «Архитектура промышленных сооружений», обучения магистров кафедры «Архитектура общественных зданий», при разработке раздела для методического пособия по высотным зданиям, а также в ходе экспериментального конкурсного проектирования.

Высокая оценка проектов позволяет сделать вывод о целесообразности внедрения положений исследовательской работы в проектирование современных ВБЦ.

## ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Проанализирован широкий спектр объектов высотного строительства с точки зрения основного функционального назначения, высотности, конструктивной схемы, инженерно-технического обеспечения, объемно-пространственной композиции и стиля, географических границ распространения и интеграции в городскую среду в контексте исторического и экономического развития государств. Вследствие этого определено четыре основных этапа развития небоскребов, для каждого из которых выявлены наиболее распространённые типы планировок, средняя глубина рабочего пространства, характерные конфигурации этажей и факторы их формирования. Также обозначены особенности высотного строительства в Европе, Азии, США.

2. Раскрыто 5 основных факторов преобразования системы ВБЦ за последние 40 лет: политика «вертикального урбанизма» (небоскреб – вертикальное продолжение городской среды); новые пути достижения большей прибыли для девелоперов (срок окупаемости, чистая прибыль); стремление к рекордным высотным отметкам; рентабельность двуствольных высотных комплексов; «зеленые» технологии и политика «устойчивого развития».

3. Разработана авторская классификация по 10 основным признакам: высота объекта, функциональная насыщенность, основное функциональное назначение, размещение в структуре города, конструктивная схема, материал конструкции и технология возведения, положение транспортно-коммуникационного ядра, тип объемно-пространственной композиции, количество доминирующих композиционных осей, пластическое решение внешней формы.

4. В ходе исследования более 100 высотных объектов выведено соотношение использования существующих конструктивных систем: каркасно-ствольная – 56%, каркасная – 16%, оболочковая – 8%, ствольно-оболочковая – 6%, остальные – от 1 до 4%. Наиболее распространенной

определена каркасно-ствольная система, что объясняется не только вариативностью пластического решения фасада, но и свободой планировки при обеспечении необходимой конструктивной жесткости.

5. Выявлено 24 источника формирования эстетики/языка архитектурно-художественной композиции современных высотных объектов и обозначены четыре перспективных тенденции в их пластике фасада: топологическая оптимизация, биомиметика, пиксельная пластика, китбашинг.

6. Определены перспективные архитектурно-пространственные предложения в проанализированных концептуальных высотных проектах XX в. на основе ПСПК (Л.Канн, А.Т.Свенсон, С. Тигерман, Г.Гюншель), которые заключаются в применении данной системы в качестве ограждающей конструкции в комплексе с дополнительными горизонтальными поясами жесткости, в формировании пирамидальных, «гроздевых» и спиралевидных структур, в выдвижении гипотез об устройстве временных и постоянным перекрытий и уровней.

7. Введено понятие «пространственных сот» (геометрически неизменяемых модулей из несущих стержневых конструкций) и обозначена взаимосвязь их характеристик с выявленными тенденциями в архитектурном проектировании ВБЦ с позиций: планировочного, конструктивного, пластического, общего объемно-пространственного, архитектурно-художественного и инженерно-технического решений небоскреба.

8. Сформирована двухмерная матрица решений ВБЦ на базе наиболее перспективных конфигураций единичных модулей и основных типов объемов высотных зданий. В качестве основных конфигураций единичных модулей выбраны: а - тетраэдры и пирамиды (с треугольным основанием), б - тетраэдры и пирамиды (с квадратным основанием), в - ромбододекаэдры, г - ромбоусеченные кубооктаэдры, усеченные икосододекаэдры и кубы. Основные типы объемов: 1 - прямоугольный, 2 - спиралевидный, 3 - с образованием проемов, 4 - с консольными элементами, 5 - наклонный. Для каждого варианта матрицы выявлены плюсы и минусы с

точки зрения архитектурно-пространственных и конструктивных возможностей.

9. Синтезированы основные принципы создания архитектуры ВБЦ: принцип функциональной насыщенности, принцип координации при вариативности рабочих пространств с меняющимися запросами компаний и сотрудников, принцип объемно-пространственной трансформации, принцип взаимного соответствия архитектурно-пространственной и конструктивной структуры ВБЦ, принцип синкретичности архитектурно-художественного образа, принцип экологической безопасности.

10. Апробация основных положений и результатов исследования, проведенная в рамках консультации бакалавров кафедры «Архитектура промышленных сооружений» и магистров кафедры «Архитектура общественных зданий» МАРХИ, при разработке раздела для методического пособия по высотным зданиям, а также в ходе экспериментального конкурсного проектирования, показала целесообразность внедрения положений исследовательской работы в проектирование современных ВБЦ.

### **Рекомендации**

Результаты диссертационного исследования могут быть применены в образовательных программах архитектурных вузов: составлении методических пособий, заданий для курсового, дипломного и экспериментального проектирования. Матрица «пространственных сот» может быть задействована при актуализации нормативно-технических регламентов. Принципы архитектурного формирования ВБЦ целесообразно учитывать при составлении технических заданий на проектирование объектов.

**К перспективам разработки** темы можно отнести:

- 1) влияние современных высотных бизнес-центров на градостроительную структуру мегаполисов;
- 2) роль и значение композиционно-пластического решения высотных деловых кварталов в архитектурно-художественном облике города;

3) вариативность форм применения и перспективы использования «пространственных сот» в высотных объектах, с превалированием офисной и производственно-аграрной составляющих;

4) многообразие решений в области реконструкции высотных бизнес-центров с частичным сохранением конструкций и трансформацией функциональной структуры.

### Список литературы

1. Блинов, В.А. Адаптация высотной застройки в структуре современного города / В.А.Блинов // Академический вестник УралНИИПроект РААСН. – 2010. – №4. – С.18-24. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/adaptatsiya-vysotnoy-zastroyki-v-strukture-sovremennogo-goroda> (дата обращения 02.08.24)
2. Большаков, К. Архитектор вертикального взлета / К. Большаков // Коммерсант. – 2004. – №27 – С.82. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/489115> (дата обращения : 31.08.2023).
3. Бродач, М.М. Инженерное оборудование высотных зданий / М. М. Бродач. – Москва: АВОК-ПРЕСС, 2007. – 320 с.
4. Великовский, Л.Б. Архитектура гражданских и промышленных зданий. Том IV (5). Общественные здания / Л. Б. Великовский. – Москва : Стройиздат, 1977. – 110с.
5. Веселесевич, С. Главные тенденции на рынке офисов в 2021 году. Мнения экспертов / С. Веселевич // РБК, 2021. – URL: <https://realty.rbc.ru/news/619f661b9a794783f1229521?from=copy> (дата обращения : 29.11.2023).
6. Гельфонд, А.Л. Архитектурное проектирование общественных пространств / А. Л. Гельфонд. – Нижний Новгород : ННГАСУ, 2013. – 280с.
7. Гельфонд, А.Л. Деловой центр как новый тип общественного здания : специальность 18.00.02 : диссертация на соискание ученой степени доктора архитектуры / Гельфонд Анна Лазаревна . – Москва, 2002. – 297с.
8. Гельфонд, А.Л. Эволюция делового центра / А. Л. Гельфонд // Архитектура, строительство, дизайн. – 2004. – URL : [http://www.archjournal.ru/rus/1%20\(29\)%202003/evolution.htm](http://www.archjournal.ru/rus/1%20(29)%202003/evolution.htm)
9. Генералов, В.П. Высотное строительство – путь к созданию удобной, комфортной и современной городской жилой среды / В.П.Генералов, Е.М.Генералова // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. Оренбург: ОГУ, 2017. - С. 658-662.

10. Генералов, В.П. Особенности проектирования высотных зданий: учебное пособие / В. П. Генералов. – Самара: СГАСУ, 2009. - 296 с. - ISBN 978-5-9585-0332-2.
11. Генералов, В.П. Перспективы развития типологии высотных зданий. Будущее городов / Е.М.Генералова, В.П.Генералов // Архитектура и градостроительство. – Самара: СГАСУ, 2015. - № 1 (18). – С. 13-18.
12. Генералов, В.П. Проблема классификации высотных жилых зданий / Е.М.Генералова, В.П.Генералов // Архитектура и градостроительство. – Самара: СГАСУ, 2011. – Т.1. - № 2. – С. 12-14.
13. Генералова, Е. М. Архитектура, типологические особенности и объемно-пространственные модели молла – многофункционального торгово-развлекательного комплекса общественно-коммуникационного пространства города / П.В. Капц, Е.М. Генералова // Известия Самарского центра Российской академии наук. – 2018. – Т. 20, № 3. – С. 42–47.
14. Генералова, Е. М. Концепция формирования архитектуры высотных зданий и комплексов симбиотического типа : в 2-х т. : диссертация на соискание ученой степени доктора архитектуры : специальность 2.1.12. / Генералова Елена Михайловна; ФГБОУ ВО Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. — Самара, 2024. — 621 с. : т. 1 (455 с. : ил.).
15. Генералова, Е. М. Особенности размещения высотных зданий в структуре городов / В. П. Генералов, Е. М. Генералова, И.И. Соколов // Градостроительство и архитектура. – 2019. – Т. 9, № 2 (35). – С. 46-52.
16. Генералова, Е.М. Формирование типологии стилобатов высотных зданий в соответствии с принципами транзитно-ориентированного проектирования / Е. М. Генералова, В. П. Генералов // Архитектура и градостроительство. – Самара: СГАСУ, 2020. – Т. 10. - № 2. - ISSN 2782-2109. – С. 100 -108.
17. Генералова, Е.М. Формы пространственного взаимодействия культовых и высотных зданий в архитектурной среде городов (зарубежный

опыт) / А. Л. Гельфонд, Е. М. Генералова // Academia. Архитектура и строительство. 2023. – № 2. – С. 74–84.

18. Глазычев, В.Л. Урбанистика. Часть 1 / В. Л. Глазычев. – Москва: Европа, 2008. – 330с.

19. Гордина, Е.Ж. Типы пространственной организации высотных зданий с атриумами/ Е. Ж. Гордина // Жилищное строительство. – Москва: Стройматериалы, 2010. - №7. – С. 29-32.

20. Горин, С.С. Высотный мир. Москва / С. С. Горин, В. Г. Кривицкий // Строительство и бизнес. – 2004. - №44. – С. 18–21.

21. Горожанкин, В.К. Жанры и коды архитектурного формообразования / В. К. Горожанкин // Вестник БГТУ им. В.Г.Шухова. – 2016. - №8. – С. 91-95.

22. ГОСТ 5746 2015. ЛИФТЫ ПАССАЖИРСКИЕ. Основные параметры и размеры.

23. ГОСТ 8823-2018. ЛИФТЫ ГРУЗОВЫЕ. Основные параметры и размеры.

24. Гоулд, Б.П. Проектирование современных зданий управления / Б. П. Гоулд ; перевод с английского Р. Г. Рехтман; под ред. Г.А.Мурадова. – Москва: Стройиздат, 1987. – 192 с. перевод, изд.: Planning the new corporate headquarters / В. Р. Gould.— John Wiley and Sons, 1983.

25. Граник, Ю.Г., Магай, А.А. Архитектурно-конструктивные особенности высотных зданий за рубежом/ Ю. Г. Граник, А. А. Магай // Информационный сборник «Уникальные и специальные технологии в строительстве». – Выпуск 1(23). – Москва: Архитектурно-строительный центр «Дом на Брестской», 2004. – URL: <https://www.fractr.org/file/649106/> (дата обращения : 28.12.2022).

26. Гридюшко, А.Д. Биомиметические принципы в архитектурном проектировании : специальность 5.23.21 : диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Гридюшко Анна Дмитриевна ; Московский архитектурный институт. – Москва, 2013. – 168с.

27. Гридюшко, А.Д. Биомиметические принципы формообразования вертикальных ферм как новой типологии в агропромышленной архитектуре / А.Д. Гидюшко, Е.Г.Чентемирова // *Architecture and Modern Information Technologies*. – 2013. – №4 (25). – С. 1-11. – URL: <https://marhi.ru/AMIT/2013/4kvart13/gridushko/gridushko.pdf> (дата обращения : 05.08.2023)

28. Даняева, Л.Н. Архитектурно-типологическое формирование деловых клубов : специальность 18.00.02 «Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности» : диссертация кандидата архитектуры / Даняева Людмила Николаевна ; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2007. – 166с.

29. Дубынин, Н.В. Архитектура жилища в многофункциональных деловых комплексах : специальность 18.00.02 : диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Дубынин Николай Васильевич . – Москва, 1998. – 170с.

30. Евтушенко, И.И. К вопросу проектирования высотных зданий в сейсмически активных районах / И.И. Евтушенко, А.Д. Тютина, Д.И.Кудряшов, В.Э.Нуриев // *Инженерный вестник Дона*. – 2019. - №1. – URL: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5510> (дата обращения: 24.07.2024).

31. Есаулов, Г. В. Информационно-коммуникационные технологии в архитектурно-градостроительном формировании среды жизнедеятельности / Г. В. Есаулов // *Architecture and Modern Information Technologies*. — 2015. — Специальный выпуск. — URL : <http://www.marhi.ru/AMIT/2015/special/esaulov/abstract.php>

32. Есаулов, Г. В. Устойчивая архитектура — от принципов к стратегии развития / Г. В. Есаулов // *Вестник ТГАСУ*. — 2014. — №6. — С. 9-24. — URL : [http://www.tsuab.ru/upload/files/additional/6\\_2014\\_01\\_Esaulov\\_file\\_4945\\_4283\\_6015.Pdf](http://www.tsuab.ru/upload/files/additional/6_2014_01_Esaulov_file_4945_4283_6015.Pdf)

33. Жукова, А.Н. Вертикальное общественное пространство в структуре высотных зданий (на примере высотного комплекса в районе Аэропорт-Сокол) : магистерская диссертация : квалификация магистр по направлению подготовки 07.04.01 – Архитектура / Жукова Алла Николаевна ; научный руководитель Е.В.Ульянова ; Московский архитектурный институт. – Москва, 2017.
34. Журнал «Высотные здания». – 2019. – №4. – 144с.
35. Журнал «Проект Россия». – 2017. – № 85. – 240с.
36. Зуева, П. П. Американский небоскреб: истоки и эволюция: специальность 18.00.01 : диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Зуева Полина Петровна ; Московский архитектурный институт. – Москва, 2009. – 247с.
37. Иконников, А.В. Архитектура XX века. Утопии и реальность. В 2-х тт. / А. В. Иконников. – Москва : Прогресс-традиция, 2001-2022.
38. Иконников, А.В. Архитектура США. Архитектура в системе буржуазной культуры / А. В. Иконников. – Москва : Искусство, 1979. – 199с.
39. Касьянов, Н.В. К проблеме эволюции пространственных форм архитектуры в контексте научно-технологических достижений / Н.В. Касьянов // Academia. – 2019. – №3. – С. 34-43. - URL : <https://aac.raasn.ru/article/view/144/117> (дата обращения: 25.07.2024).
40. Каясов, А.А. Международный опыт формирования деловых районов в структуре города архитектурно-градостроительными приемами / А.А.Каясов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т.14, №2. – С. 256-259. – URL: [http://www.ssc.smr.ru/media/journals/izvestia/2012/2012\\_2\\_256\\_259.pdf](http://www.ssc.smr.ru/media/journals/izvestia/2012/2012_2_256_259.pdf) (дата обращения 18.07.24)
41. Колесов, А. И. Основы компоновки и расчетов стержневых, висячих и мембранных стальных конструкций покрытий большепролетных зданий : учеб. пособие / А. И. Колесов. – Н.Новгород: ННГАСУ, 2021. – С. 159.

42. Колхас, Р. Гигантизм, или проблема Большого. Город-генерик. Мусорное пространство / Р. Колхас. – Москва: Арт Гид, 2015. – 84с. - ISBN: 978-5-9905612-1-2.
43. Колхас, Р. Нью-Йорк вне себя / Р. Колхас. – Москва: Strelka press, 2013. – 256с.
44. Коротич, А. В. Композиционные особенности "кристаллических" высотных зданий в современной архитектуре / А. В. Коротич // Декоративное искусство и предметно-пространственная среда. Вестник РГХПУ им. С.Г. Строганова. – Москва : РГХПУ, 2018. – № 2-1. – С. 81-95.
45. Коротич, А. В. Особенности и тенденции начального периода формирования современной высотной архитектуры / А. В. Коротич // Декоративное искусство и предметно-пространственная среда. Вестник РГХПУ им. С.Г. Строганова. – Москва : РГХПУ, 2018. – № 3-1. – С. 36-54.
46. Коротич, А.В. Композиционная морфология современной высотной архитектуры : специальность 17.00.04 : автореферат на соискание ученой степени доктора искусствоведения / Коротич Андрей Владимирович ; МГХПА им. С.Г. Строганова. – Москва, 2019. – 60с.
47. Коротич, А.В. Парадигмы композиционно-художественного развития современной высотной архитектуры / А.В. Коротич // Архитектон: известия вузов. – Екатеринбург : УГАХУ, 2018. - №61. – С. 29-45.
48. Коротич, А.В. Систематизация архитектурных форм высотных зданий: композиционный аспект / А. В. Коротич, М. А. Коротич // Академический вестник. – Екатеринбург : УралНИИпроект РААСН, 2009. – №1. – С.45-49.
49. Коротич, А.В. Формирование составных линейчатых оболочек в архитектуре зданий и сооружений : специальность 18.00.02 : диссертация на соискание ученой степени доктора архитектуры / Коротич Андрей Владимирович ; Московский архитектурный институт. – Москва, 2004. – 494с.
50. Коротич, М. А. Композиционные особенности структурного формообразования оболочек высотных зданий / М. А. Коротич, А. В. Коротич

// Академический вестник. – Екатеринбург : УралНИИпроект РААСН, 2009. – № 2. – С. 63-66.

51. Коротич, М.А. Композиционное развитие высотной архитектуры / М.А. Коротич // Академический вестник. – Екатеринбург: УралНИИпроект РААСН, 2010. – №4. – С. 96-101.

52. Коротич, М.А. Факторы развития архитектуры высотных зданий / М.А. Коротич, А.В. Коротич // Академический вестник. Екатеринбург: УралНИИпроект РААСН, 2009. – №3. – С. 48-51.

53. Коста А.А. Принципы формирования архитектуры деловых центров особых экономических зон : специальность 05.23.21 : диссертация кандидата архитектуры / Коста Антон Андреевич ; Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – Нижний Новгород, 2016. – 181с.

54. Кривошапко, С. Н. Архитектурно-строительные конструкции : учебник для вузов / С. Н. Кривошапко, В. В. Галишникова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 558 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18958-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/555545> (дата обращения: 07.08.2024).

55. Куприянов, В.Н. История развития и классификация атриумов / В.Н.Куприянов, Д.В.Сметанин // Известия. – Казань: КазГАСУ, 2010. – №2. – С. 32-39.

56. Лапшина, Е.Г. Архитектурное пространство как динамическая система : : специальность 05.23.20 : диссертация на соискание ученой степени доктора архитектуры / Лапшина Елена Геннадьевна . – Нижний Новгород, 2016. – 392с.

57. Лапшина, Е.Г. Формула новой архитектуры – динамика пространства / Е. Г. Лапшина // Вестник МГСУ. – Москва : МГСУ, 2011. – С. 17-21.

58. Луночник, С.А. История высотного строительства в России. Истоки и пути развития / С.А.Луночник // Строительство и техногенная безопасность. – 2017. – № 9(61). – С. 19-22. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/istoriya-vysotnogo-stroitelstva-v-rossii-istoki-i-puti-razvitiya> (дата обращения 15.08.24)

59. Ляшенко, Е.К. Факторы, влияющие на формирование объемно-планировочных решений энергоэффективных высотных офисных зданий / Е.К. Ляшенко // Architecture and Modern Information Technologies. – 2013. – №3 (24). – С. 1-17. – URL: <https://marhi.ru/AMIT/2013/3kvart13/lyashenko/lyashenko.pdf> (дата обращения : 10.08.2023)

60. Магай, А.А. Развитие архитектуры высотных зданий / А. А. Магай // Современное высотное строительство. - Москва: ГУП «ИТЦ Москомархитектуры», 2007. – С.15-29.

61. Магай, А.А. Архитектурно-композиционные особенности высотных зданий / А.А. Магай // Академический вестник. – Екатеринбург : УралНИИпроект РААСН, 2015. – №4. – С.25-30.

62. Магай, А.А. Взаимное влияние архитектуры Франции и России в XX в. / А.А.Магай // Жилищное строительство. – 2010. – № 10. – С. 50-51. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vzaimnoe-vliyanie-arhitektury-frantsii-i-rossii-v-hh-v/viewer> (дата обращения 13.08.24)

63. Магай, А.А. Моделирование функциональных структур высотных зданий / А. А. Магай // Жилищное строительство. – Москва: Стройматериалы, 2016. – №12. – С. 17-21.

64. Маевская, М. Медиафасад в городском пространстве/ М. Маевская // Высотные здания. – Выпуск № 4. – Москва: Периодика, 2019. – С. 14-25.

65. Маклакова, Т. Г. Высотные здания. Градостроительные и архитектурно-конструктивные проблемы проектирования : монография / Т. Г.

Маклакова. - Издание второе, дополненное. - Москва : Издательство АСВ, 2008. – 160 с. – ISBN 978-5-93093-465-7.

66. Масловская, О.В. Формообразование и архитектурно-художественная интерпретация высотной застройки: На примере городов США : специальность 18.00.01 : диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Масловская Оксана Владимировна ; Дальневосточный государственный технический университет. – Владивосток, 2002. – 221с.

67. Миронов, В. Архитектура света: небоскребы превращают в экраны/ В. Миронов // РБК. – Выпуск № 213 (1988) (1711) //3278 от 17 ноября 2014. – Москва: БизнесПресс, 2014.

68. Михайлов, В.В. Пространственные стержневые конструкции покрытий (структуры) : учебное пособие / В.В.Михайлов, М.С. Сергеев. – Владимир : ВГУ, 2011. – С. 56.

69. Молодкин, С.А. Принципы формирования архитектуры энергоэффективных высотных жилых зданий: специальность 18.00.02 : диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Молодкин Сергей Александрович ; Московский архитектурный институт. – Москва, 2007. – 142с.

70. Мустакимов, В. Р. Проектирование высотных зданий : учебное пособие для вузов / В. Р. Мустакимов. — Москва : Издательство Юрайт, 2016. — 309 с.

71. Мясникова, Е.А. Принципы организации пространственной структуры полифункциональных культурно-деловых комплексов с использованием медиатехнологий : специальность 2.1.12 : диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Мясникова Екатерина Анатольевна ; Московский архитектурный институт. – Москва, 2023. – 267с.

72. Николаев, С.В. Нормативная база высотного строительства в России / С.В. Николаев, В.И. Травуш, Ю.А.Табунщиков, А.Н. Колубков,

Г.Г.Соломанидин, А.А. Магай, Н.В.Дубынин // Жилищное строительство. – 2016. - №1. - С. 3-6.

73. Орельская, О.В. Современная зарубежная архитектура : учебное пособие / О. В. Орельская. – Москва: Academia, 2010. – 266с.

74. Орлов, Е.В. Роль архитектуры высотных зданий в формировании новой среды обитания / Е. В. Орлов // Строительство и архитектура. – 2022. - Том 10 № 3 (36). – С. 70-75.

75. Пэйфу, С. Проектирование современных высотных зданий / Сюй Пэйфу, Фу Сюеи, Ван Цуйкунь, Сяо Цунчжэнь. – Москва: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008. – 480 стр. – ISBN 978-5-93093-587-5, 7-112-07124-0.

76. Рафайнер, Ф. Высотные здания. Объемно-планировочные и конструктивные решения./ Ф.Рафайнер; перевод с немецкого. – Москва: Стройиздат, 1982. —179 с.

77. Ревзин, Г. И. Застенчивый небоскреб / Г. И. Ревзин // Коммерсант. – 2008. – №24 – С.70. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/905578> (дата обращения : 08.02.2023).

78. Рекомендации по проектированию структурных конструкций / ЦНИИСК им. Кучеренко Госстроя СССР. – Москва : Стройиздат, 1984. – С. 303.

79. Рожин, И.Е. Архитектурное проектирование общественных зданий и сооружений / И. Е. Рожин, А. И. Урбах. – Москва : Стройиздат, 1985. – 542с.

80. Савин, И.М. Высотные здания, особенности планировочных и конструктивных решений / И.М.Самарин, А.С. Дмитриев // Вестник Евразийской науки. - 2020. – Т. 12. - №2. URL: <https://esj.today/PDF/95SAVN220.pdf> (дата обращения: 24.07.2024).

81. Сапрыкина, Н.А. Основы динамического формообразования в архитектуре / Н. А. Сапрыкина. – Москва: Архитектура-С, 2005. – 312 с.

82. Сапрыкина, Н.А. Синергетические подходы к формированию архитектурного пространства / Н. А. Сапрыкина // Architecture and Modern Information Technologies. – 2017. – № 3 (40). – URL : [https://marhi.ru/AMIT/2016/4kvart16/PDF/AMIT\\_2016-4\(37\)\\_PDF.pdf](https://marhi.ru/AMIT/2016/4kvart16/PDF/AMIT_2016-4(37)_PDF.pdf)

83. Семенова, Ю.А. Организация общественного пространства в высотных зданиях с сетчатой несущей оболочкой : магистерская диссертация : квалификация магистр по направлению подготовки 07.04.01 – Архитектура / Семенова Юлия Александровна ; научный руководитель Е.В.Ульянова ; Московский архитектурный институт. – Москва, 2020.

84. Семикин, П.П. Принципы формирования архитектуры высотных зданий с возобновляемыми источниками энергии: специальность 05.23.21 : диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Семикин Павел Павлович ; Московский архитектурный институт. – Москва, 2014. – 153с.

85. Симонова, И.Ф. Социально-культурное проектирование: современные подходы и технологии: учебное пособие / И. Ф. Симонова. – СПб.: Научное издание, 2020. – 250 с.

86. СП 3.13130.2009. Система оповещения и эвакуации людей при пожаре.

87. СП 456.1311500.2020. МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ЗДАНИЯ  
Требования пожарной безопасности

88. СП 477.1325800.2020. ЗДАНИЯ И КОМПЛЕКСЫ ВЫСОТНЫЕ.  
Требования пожарной безопасности.

89. СП 5.13130.2009. Системы противопожарной защиты.  
УСТАНОВКИ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ И ПОЖАРОТУШЕНИЯ  
АВТОМАТИЧЕСКИЕ. Нормы и правила проектирования.

90. Стандарт Европейского Союза EN81-72-2003 (CEN 2003). Лифты.  
Правила техники безопасности к конструкции и монтажу. Конкретные случаи  
применения пассажирских и пассажиро-грузовых лифтов. Часть 72. Лифты  
для пожарников.

91. СТО НОСТРОЙ/НОП 2.15.71-2012 Инженерные сети высотных зданий. Устройство систем водоснабжения, канализации и водяного пожаротушения. Правила проектирования и монтажа.

92. Сухинина Е.А. Сравнение методов экологической оценки «зелёных» стандартов в строительстве / Е. А. Сухинина // Architecture and Modern Information Technologies. – 2022. – №2(59). – С. 294-316. – URL: [https://marhi.ru/AMIT/2022/2kvart22/PDF/20\\_sukhinina.pdf](https://marhi.ru/AMIT/2022/2kvart22/PDF/20_sukhinina.pdf). (дата обращения : 05.01.2023) DOI: 10.24412/1998-4839-2022-2-294-316

93. Сухинина, Е.А. История возникновения и практика применения экологических стандартов в архитектуре и строительстве: монография / Е. А. Сухинина. – Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т., 2022. – 244 с.

94. Табунщиков Ю.А. Энергоэффективные здания / Ю. А. Табунщиков, М. М. Бродач, Н. В. Шилкин. – Москва: АВОК-ПРЕСС, 2003. – 200 с.

95. Темнов, В.Г. Бионические архитектурно-строительные системы / В. Г. Темнов. – URL : <http://www.iatp.am/vahanyan/systech/avtor-321+.htm>

96. Темнов, В.Г. Бионические принципы формирования систем / В. Г. Темнов. – URL : <http://www.iatp.am/vahanyan/systech/avtor-323.htm>

97. Темнов, В.Г. Конструктивные системы в природе и строительной технике / В. Г. Темнов. - Ленинград: Стройиздат, 1987. – 256с.

98. Толстой, Л.В. Особенности экономического обоснования строительства высотных зданий (небоскребов) / Л.В. Толстой, Р.Г. Абакумов // Инновационная наука. – 2017. - №1. – С. 100-102.

99. Туркатенко, М.Н. Архитектура и цивилизационные проекты XX века (Сборник статей) / М.Н. Туркатенко. – Москва: ИРА Финкрэк, 2009. – 120с.

100. Ульянова, Е.В. Концептуальные модели формирования структуры высотного здания / Е.В.Ульянова // Инновации и инвестиции. – Москва, 2019. – №5. – С. 212-218.

101. Ульянова, Е.В. Общественное пространство современного высотного здания. Эволюция структуры и функции : специальность 2.1.12 : диссертация на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Ульянова Елена Вячеславовна ; Московский архитектурный институт. – Москва, 2021. – 370с.

102. Ульянова, Е.В. Структура и функция общественного пространства высотного здания / Е.В.Ульянова // Architecture and Modern Information Technologies. – 2017. – № 3 (40). – С. 61-76. – URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/struktura-i-funktsiya-obschestvennogo-prostranstva-vysotnogo-zdaniya/viewer>

103. Файбишенко, В.К. Металлические конструкции : учебное пособие для вузов/ В.К. Файбишенко. – Москва : Стойиздат, 1984. – С. 336.

104. Федоров, О. П. Медиафасады в архитектуре. Их роль и место в информационном обществе/ О.П. Федоров, И.Д. Волкова // Вестник гражданских инженеров. – Выпуск №3(68). – Санкт-Петербург: СПбГАСУ, 2018. – С. 40-46.

105. Хассел, Э. Современная архитектура / Э.Хассел, Д. Бойл, Дж. Харвуд. – Москва: Арт-Родник, 2010. – 128с.

106. Хилл, Дж. Как построен небоскреб/ Джон Хилл; перевод с английского А. Коробейникова ; науч. ред. М. Бергер. – Москва : Манн, Иванов и Фербер, 2020. – 192 с. - ISBN: 978-5-00146-400-6.

107. Хорн, К. Уникальный деловой район Дефанс / К.Хорн // Проект Байкал. – 2014. – № 11. – С.90–97. URL: <https://doi.org/10.7480/projectbaikal.39-40.707> (дата обращения 02.08.24)

108. Цайдлер, Э. Многофункциональная архитектура / Э. Цайдлер ; перевод А.Ю. Бочаровой; под. ред. И.Р.Федосеевой. – Москва: Стройиздат. 1988. – 151 с.

109. Шуллер, В. Конструкции высотных зданий / В. Шуллер; перевод Л.Ш. Килимника; под ред. Г. А. Казиной. – Москва: Стройиздат, 1979. – 248 с.

110. Щепетков, Н.И. Световой дизайн города. Учебное пособие / Н. И. Щепетков. – Москва: Архитектура-С, 2006. – С. 320. – ISBN: 5-9647-0103-5.
111. Экспериментальное студенческое проектирование / В. В. Ауоров, В. Н. Орлов, Е. В. Ульянова, М. Д. Баушева // *Architecture and Modern Information Technologies*. – 2015. – №2(31). – С. 1-18. – URL: <https://marhi.ru/AMIT/2015/2kvart15/aurov/aurov.pdf> (дата обращения : 09.12.2022)
112. Юсуфов, С.С. Тенденции строительства бизнес-центров в России / С. С. Юсуфов, В. В. Малахова // *Инновационное развитие строительства и архитектуры: взгляд в будущее: сборник тезисов. V международный студенческий строительный форум*. – Симферополь: КФУ, 2021. – 31-34 с.
113. Яковлева, Л.Ю. Авангард глобализации: современный небоскреб / Л. Ю. Яковлева, Б. Г. Соколов // - DOI:10.7256/2454-0757.2017.11.24514 // *Философия и культура*. – 2017. – № 11. – С. 20-34.
114. Яландина, Н.М. Буферные зеленые зоны в архитектурной среде / Н. М. Яландина. – URL : [http://book.uraic.ru/project/conf/txt/005/archvuz18\\_pril/5/template\\_article-ar=K01-20-k05.htm](http://book.uraic.ru/project/conf/txt/005/archvuz18_pril/5/template_article-ar=K01-20-k05.htm) (дата обращения : 12.09.2022)
115. Ali, M. Sustainability and the tall building: recent developments and future / M. Ali, P. Armsrtong // *AIA Illinois Central Symposium, CTBUH*. – 2010. – P. 1-12. – URL: <https://global.ctbuh.org/resources/papers/download/318-sustainability-and-the-tall-building-recent-developments-and-future-trends.pdf> (дата обращения: 24.07.2024).
116. Binder, G. One hundred and one of the world's tallest buildings (CTBUH) / G. Binder. – Mulgrave (Australia) : The Images Publishing Group. – 2006. – 240p.
117. Binder, G. Tall buildings of Asia and Australia (CTBUH) / G. Binder. – Mulgrave (Australia) : The Images Publishing Group. – 2001. – 224p.
118. Cole, N. Using topology optimization to produce enhanced concept designs / N. Cole // *Stalbyggnad*. – 2019. – URL:

<https://www.stalbyggnaad.se/konstruktion/using-topology-optimisation-to-produce-enhanced-concept-designs/> (дата обращения: 24.07.2024).

119. CTBUH Year in Review: Tall Trends of 2022 // CTBUH : official website. – URL: [https://global.ctbuh.org/resources/papers/4618-Journal2023\\_IssueI\\_YIR.pdf](https://global.ctbuh.org/resources/papers/4618-Journal2023_IssueI_YIR.pdf) (date of access : 25.12.2023).

120. Easton, M. How to Ensure Tall Buildings Are Built to Last? / M. Easton // CTBUH Journal. – 2021. – Issue III. – P. 55. – URL: <https://global.ctbuh.org/resources/papers/download/4498-how-to-ensure-tall-buildings-are-built-to-last.pdf> (date of access : 12.06.2022).

121. Foster, M. Mark Foster Gage: Projects and Provocations / M. Foster. – New York : Rizzoli international publications, 2018. – 272p.

122. Gabel, J. Tall trends: quantifying the skyscraper phenomenon / J. Gabel. – DOI: 10.1051/e3sconf/20183301012 // CTBUH Journal. – 2018. – URL: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20183301012> (date of access : 17.12.2023).

123. Generalova, E. Innovative Solutions for Building Envelopes of Bioclimatical High-Rise Buildings / E. M. Generalova, V. P. Generalov, A. A. Kuznetsova // Environment. Technology. Resources, Rezekne, Latvia. Proceedings of the 11<sup>th</sup> International Scientific and Practical Conference. – 2017. – Volume I. – P. 103–108.

124. Generalova, E. M. Potential of Buildings Creating High-Quality Urban Environment / V. P Generalov, E. M. Generalova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2022. – № 988(4).

125. Jetter, M. A Next Generation Vertical Transportation system // CTBUH. – P. 102-111. – URL : <https://global.ctbuh.org/resources/papers/2408-Jetter.pdf> (date of access : 06.08.2024).

126. Jetter, M. Lift anf the City: How elevators Reshaped Cities // CTBUH 2019 World Congress. – 2019. – P. 66-71. – URL : [https://global.ctbuh.org/resources/papers/4257-Jetter\\_2019\\_LiftAndTheCity.pdf](https://global.ctbuh.org/resources/papers/4257-Jetter_2019_LiftAndTheCity.pdf) (date of access : 06.08.2024).

127. Kaplan, D. The Pandemic-Resilient Office Tower / D. Kaplan, S. Davis // CTBUH Journal. – 2020. – Issue IV. – P. 31-39. URL: <https://global.ctbuh.org/resources/papers/download/4370-the-pandemic-resilient-office-tower.pdf>

128. Kealy, M. Fire engineering supertall: a new approach to escape / M. Kealy // CTBUH 2008 8<sup>th</sup> world congress, Dubai. - 2008. – P. 1-10. - URL: <https://global.ctbuh.org/resources/papers/download/1265-fire-engineering-supertall-a-new-approach-to-escape.pdf> (дата обращения: 24.07.2024).

129. Marfella, G. The Post-Miesian Office Tower and the Global Issue of Its Interpretation / G. Marfella // CTBUH Journal. – 2018. – Volume 7 Number 2. – P. 31-39. URL: <https://global.ctbuh.org/resources/papers/download/3758-the-post-miesian-office-tower-and-the-global-issue-of-its-interpretation.pdf>

130. Martin, A. Structural topology optimization of tall buildings for dynamic seismic excitation using modal decomposition / A.Martin, G.G.Deierlein // Engineering structures, 2020. – URL: [https://www.researchgate.net/publication/341256035\\_Structural\\_Topology\\_Optimization\\_of\\_Tall\\_Buildings\\_for\\_Dynamic\\_Seismic\\_Excitation\\_Using\\_Modal\\_Decomposition](https://www.researchgate.net/publication/341256035_Structural_Topology_Optimization_of_Tall_Buildings_for_Dynamic_Seismic_Excitation_Using_Modal_Decomposition) (дата обращения: 24.07.2024).

131. Miranda, W., Safarik, D. Sustainable Tall Building Design Exemplars / W. Miranda, D. Safarik // CTBUH Journal. – 2021. – Issue III. – P. 11-19. URL: <https://global.ctbuh.org/resources/papers/download/4490-sustainable-tall-building-design-exemplars.pdf> (date of access : 19.12.2022).

132. Oldfield, P. Offset Cores: Trends, Drivers and Frequency in Tall Buildings / P. Oldfield, B. Doherty // CTBUH Journal. – 2019. – Issue II. – P. 39-45. – URL : <https://global.ctbuh.org/resources/papers/download/4186-offset-cores-trends-drivers-and-frequency-in-tall-buildings.pdf>

133. Progressive Architecture. – July, 1965. – P. 262.

134. Quay Quarter Tower / 3XN. URL : <https://www.archdaily.com/1003606/quay-quarter-tower-3xn>

135. Ribeiro, T.P. Topology Optimisation in Structural Steel Design for Additive Manufacturing / T.P. Ribeiro, L.F.A. Bernardo, J.M.A. Andrade. – DOI : 10.3390/app11052112 // MDPI. – 2021. – 11 (5). – URL : <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/5/2112>
136. Seyedpooya, S. Configuration-Based Classification of High-Rise Buildings, a Procedure for Sustainable Design of High-Rise Building's Form / S. Seyedpooya, M. Golabchi // CTBUH 2011 World Conference. – Seul (South Korea) : CTBUH, 2011. – P. 583-592. – URL : <https://global.ctbuh.org/resources/papers/download/870-configuration-based-classification-of-high-rise-buildings.pdf>
137. Spearpoint, M. Façade fire incidents in tall buildings / M. Spearpoint, I. Fu, K. Frank // CTBUH Journal. – 2019. – Issue III. – P. 34-36. – URL : [https://www.ctbuh.org/resources/papers/4063-Journal2019\\_Issue%20III\\_FacadeFireIncidents.pdf](https://www.ctbuh.org/resources/papers/4063-Journal2019_Issue%20III_FacadeFireIncidents.pdf) (дата обращения: 24.07.2024).
138. Swenson, A. T. The proposal to change the urban landscape by redistributing a city's office space into 150-story superframe towers / A. T. Swenson // The Architectural Forum. – 1971. – Vol. 135. – No. 2. – P. 58-60.
139. Sykiotis, A. Philadelphia City Tower: an exploration of architectural representation through drawings and photographs of physical models / A. Sykiotis // Historic Thesis. - Delft : Technical University of Delft, 2022. – 25p.
140. Tigerman, S. Instant city (a project commissioned by the Vermiculite Institute) / S. Tigerman // Arts & Architecture. – 1966. – Vol. 35. – No. 5. – P. 18-19.
141. Trabucco, D. Ropeless Elevator Systems : The Potential for Multidirectional Transportation in Tall Buildings / D. Trabucco, M. Belmonte, Karl-Otto Schöllkopf. – Chicago: Council on Tall Buildings and Urban Habitat. – 2019. – 148p.
142. Willis, C. Form Follows Finance: Skyscrapers and Skylines in New York and Chicago / C. Willis. - Princeton : Princeton Architectural Press, 1997. – 220 p.

143. Wood A. Skybridges : State of the Art / A. Wood, P. Du, D. Safarik // CTBUH Journal. – 2020. – Issue III. – P. 35-47. – URL : <https://www.ctbuh.org/resources/papers/download/4340-skybridges-state-of-the-art.pdf>
144. Yavaşbatmaz, S. Sustainable design of tall buildings / S. Yavaşbatmaz, A. B. Gültekin // GRAĐEVINAR. - 2013. – № 5(65). - P. 449-461. – URL : <https://doi.org/10.14256/JCE.772.2012> (дата обращения: 24.07.2024).
145. Yeang, K. Ecoskyscrapers / K. Yeang. – New York : Images Publishing Dist Ac, 2007. – 160p.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
МОСКОВСКИЙ АРХИТЕКТУРНЫЙ ИНСТИТУТ  
(ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ)

*На правах рукописи*

БОЛДЫРЕВА Полина Сергеевна

**АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ ПРИНЦИПЫ  
ФОРМИРОВАНИЯ ВЫСОТНЫХ БИЗНЕС-ЦЕНТРОВ**

Специальность 2.1.12. - Архитектура зданий и сооружений.

Творческие концепции архитектурной деятельности.

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени

кандидата архитектуры

Том II

Научный руководитель:

Хрусталеv Александр Алексеевич

Кандидат архитектуры, доцент

Москва – 2025

**Оглавление**

Приложение 1. Демонстрационные материалы. ....	3
Приложение 2. Математическое моделирование в программе ЛИРА. ....	61
Приложение 3. Глоссарий. ....	63
Приложение 4. Перечень проанализированных объектов. ....	68
Приложение 5. Список источников иллюстраций. ....	104

# Приложение 1. Демонстрационные материалы.

## Лист 0.1. Объекты-представители. I период.

**ЭМПАЙР-СТЕЙТ-БИЛДИНГ (EMPIRE STATE BUILDING)**

Архитектор: Шрив, Лэмб и Хармон (Shreve, Lamb and Harmon)  
 Местоположение: Нью-Йорк, США  
 Дата постройки: 1929-1931 гг.  
 Площадь: 257210м<sup>2</sup> (общая)  
 Высота: 381м (443м со шпилем)  
 Кол-во уровней: 102 (наземных)  
 Материалы несущих конструкций: сталь

Эмпайр-стейт-билдинг - 102-этажный небоскреб в стиле ар-деко, расположенный в Нью-Йорке на острове Манхэттен, на Пятой авеню между Западными 33-й и 34-й улицами, изначально был построен для размещения корпоративных офисов. С 1931 по 1970, до открытия Северной башни ВТЦ, был высочайшим зданием мира. На строительство небоскреба потребовалось 410 дней, что соответствовало рекордной для того времени скорости возведения (4,5 этажа в сутки). При проектировании использовались более ранние разработки для зданий Рейнольдс-билдинг в Уинстон-Сейлеме и Керью Тауэр в Цинциннати. Название небоскреба происходит от неофициального наименования штата Нью-Йорк - "имперский штат".

**Классификационные признаки**

- 300-мч-свобом
- монофункц.
- офисы
- центр города
- каркасная к.с.
- сталь
- центр ТКЯ
- комплз. ось
- тип ОПК.
- неоднородная пластика фасада

**Транспортная доступность**

- автобус
- поезд
- метро
- автомобиль
- велосипед

**Устойчивое развитие (в рамках реконструкции с 2010-х)**

- системы энергосбер.
- компенсация выбросов CO2
- водосбережение

**Анализ планировочного решения и распределения потоков**

план 58 этажа

план с зонированием

схема циркуляции/связей

план 78 этажа (типového для 71-80 этажей)

план 58 этажа (типového для 29-70 этажей)

план 7 этажа (типového для 6-19 этажей)

**Анализ функционального зонирования**

- обзорная площадка
- офисы
- социально-культурная зона с элементами общего пользования (кафе/рестораны, фитнес-центры и др.)
- парковка, узел по переработке отходов, система кондиционирования

относительные показатели (%)

абсолютные показатели (м<sup>2</sup>)

наземные технические уровни

**Конструкции**

Узел крепления балки к колонне:

- противопожарная защита
- деревянный пол
- штукатурка
- балка (второстепенная)
- поргон
- стальная колонна
- бетон
- газовая труба

1. офис/рабочее пр-во  
 2. коридор  
 3. тех./подсоб.помещение/серверная  
 4. переговорная  
 5. открытые рабочие пр-ва  
 6. ресепшн  
 7. кухня  
 8. с/у  
 9. ЛПУ/ТКЯ  
 10. помещение для телефонных разговоров  
 11. зона копировального оборудования  
 12. гардеробные/шкафы

## Лист 0.2. Объекты-представители. II период.

### СИГРЕМ-БИЛДИНГ (SEAGRAM BUILDING)

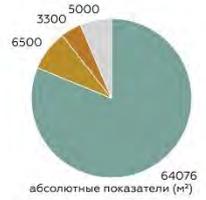
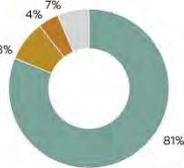
Архитектор: Мис ван дер Роэ  
 Местоположение: Нью-Йорк, США  
 Дата постройки: 1956-1958 гг.  
 Площадь: 78876м² (общая)  
 Высота: 157м  
 Кол-во уровней: 38  
 Материалы несущих конструкций: сталь

Сигрем-билдинг – один из лучших образцов эстетики функционализма и корпоративного модернизма; расположен на Парк-авеню 375 между 52-й и 53-й улицами в манхэттенском Мидтауне. Здание предназначалось под офисы канадской фирмы Joseph E. Seagram's & Sons, занимавшейся производством спиртных напитков. Характерная черта объекта – артикуляция структуры, "наглядность" конструкции, что достигается использованием несущих бронзовых узкополочных балок двутаврового сечения в обрамлении несущего стального каркаса (а не бетона, как было принято в 1950-х).



#### Анализ функционального зонирования

- офисы
- зеленая терраса
- кафе/ рестораны
- фитнес-центр
- технические и служебные помещения, склад, парковка



#### Конструкции

- стальной несущий каркас
- несущие бронзовые узкополочные двутавры



#### Классификационные признаки



#### Транспортная доступность



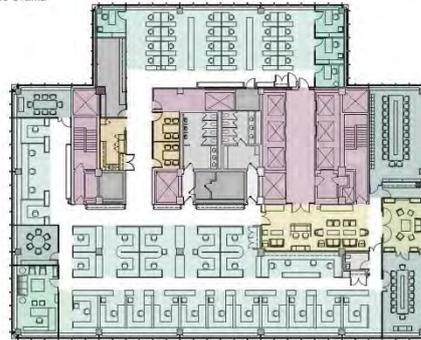
#### Устойчивое развитие



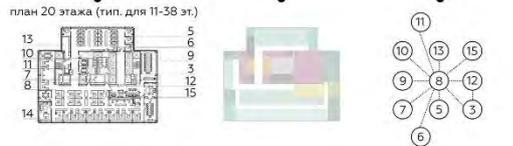
системы энергосбер.

#### Анализ планировочного решения и распределения потоков

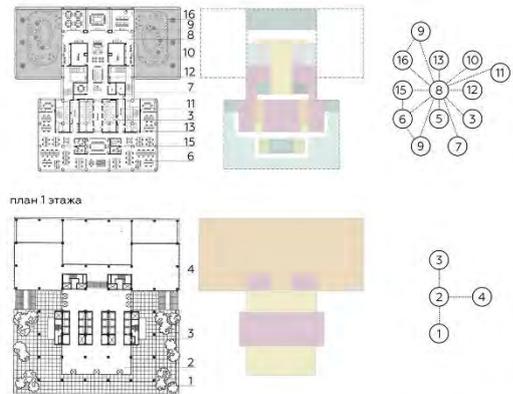
план 20 этажа



план 5 этажа



план 1 этажа



1. площадь
2. лобби/вестибюль
3. ЛПУ/ТКЯ
4. социально-культурная зона
5. офис/рабочее пр-во
6. открытые рабочие пр-ва
7. тех./подсоб.помещение
8. коридор
9. переговорная
10. с/у
11. кухня
12. ресепшн
13. зона копировального оборудования
14. офис руководителя
15. комната отдыха
16. открытая терраса

# Лист 0.3. Объекты-представители. III период.

**КОММЕРЦБАНК-ТАУЭР (COMMERZBANK TOWER)**

Архитектор: Норман Фостер  
 Местоположение: Франкфурт-на-Майне, Германия  
 Дата постройки: 1994-1997 гг.  
 Площадь: 120000м²- общая, 85503 м² - наземная (башни).  
 Высота: 259м (299м со шпилем)  
 Кол-во уровней: 51 (наземных)  
 Материалы несущих конструкций: железобетон, сталь

53-этажный Commerzbank является первой в мире экологичной офисной башней, а после завершения строительства он стал самым высоким зданием в Европе. Проект исследует природу офисной среды, разрабатывая новые идеи для ее экологии и рабочих моделей. Центральное место в этой концепции занимает использование естественных систем освещения и вентиляции. Каждый офис освещен дневным светом и имеет открываемые окна, что позволяет обитателям контролировать свое окружение. В результате уровень энергопотребления вдвое меньше, чем у обычных офисных башен – теперь офисы вентилируются естественным образом 85 % времени в году.

**Классификационные признаки**

**Транспортная доступность**

**Устойчивое развитие**

**Анализ планировочного решения и распределения потоков**

план      схема зонирования      схема циркуляции/связей

типовой этаж

план 1 этажа

план -1 этажа

1. вход  
 2. коридор  
 3. тех./подсоб.помещение  
 4. парковка  
 5. вход с площадки  
 6. общественная галерея  
 7. площадка со скульптурой  
 8. лобби/вестибюль  
 9. магазины и рестораны  
 10. атриум  
 11. балкон/сад  
 12. открытые рабочие пр-ва  
 13. коридор  
 14. офис/рабочее пр-во  
 15. переговорная  
 16. c/y  
 17. ЛЛУ/ТКА

**Анализ функционального зонирования**

■ обзорная площадка  
 ■ офисы  
 ■ сады  
 ■ комплекс предприятий питания "Плаза"  
 ■ службы безопасности  
 ■ технические уровни

относительные показатели (%)

65%
18%
11%
3%
3%
1%>

абсолютные показатели (м²)

78200
4050
22050
3000
12500
200

**Конструктивная схема**

■ мегаколонны  
 ■ система из ферм Виренделя

Разрез. Схема воздухообмена.

# Лист 0.4. Объекты-представители. IV период.

## ЛИЗА СОХО (LEEZA SOHO)

Архитекторы: Заха Хадид, Патрик Шумахер  
 Местоположение: Пекин, Китай  
 Дата постройки: 2015-2019 гг.  
 Площадь: 172800м²  
 Высота: 207м  
 Кол-во уровней: 46 (наземных)  
 Мат-лы несущих констр.: железобетон, сталь, сталежелезобетон

Лица Сохо - небоскреб с самым высоким в мире атриумом (194,15 м), расположен в финансовом деловом районе Лизе в Пекине. Объект состоит из 2 вертикальных секций, соединенных общей оболочкой - такое внутреннее разделение было обусловлено расположением тоннеля станции метро (прямо под атриумом).  
 Небоскреб внешает офисы класса А для малых и средних по размеру компаний. У Лица Сохо высокоэффективный фасад, вентиляция с рекуперацией тепла. Его конструкция предусматривает сбор дождевой воды для технических нужд, на крыше - система фотоэлементов для сбора и преобразования солнечной энергии в электрическую. Небоскреб может обслуживать себя как автономный организм.



### Классификационные признаки



### Транспортная доступность

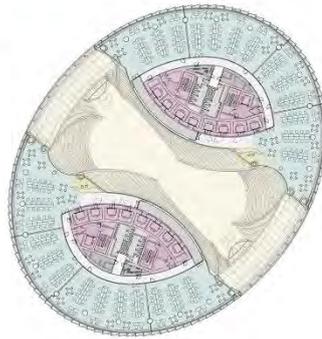


### Устойчивое развитие



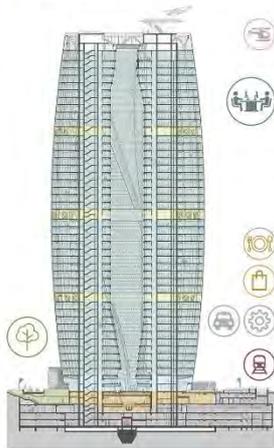
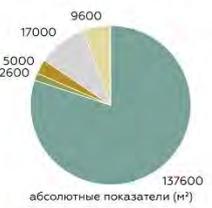
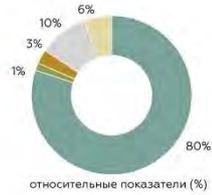
### Анализ планировочного решения и распределения потоков

план 16 этажа

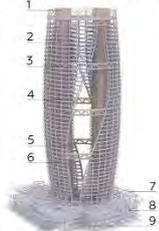


### Анализ функционального зонирования

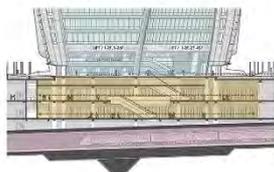
- офисы
- вестибюль
- внутренний двор
- магазины и кафе
- парковка и технические уровни
- туннель метро
- вертолетная площадка
- островки безопасности с тех. помещениями



### Конструктивная схема



Фрагмент разреза. Схема циркуляции.



1. ТКЯ (ж/б)
2. плиты перекрытия (ст.ж/б)
3. фермы и мосты
4. периметральные колонны (ст.ж/б)
5. атриумные колонны (ст.ж/б)
6. балки (сталь)
7. балки основания (ж/б)
8. перекрытия основания (ж/б)
9. колонны основания (ж/б)
10. туннель метро

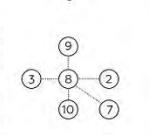
план 16 этажа



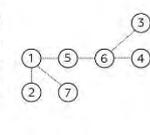
схема зонирования



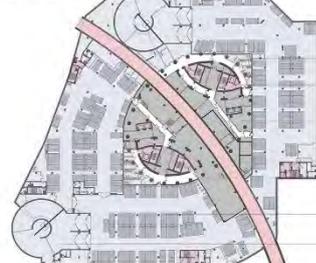
схема циркуляции/связей



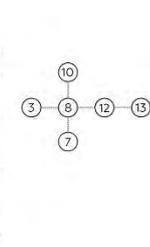
план 1 этажа



план -4 этажа

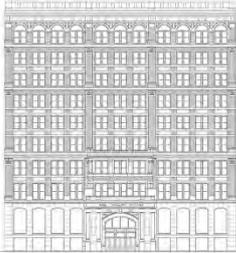
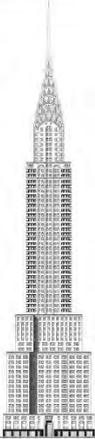
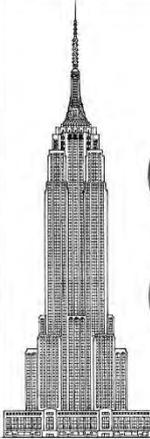
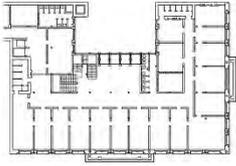
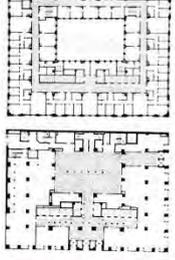
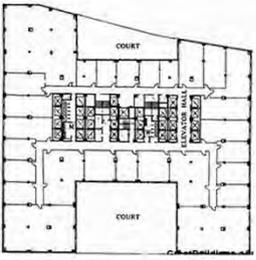
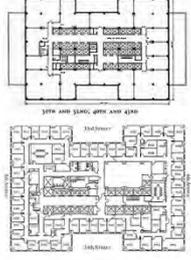
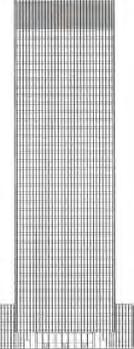
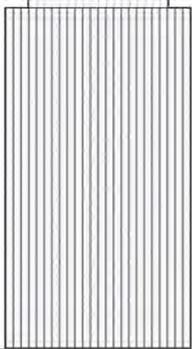
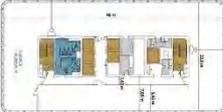
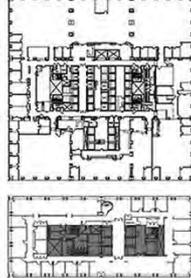


- 10
- 3
- 7
- 11
- 8
- 12
- 13

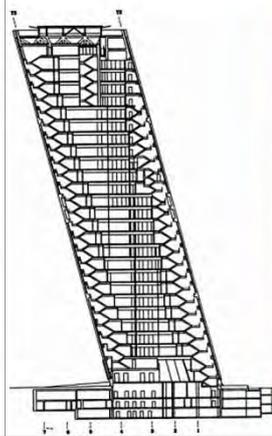
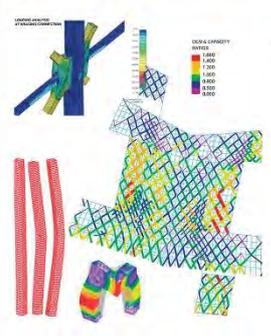
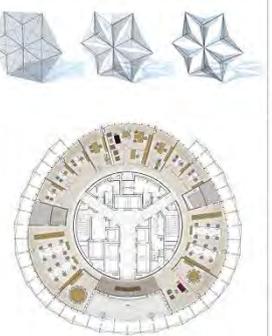
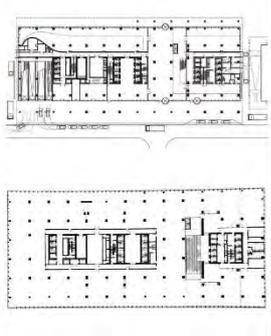
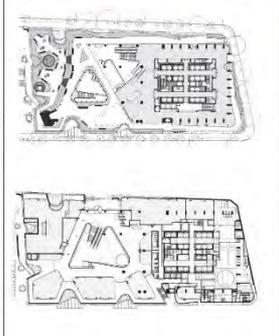


1. лобби/вестибюль
2. ресепшн
3. ЛПУ/ТКЯ
4. зона эскалаторов
5. КПП (турникеты)
6. зона распределения
7. тех./подсоб.помещение
8. коридор
9. офис
10. с/у
11. туннель метро
12. парковка
13. пандус
14. атриум

## Лист 1.1.1. I-II периоды развития небоскреба.

I ПЕРИОД (1880е - начало 1930х гг.) - зарождение и становление небоскреба в США			
Здание домового страхования в Чикаго (Home Insurance Building, 1885)	Питтсфилд-билдинг в Чикаго (Pittsfield building, 1927)	Крайслер-билдинг в Нью-Йорке (Chrysler Building, 1928-1930)	Эмпайр-Стейт-билдинг в Нью-Йорке (Empire State Building, 1929-1931)
	  <p>Готика</p>  <p>Готика+ Ар деко</p> 	   <p>Ар деко</p> 	  <p>Ар деко</p> 
			
II ПЕРИОД (конец 1930х - начало 1970х гг.)- появление высотного строительства в странах Европы и Азии, главенство американского опыта			
Сигрен-билдинг в Нью-Йорке (Seagram Building, 1956-1958)	Касумигасеки-билдинг в Токио (Kasumigaseki Building, 1965-1968)	Башня Инциале в Париже (Tour Initiale/Tour Nobel 1964-1966)	Сирз-тауэр/Уиллис-тауэр в Чикаго (Sears tower/Willis tower, 1970-1973)
 	 	 	 
		 	

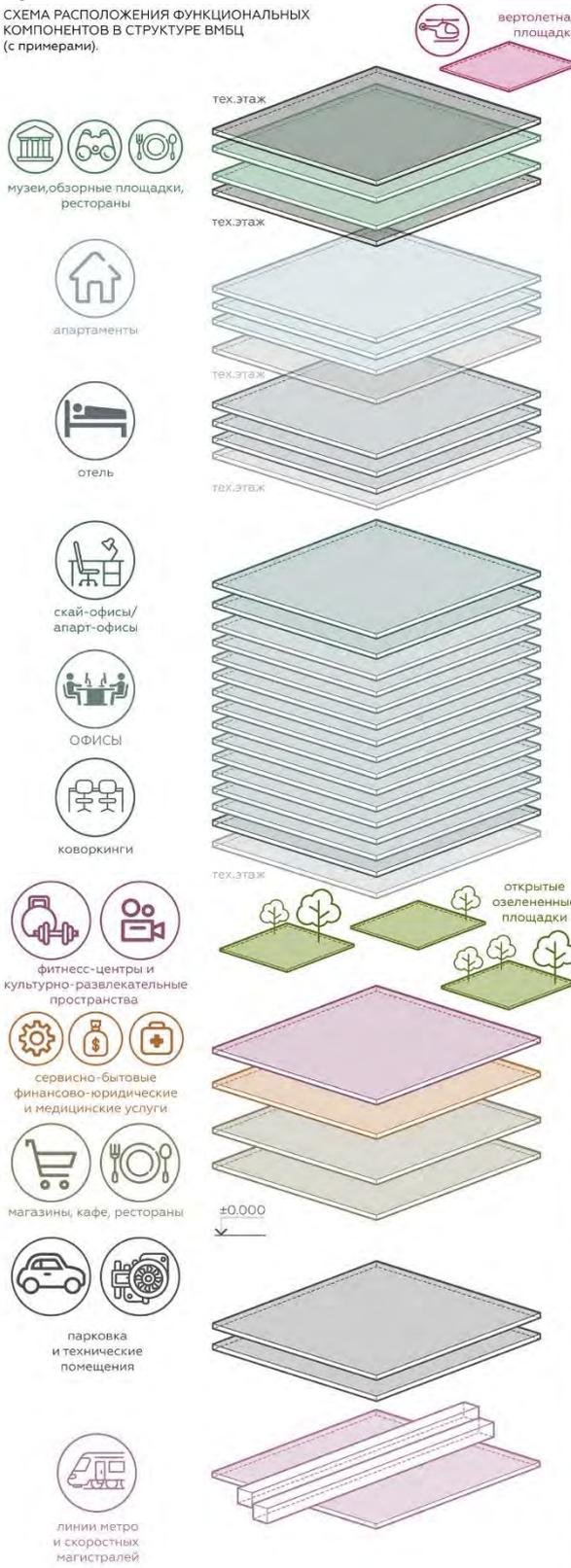
Лист 1.1.2. III-IV периоды развития небоскреба.

III ПЕРИОД (конец 1970х - 1990е гг.) - зарождение эконебоскреба, становление локальных приемов формирования высотных зданий в Европе и Азии			
<p>AT&amp;T-билдинг в Нью-Йорке (AT&amp;T-building, 1980-1984)</p> <p>постмодернизм с элементами радикального эклектизма.</p> <p>3-хчастность</p>  <p>ВЕНЧАНИЕ</p> <p>ТЕЛО</p> <p>ОСНОВАНИЕ</p>	<p>Ворота Европы в Мадриде (Puerta de Europa, 1989-1996 гг.)</p> 	<p>Башня Цзинь Мао в Шанхае (金茂大厦, 1994-1999)</p>  <p>национальные мотивы (стилизация пагоды)</p>	<p>Высотные Бизнес-центры/районы (начало строительства)</p> <p>ММДЦ "Москва-Сити"</p>  <p>Первоначальный проект "Москва-Сити" (1991)</p>  <p>Дефанс в Париже</p>  <p>Сити в Лондоне</p> 
<p>IV ПЕРИОД (2000-2020е г./настоящее время) - доминирование высотного строительства в Азии, формирование внутренних типологий в группе небоскребов</p>			
<p>Штаб-квартира CCTV в Пекине (CCTV, 2004-2009)</p> <p>трехмерность</p> <p>рисунок фасада на основе расчета нагрузок на конструкции</p> 	<p>Башни Аль Бахар в Абу-Даби (AL Bahar, 2012)</p> <p>энергоэффективность</p> <p>сложная структура оболочки</p> 	<p>Де Роттердам в Роттердаме (De Rotterdam, 2009-2013)</p> <p>многостовность</p> 	<p>Башня Причального Квартала в Сиднее (Quay Quarter Tower, реконструкция 2023г.)</p> 
			

Лист 1.2.1.

**Функциональные компоненты и их положение в структуре ВБЦ.**

СХЕМА РАСПОЛОЖЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ В СТРУКТУРЕ ВМБЦ (с примерами).



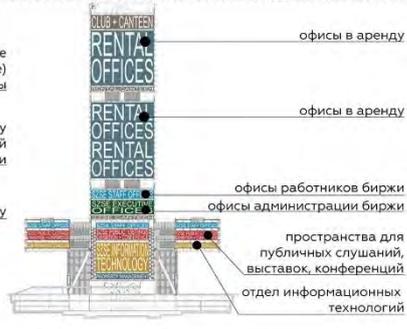
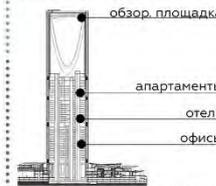
Вертолетная площадка на крыше небоскреба "Каньон" в Стамбуле



Обзорная площадка в башне "Абэно Харукас" в Токио



Отель и апартаменты в башне "Центр Царств" (Kingdom Center) в Эр-Рияде



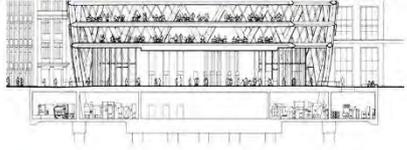
Финансовая башня в Шэньчжэне, бюро OMA.

SZSE - Shenzhen Stock Exchange - Шэньчженьская фондовая биржа. Функциональная схема бюро OMA.

Стилобат многофункционального высотного комплекса "Mesenatropolis" в Сеуле с кафе, магазинами, многоуровневыми пешеходными маршрутами и озелененными пространствами



Подземный технический этаж с оборудованием в башне "Мэри-Экс" в Лондоне (без парковки).

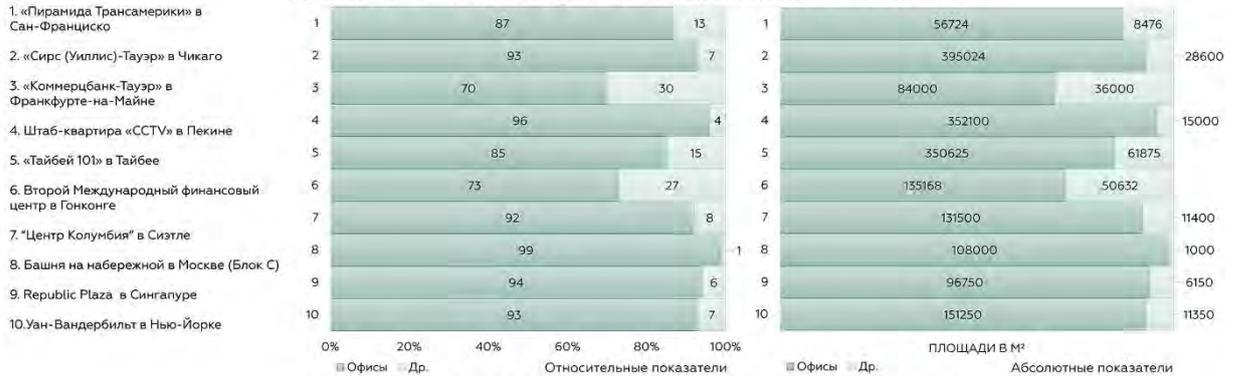


Ж/д пути в башне "DNA" в Нью-Йорке.

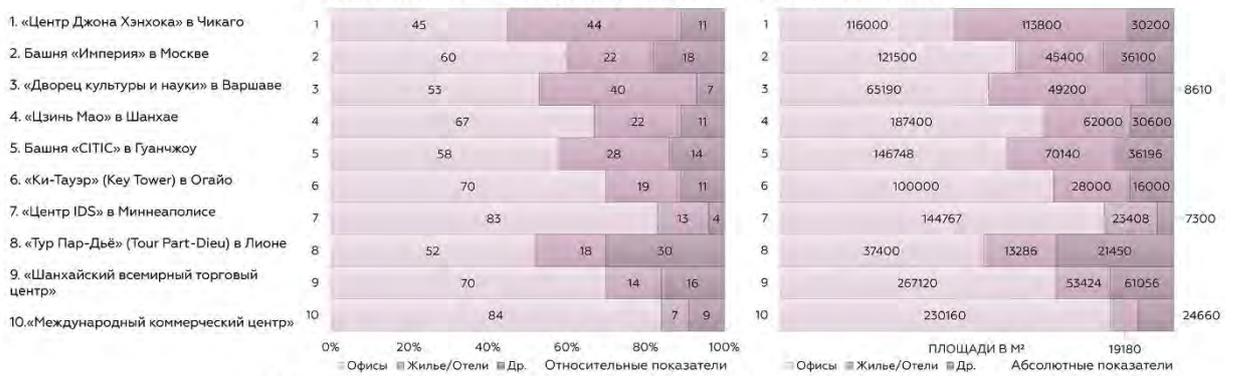
Станция метро и скоростная магистраль в башне "Toranomon Hills" в Токио.

## Лист 1.2.2. Анализ количественных и качественных показателей небоскребов.

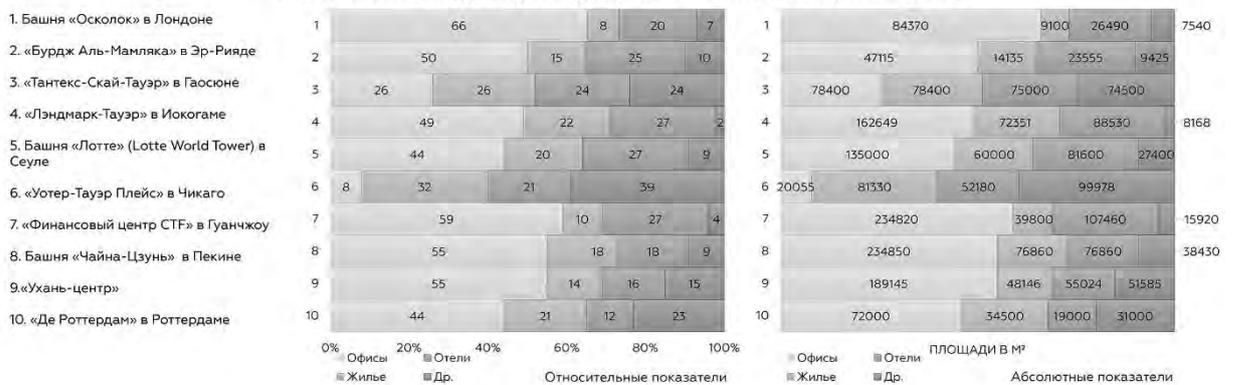
**1. Соотношение частей в монофункциональном высотном офисном здании.**



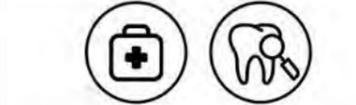
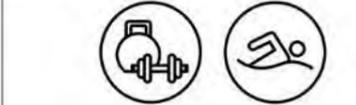
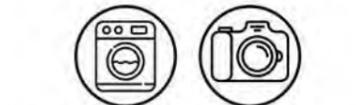
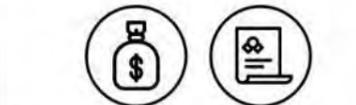
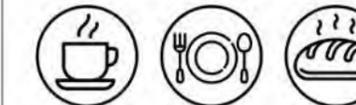
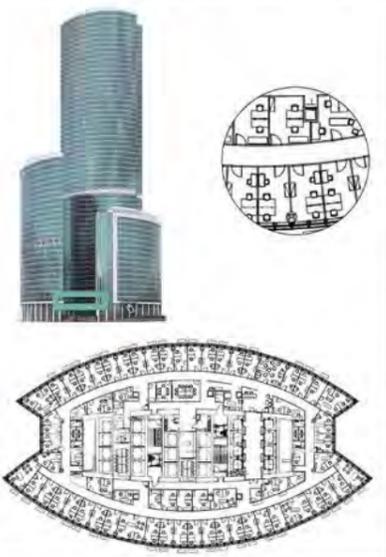
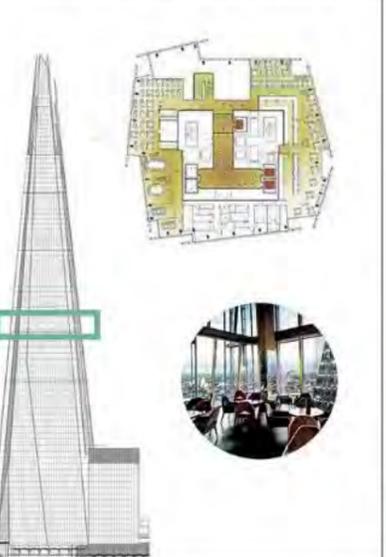
**2. Соотношение частей в бифункциональном высотном офисном здании.**



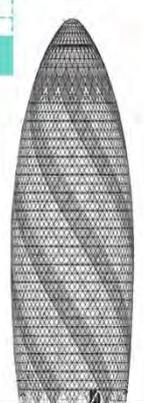
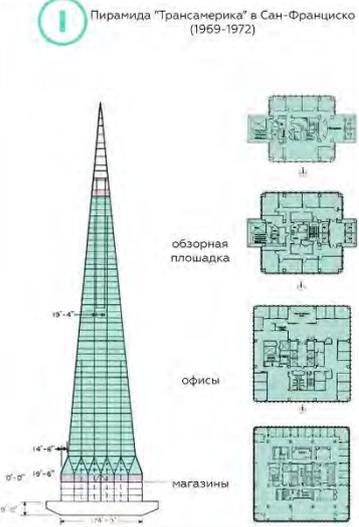
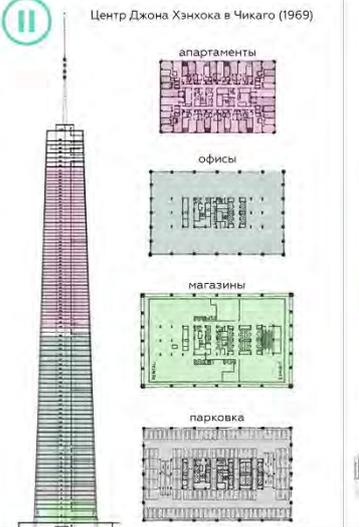
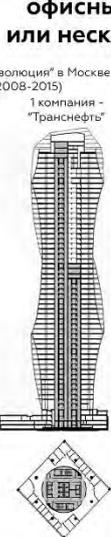
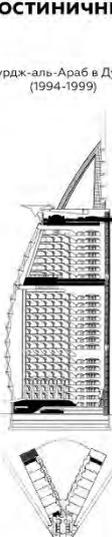
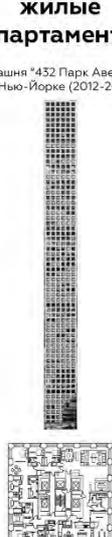
**3. Соотношение частей в мультифункциональном высотном офисном здании.**



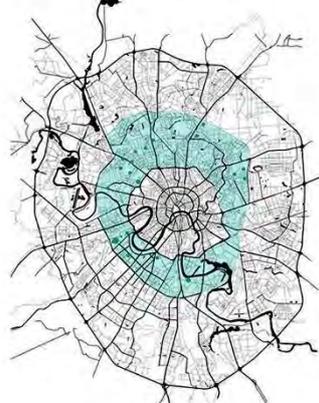
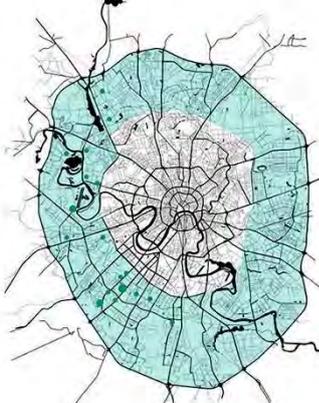
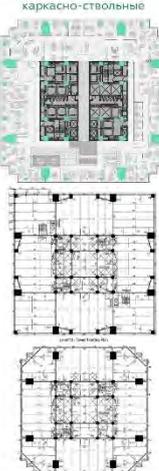
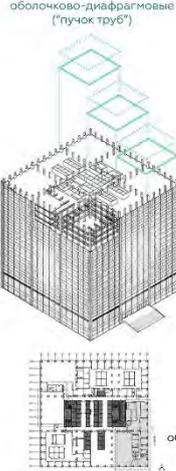
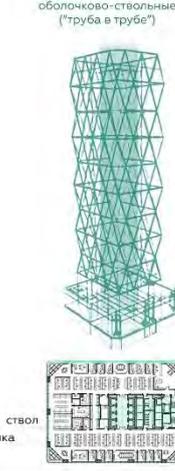
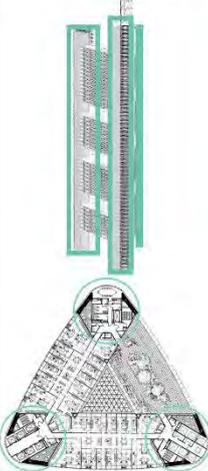
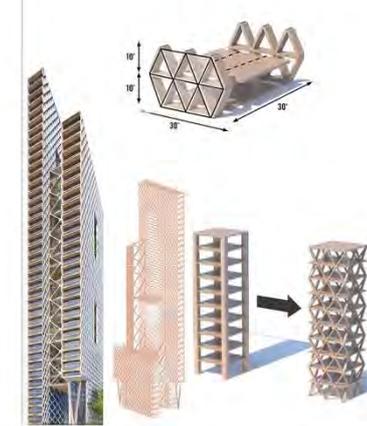
Лист 1.2.3. Вариативность социально-культурных зон ВБЦ.

Вариативность социально-культурных зон и элементов общего пользования.				
<p><b>1. торговые</b> (магазины, супермаркеты, бутики)</p>	<p><b>2. развлекательные</b> (обзорные площадки, VR-центры, игровые помещения)</p>	<p><b>3. медицинские</b> (клиники, стоматологии)</p>	<p><b>4. спортивные</b> (фитнес-клубы, бассейны)</p>	<p><b>5. культурные</b> (музеи, выставочные пространства, медиатеки, кинотеатры)</p>
				
<p>Универсам "Кинтесу" в башне "Абэно Харукасу".</p>	<p>Обзорные площадки на 86 и 102 этажах "Эмпайр-Стейт-Билдинг".</p>	<p>Стоматология "DHC" на 46 этаже в башне "Федерация".</p>	<p>Фитнес-клуб "Encore" на 3-м этаже комплекса "ОКО".</p>	<p>Музей "Москва-Сити" на 56 этаже башни "Империум" в Москве.</p>
				
<p><b>6. образовательные</b> (филиалы вузов, детские учебные центры)</p>	<p><b>7. сервисно-бытовые</b> (химчистки, фотоателье)</p>	<p><b>8. финансово-юридические</b> (банки, нотариальные центры)</p>	<p><b>9. предприятия обществ. питания</b> (кафе, рестораны, столовые, кулинарии)</p>	<p><b>10. религиозные</b> (молельни, часовни, церкви)</p>
				
<p>Отделение МФЮА на 9 этаже МФК "Город столиц".</p>	<p>"MULTI-SeRvice" (ремонт техники) на 2 этаже башни "Меркурий".</p>	<p>Нотар., юридич., адвокат. кабинеты на 4-5 эт. "Башни на набережной (С)".</p>	<p>Кафе и рестораны на 31-33 этажах башни "Осколок" в Лондоне.</p>	<p>"Здание Чикагского храма" (церковь на 1-4 этажах).</p>
				<p><b>1 этаж</b> - храм Первой объединённой методистской церкви;  <b>2 этаж</b> - Часовня Диксона, администрация церкви;  <b>3-4 этажи</b> - церк. хор, воскресная школа, конференц-зал;  <b>5-23 этажи</b> - офисы.</p> 

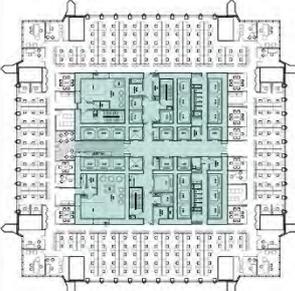
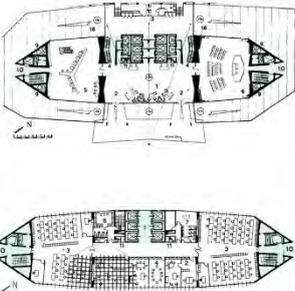
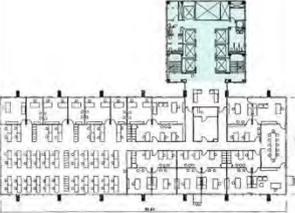
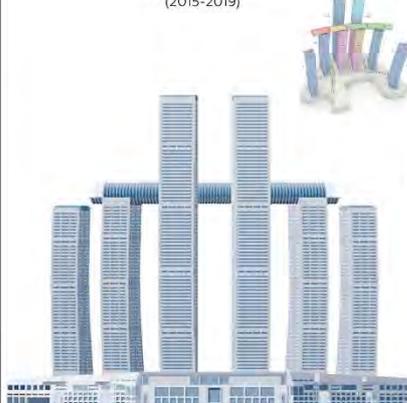
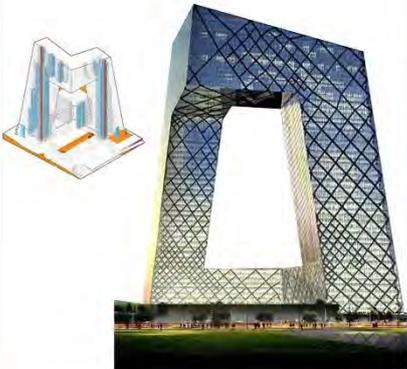
Лист 1.3.1. Авторская классификация (1-3 аспекты)

1. По высоте объекта					
высотные (100-300м)		сверхвысокие (300-600м)		мегавысокие (300-600м)	
<p>Вулворт-билдинг в Нью-Йорке (h=241м, 1910-1013)</p> 	<p>Мэри-Экс в Лондоне (h=180м, 2001-2004)</p> 	<p>Лахта-центр в Санкт-Петербурге (h=462м, 2012-2019)</p> 	<p>Всемирный торговый центр в Шангае (h=492м, 1997-2008)</p> 	<p>Шанхайская башня (h=632м, 2008-2015)</p> 	<p>Бурдж-Халифав Дубаи (h=828м, 2004-2010)</p> 
2. По функциональной насыщенности					
монофункциональные		бифункциональные		мультифункциональные	
<p>I Пирамида "Трансамерика" в Сан-Франциско (1969-1972)</p> 	<p>II Центр Джона Хэнкока в Чикаго (1969)</p> 	<p>III Башня "Осколок" в Лондоне (2009-2012)</p> 			
3. По основному функциональному назначению					
офисные (на одну или несколько фирм)		гостиничные	жилые (апартаменты)	учебные	промышленные
<p>"Эволюция" в Москве (2008-2015) 1 компания - "Транснефть"</p> 	<p>Башня "Федерация" в Москве (2003-2017) компании "ВТБ", "Гунвор", "Арктех", "Промнефтегаз" и др.</p> 	<p>Бурдж-аль-Араб в Дубаи (1994-1999)</p> 	<p>Башня "432 Парк Авеню" в Нью-Йорке (2012-2016)</p> 	<p>Башня "Кокон" в Токио (2006-2008)</p> 	<p>Завод "Амагер Бакке" в Копенгагене (2013-2017)</p> 

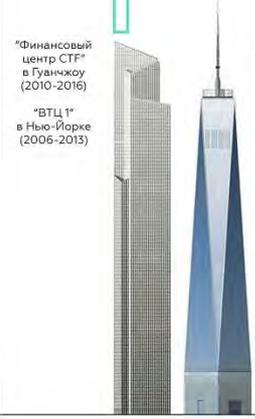
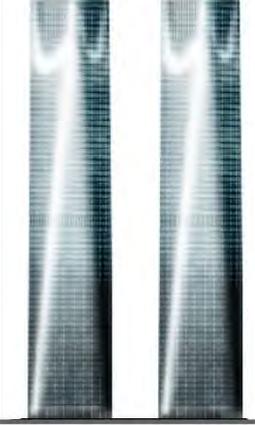
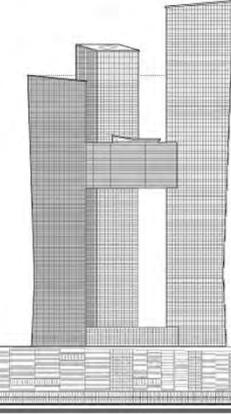
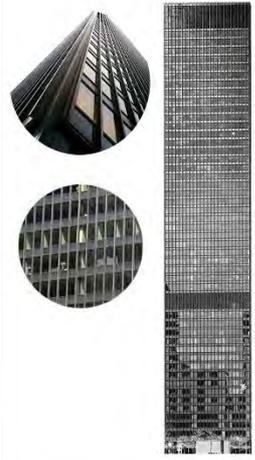
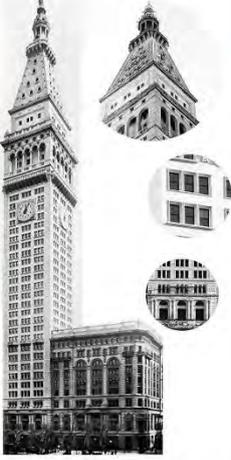
Лист 1.3.2. Авторская классификация (4-6 аспекты)

4. По размещению в структуре города				
центральная часть	срединная часть		периферия	
<p>территория внутри ТТК (Третьего транспортного кольца) в Москве</p>  	<p>территория между Третьим и Четвертым транспортными кольцами в Москве</p>  	<p>территория от Четвертого транспортного кольца до МКАДа в Москве</p>  		
5. По конструктивным схемам				
каркасные	оболочковые		ствольные	диафрагмовые
<p>Башня "Тайбей 101" в Тайбэе (1999-2003)</p> <p>каркасно-ствольные</p> 	<p>"Сира-Тауэр (Уиллис-Тауэр)" в Чикаго (1970-1973)</p> <p>оболочково-диафрагмовые ("пучок труб")</p> 	<p>"Херст-тауэр" в Нью-Йорке (2003-2006)</p> <p>оболочково-ствольные ("труба в трубе")</p> 	<p>"Коммерцбанк-тауэр" в Франкфурт-на-Майне (1994-1997)</p> 	<p>"Колониа-Хаус" в Кельне (1970-1972)</p> 
		<p>ствол</p> <p>оболочка</p>		
6. По материалам конструкции и технологии возведения				
сталь	железобетон(монолитный, сборно-монолитный)		перекрестно-клееная древесина	
<p>"ВТЦ (Космо-тауэр)" в Осаке (1991-1995)</p> 	<p>Башня "Евразия" в Москве (2004-2015)</p> 	<p>Башня "Меркурий" в Москве (2005-2014)</p> 	<p>"Вижн-Тауэр" в Дубаи (2011)</p> 	<p>"Ривер-бич-тауэр" в Чикаго (проект)</p> 

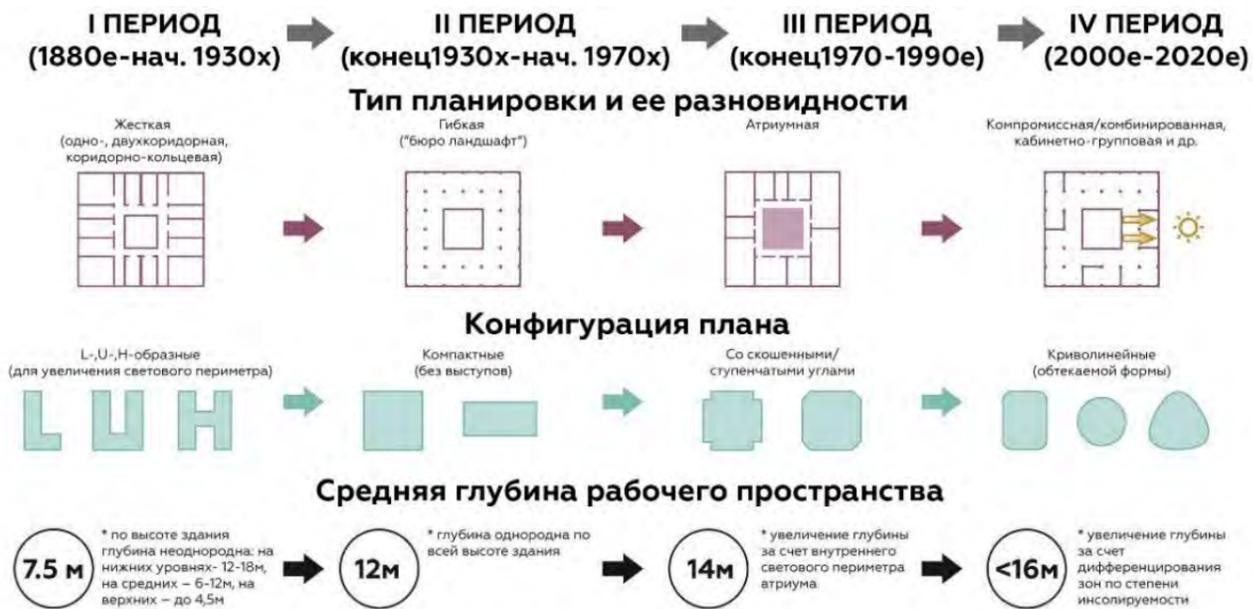
Лист 1.3.3. Авторская классификация (7-8 аспекты)

7. По расположению транспортно-коммуникационного ядра (ТКЯ)			
центральное (80%)	периметральное (15%)	смешанное (3%)	внешнее (2%)
 <p>Международный финансовый центр Пинань в Шенчэне (2009-2017)</p> 	 <p>Башня Пирелли в Милане (1956-1960)</p> 	 <p>Башня "Капитал Гэйт (Ворота столицы)" в Дубаи (2011)</p> 	 <p>Инленд-Стил-билдинг в Чикаго (1956-1957)</p> 
8. По количеству доминирующих (основных) композиционных осей построения			
развитие по одному направлению (z)	развитие по двум направлениям (z+x или y)	развитие по трем направлениям (z+x+y)	
 <p>"Гран-Торре-Сантьяго" в Сантьяго (2006-2013)</p>  <p>Башня "Акбар" в Барселоне (1999-2004)</p> 	 <p>"Рафл-Сити" в Чунцине (2015-2019)</p> 	 <p>Здание "ССТV" в Пекине (2004-2009)</p> 	

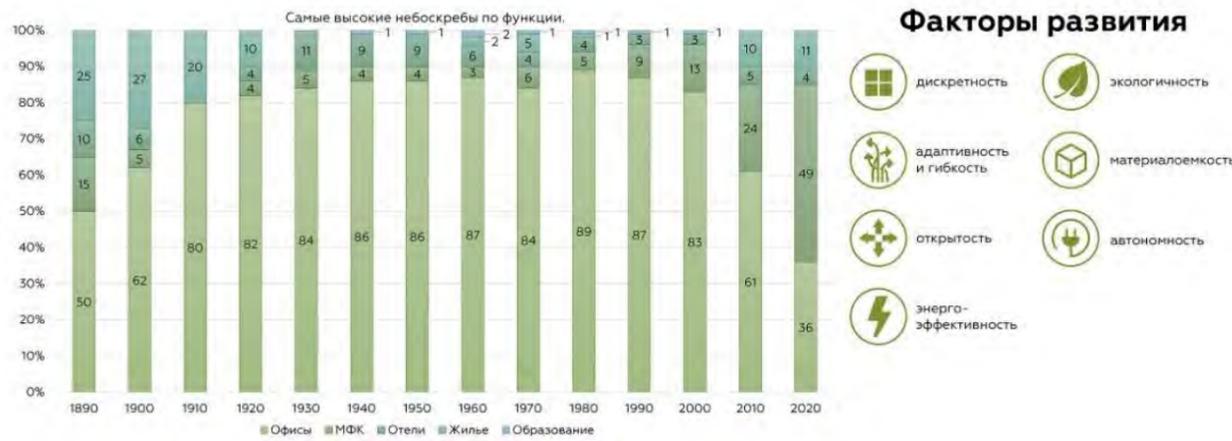
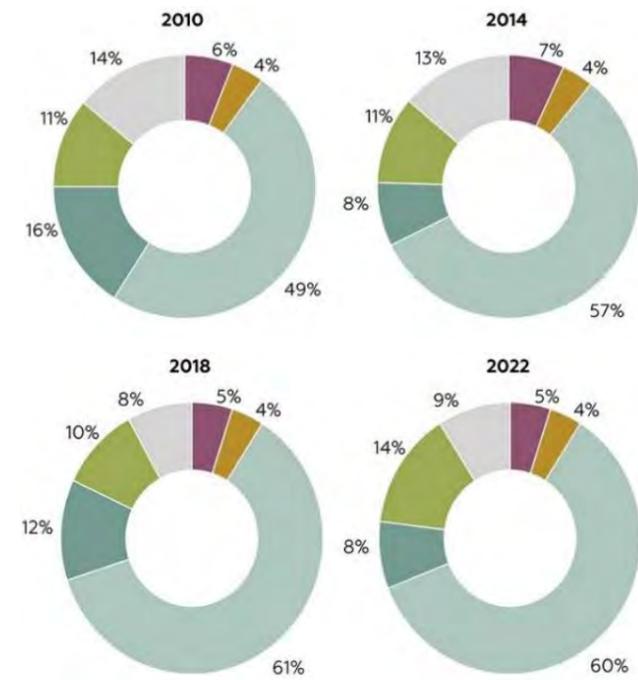
Лист 1.3.4. Авторская классификация (9-10 аспекты)

9. По типу объемно-пространственной композиции			
по кол-ву вертикальных объемов	по расположению горизонтальных объемов		
	в нижней части	в средней части	в верхней части
<p><b>ОДНОСТВОЛЬНЫЕ</b></p>  <p>"Финансовый центр СТС" в Гуанчжоу (2010-2016) "ВТЦ 1" в Нью-Йорке (2006-2013)</p> 	<p></p> <p>Башня "Сапфир" в Стамбуле (2006-2010), "Лотте-Уорлд-Тауэр" в Сеуле (2005-2016)</p> 	<p></p> <p>Шенчженьская фондовая биржа (2006-2013)</p> 	<p></p> <p>Башня "Битекско" в Жэньцзине (2007-2010)</p> 
<p><b>МНОГСТВОЛЬНЫЕ</b></p>  <p>"Гринланд-Сентрал-Плаза" в Наньчане (2010-2015)</p> 	<p></p> <p>"Федерация" в Москве (2003-2016)</p> 	<p></p> <p>"Голден-Игл-Тяньди" в Нанкине (2013-2020)</p> 	<p></p> <p>"The Address Residence Sky View" в Дубаи (2014-2019)</p>  <p>"Марина-Бэй-Сэндс" в Сингапуре (2006-2010)</p> 
10. По характеру пластического решения внешней формы			
однородное строение		многочастное строение	
<p>"Ай-би-эм Плаза" в Чикаго (1969-1973)</p> 	<p>Комплекс "Око" в Москве (2010-2016)</p> 	<p>"Метлайф-тауэр" в Нью-Йорке (1893-1909)</p>  <p>венчание</p> <p>тело</p> <p>основание</p>	<p>"Муниципальное здание Манхэттена" в Нью-Йорке (1909-1914)</p>  <p>венчание</p> <p>тело</p> <p>основание</p>

Лист 2.1.1. Эволюция планировочных решений ВБЦ по периодам.



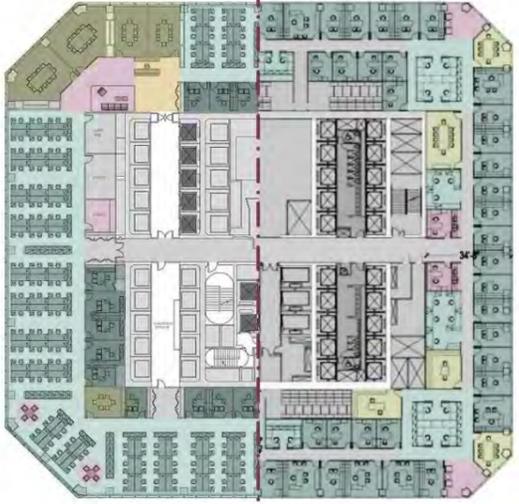
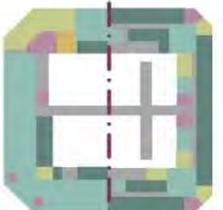
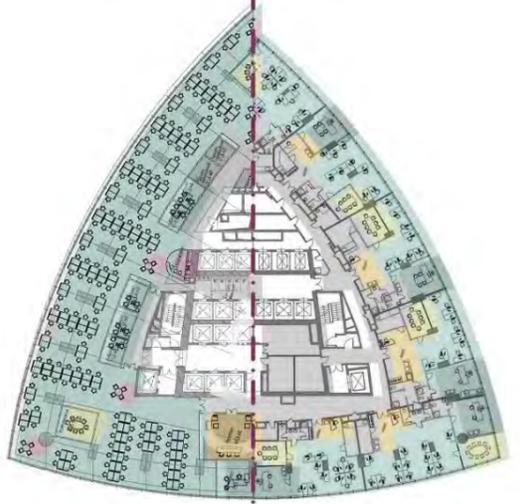
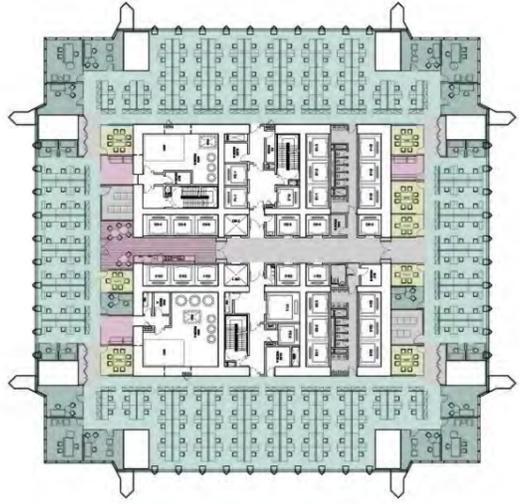
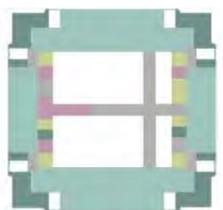
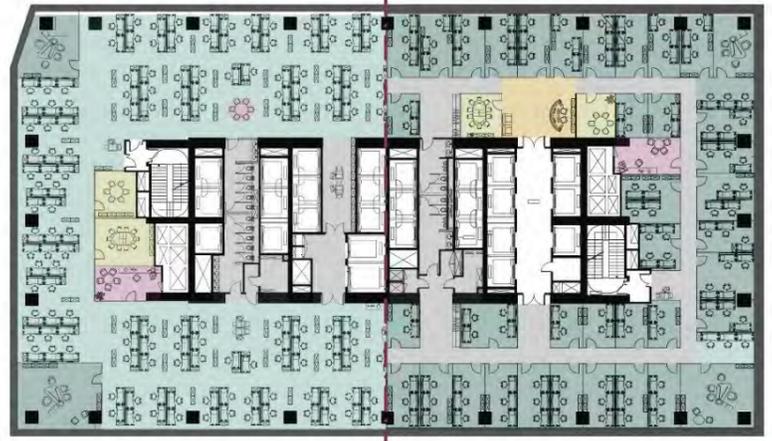
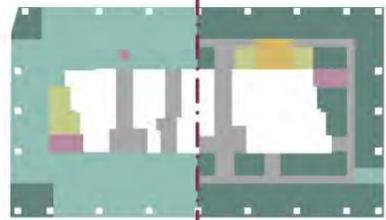
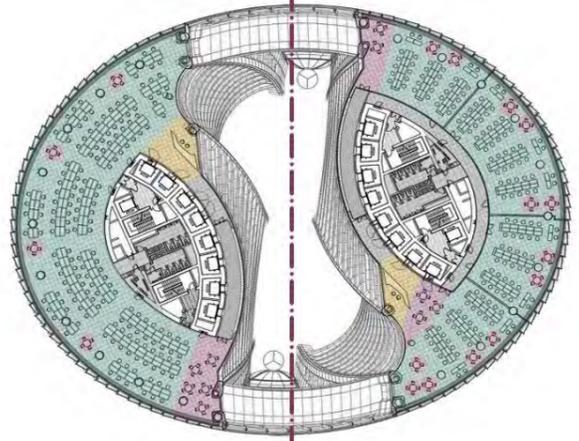
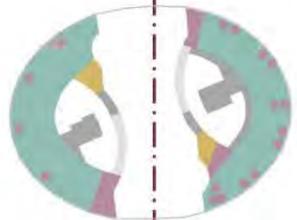
Анализ соотношения различных зон на офисных уровнях ВБЦ



Плотность размещения офисных сотрудников в различных странах. Определяющие факторы и особенности.



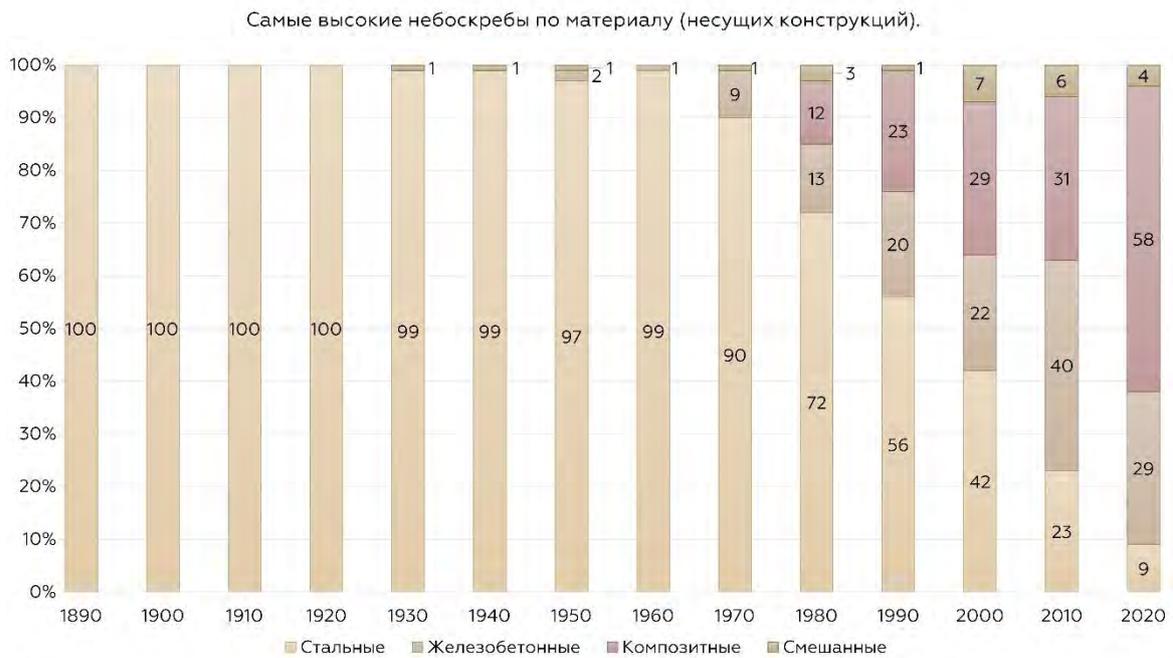
## Лист 2.1.2. Анализ функциональной структуры и плотности размещения в ВБЦ.

<p>“ВТЦ-1” в Нью-Йорке</p>   <p><b>10.9-12.6</b> кв.м/чел.</p>	<p>МФК “Федерация” в Москве</p>   <p><b>7.2-16.1</b> кв.м/чел.</p>	<p>“Международный финансовый центр Пинань” в Шеньчжэне</p>   <p><b>12.2-15.5</b> кв.м/чел.</p>
<p>“353 Норт Кларк” в Чикаго</p>   <p><b>до 19.6</b> кв.м/чел.</p>	<p>Комплекс “ОКО” в Москве</p>   <p><b>9.5-11.1</b> кв.м/чел.</p>	<p>“Лиза СОХО” в Пекине</p>   <p><b>6.6-7.5</b> кв.м/чел.</p>

Лист 2.1.3. Корреляция архитектурно-конструктивных параметров с основными типами ТКЯ.

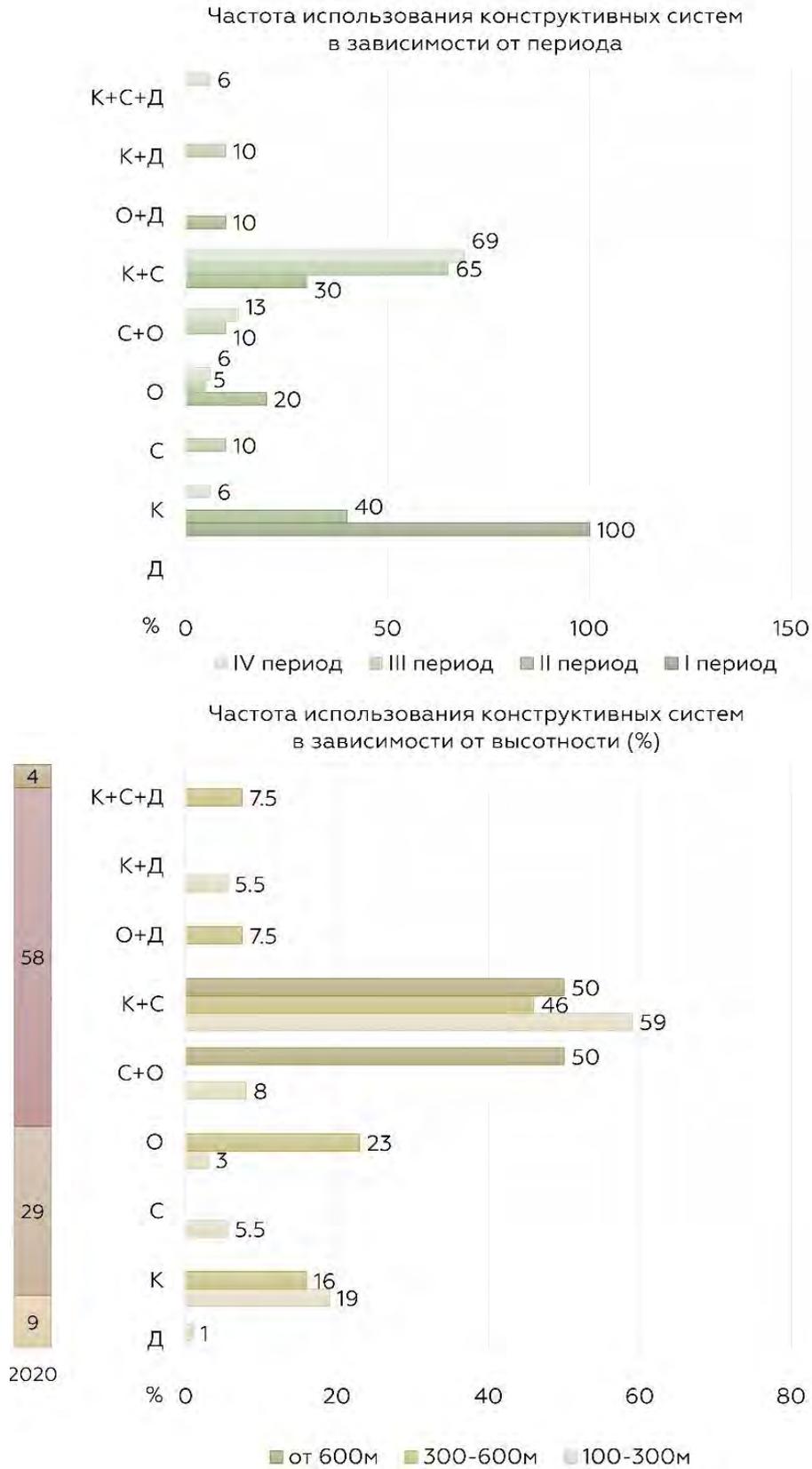
Тип ТКЯ		Центральное	Периметральное	Внешнее	Смешанное	*Центральное двойное	*Периметральное/ внешнее угловое	*Нерегулярно- групповое
Параметры оценки	Гибкость типовых арендных площадей							
	Величина периметра арендных площадей							
	Арендная площадь первого этажа							
	Дистанция до ТКЯ (расстояние до ядра)							
	Ясность циркуляции/ четкость маршрутов передвижения							
	Уровень инсоляции/ освещенности							
	Оптимальность констр. схемы (равномерность распределения нагрузок)							
	Условные обозначения (оценка в баллах 1-5)		5            4            3            2            1					

## Лист 2.2.1. Соотношение использования различных конструктивных схем.

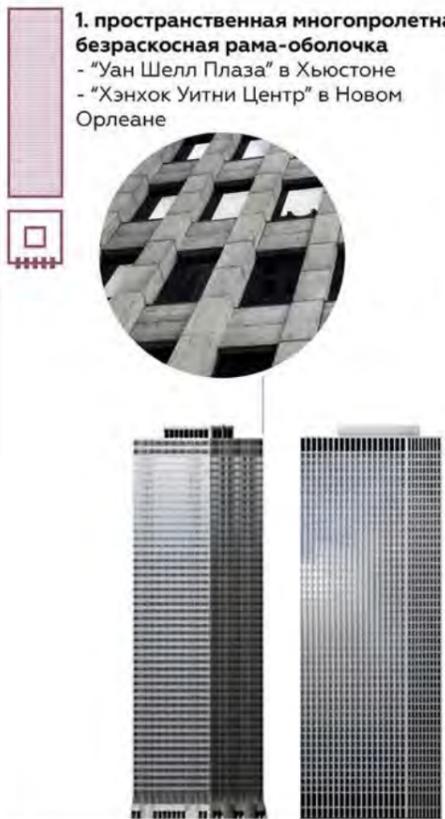
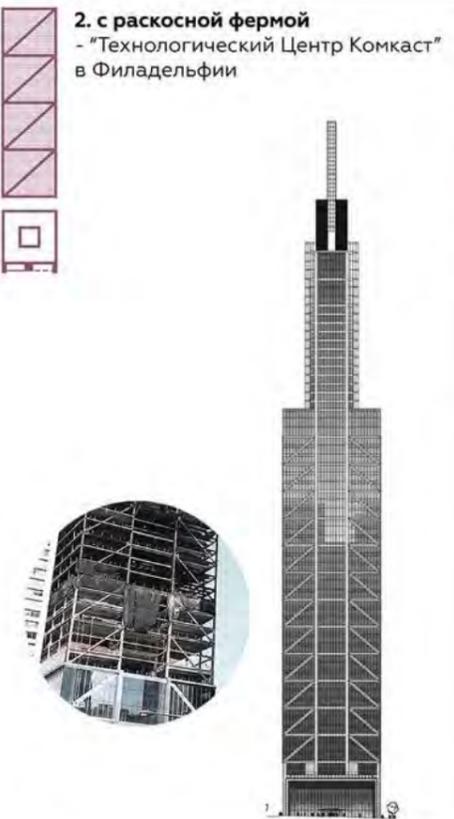
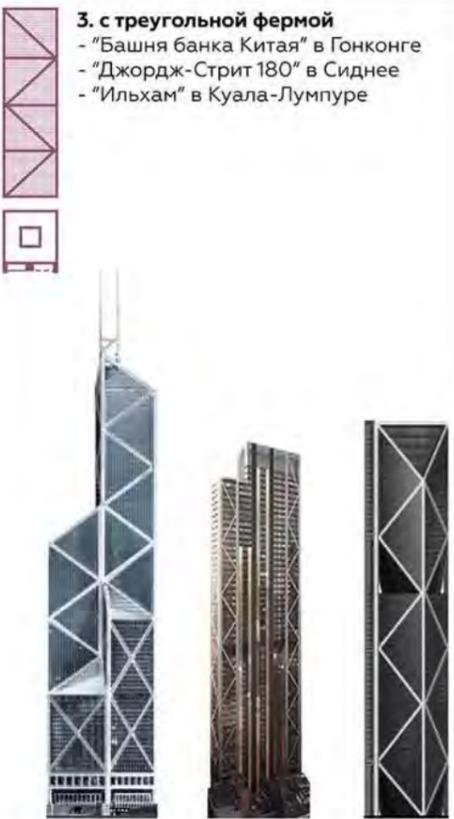
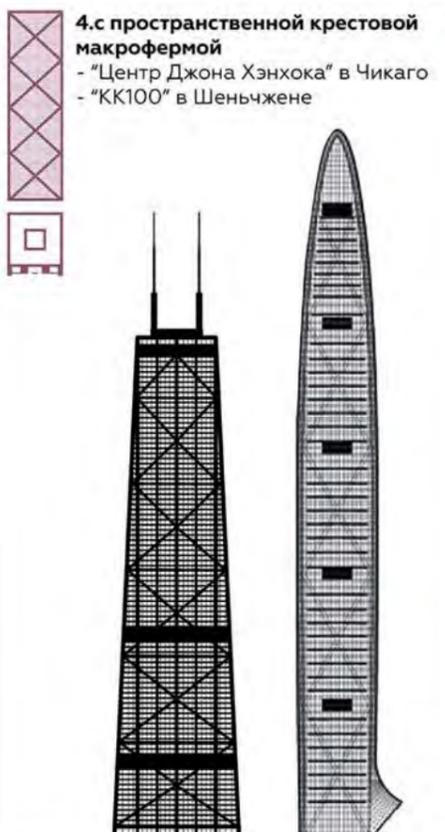
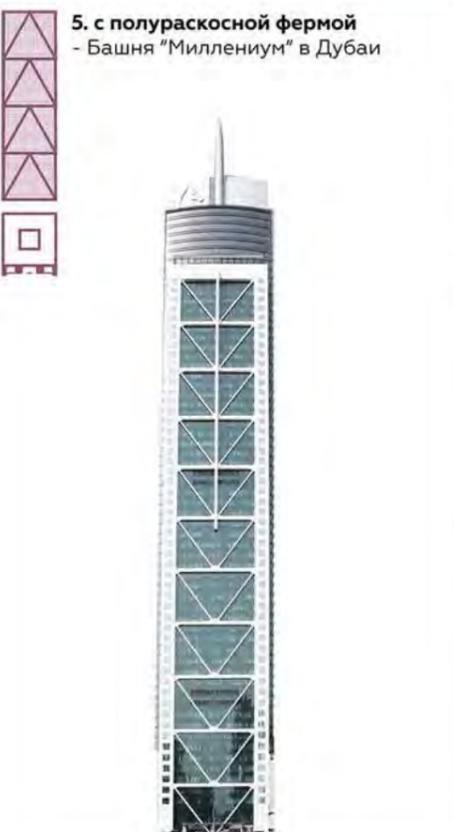
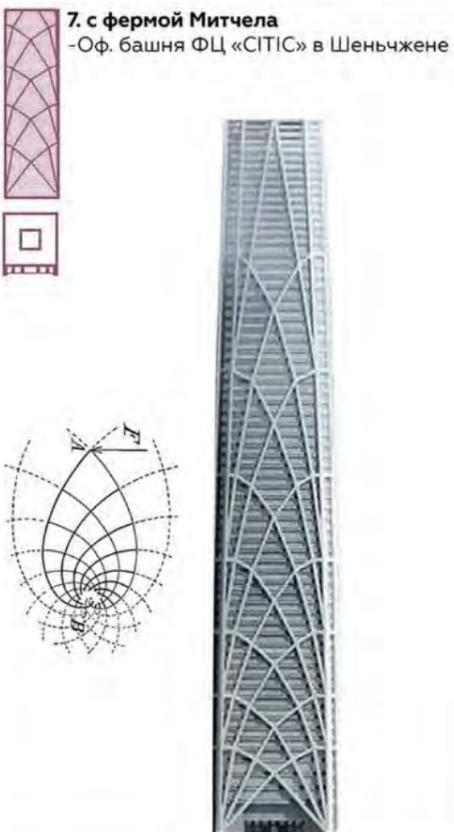


- Композитные – многокомпонентные материалы (например, сталежелезобетон).

**Лист 2.2.2. Частота использования конструктивных схем в зависимости от периода/ от высоты.**

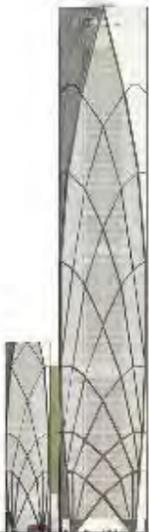
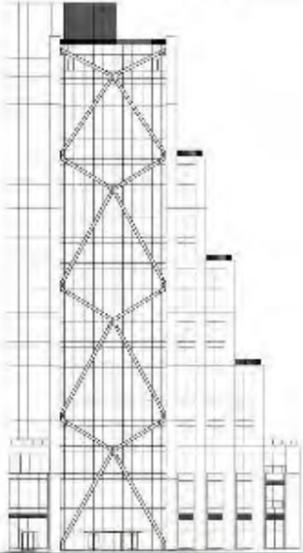
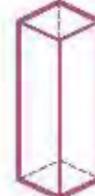
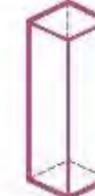
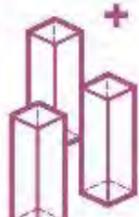


## Лист 2.2.3. Типы оболочек: в порядке увеличения конструктивной жесткости, материалоемкости.

<p><b>1. пространственная многопролетная безраскосная рама-оболочка</b>          - "Уан Шелл Плаза" в Хьюстоне          - "Хэнкок Уитни Центр" в Новом Орлеане</p> 	<p><b>1.a. с повышенной жесткостью за счет плоских вставок в ячейки рамы/или за счет применения балок Веренделя</b>          - "Здание Первого национального банка Сиэтла"          - "АОН Центр" в Чикаго</p> 	<p><b>2. с раскосной фермой</b>          - "Технологический Центр Комкаст" в Филадельфии</p> 	<p><b>3. с треугольной фермой</b>          - "Башня банка Китая" в Гонконге          - "Джордж-Стрит 180" в Сиднее          - "Ильхам" в Куала-Лумпуре</p> 
<p><b>4. с пространственной крестовой макрофермой</b>          - "Центр Джона Хэнкока" в Чикаго          - "KK100" в Шеньчжэне</p> 	<p><b>5. с полураскосной фермой</b>          - Башня "Миллениум" в Дубаи</p> 	<p><b>6. с фермой, топологически оптимизированной на основе статических нагрузок, динамических нагрузок, SMC</b>          - "100 Маунт Стрит" в Сиднее          - "800 Фултон" в Чикаго</p> 	<p><b>7. с фермой Митчела</b>          - Оф. башня ФЦ «СITIC» в Шеньчжэне</p> 

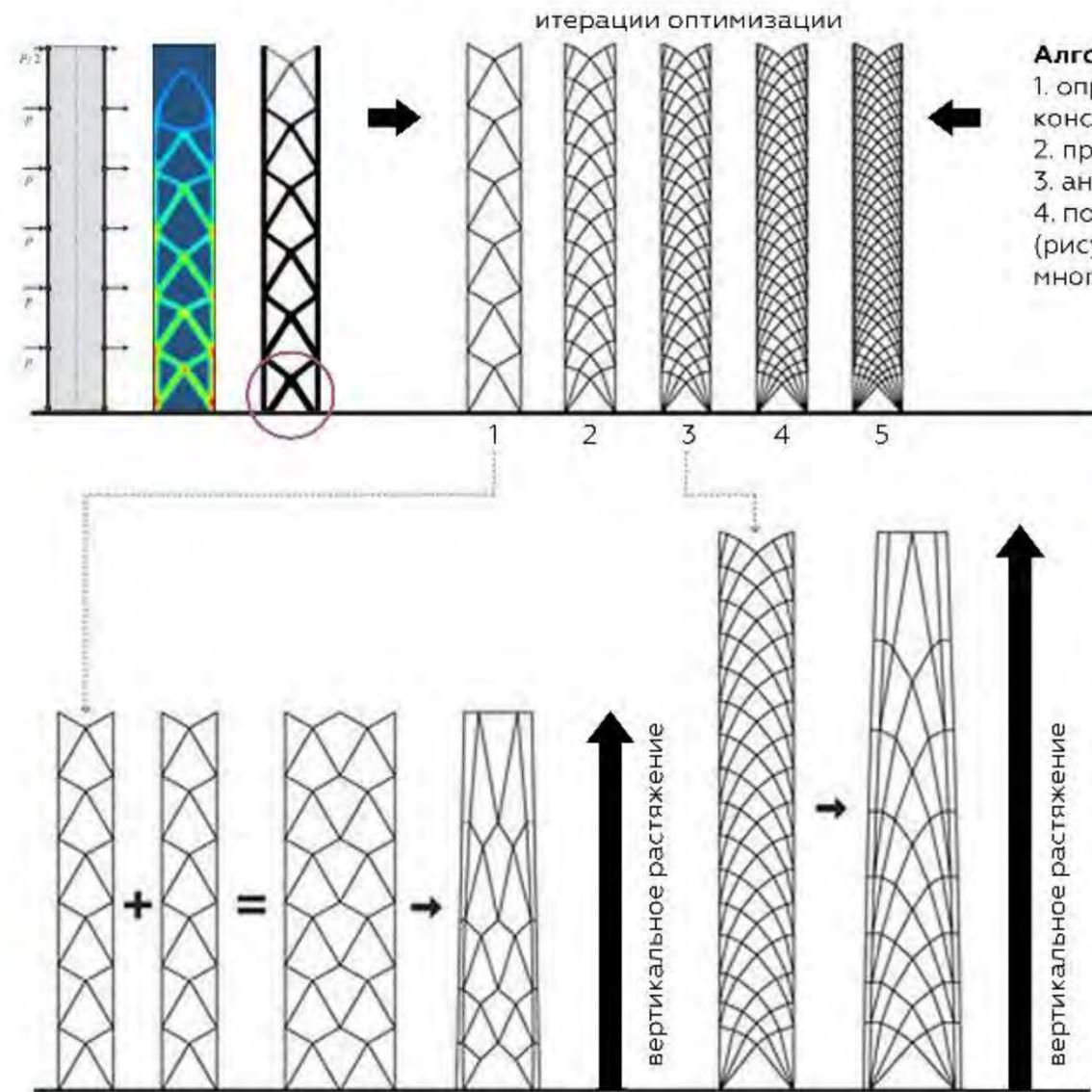
Лист 2.2.4. Топологическая оптимизация. Анализ объектов.

ТОПОЛОГИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ (ТО).

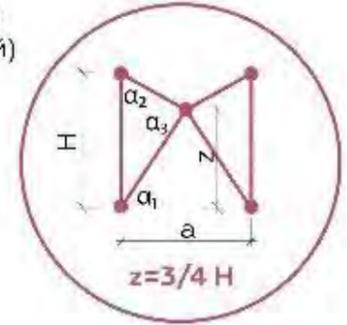
"Бишопсгейт 55" в Лондоне (AFK Studios)			"800 Фултон" в Чикаго (SOM)			"100 Маунт стрит" в Сиднее (SOM)			"Трансбэй Тауэр" в Сан-Франциско (конкурсный проект)			Небоскреб Залевского и Заблоцкого (проект)		
														
структура сетки	кол-во граней	объем	структура сетки	кол-во граней	объем	структура сетки	кол-во граней	объем	структура сетки	кол-во граней	объем	структура сетки	кол-во граней	объем
														

Лист 2.2.5. Топологическая оптимизация.

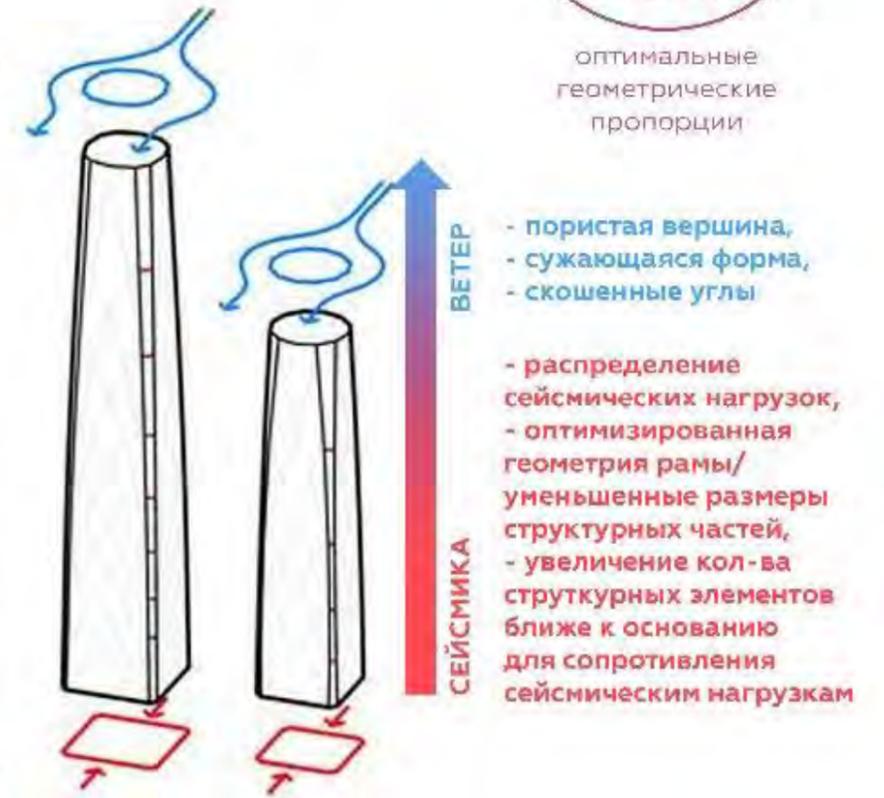
ТО в проекте Финансового центра "CITIC" в Шенчжэне (SOM).



- Алгоритм**
1. определение области проектирования конструкции (общего объема, его границ)
  2. приложение нагрузок
  3. анализ рисунка напряжений
  4. подбор необходимой итерации (рисунка и плотности сетки при многоступенчатой оптимизации)



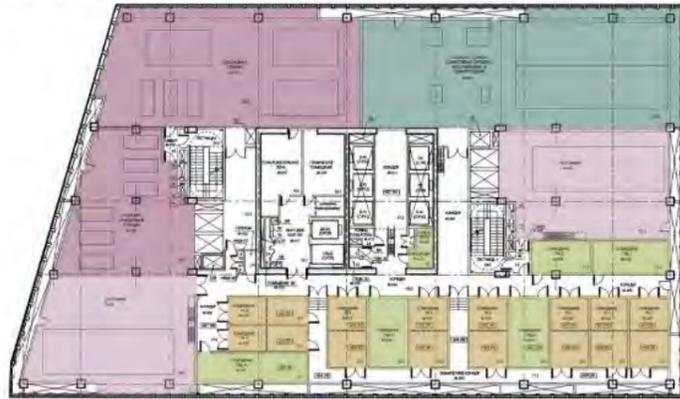
оптимальные геометрические пропорции



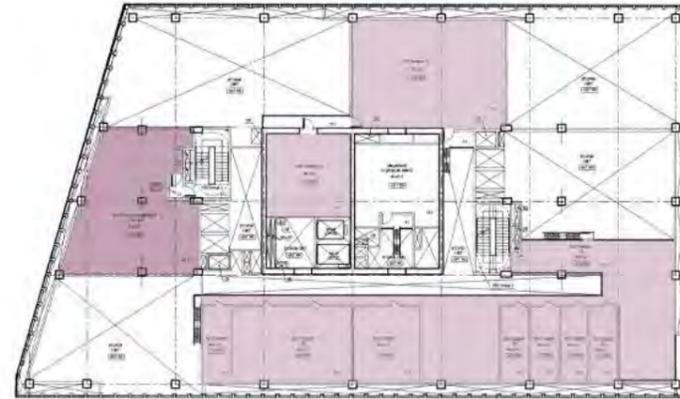
Лист 2.3.1. Анализ планировочных решений зон технического этажа.  
Схемы энергопотребителей ВБЦ.

**Технический этаж**

**"ОКО" (офисная башня)**



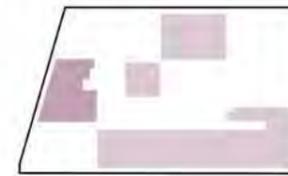
План тех.этажа



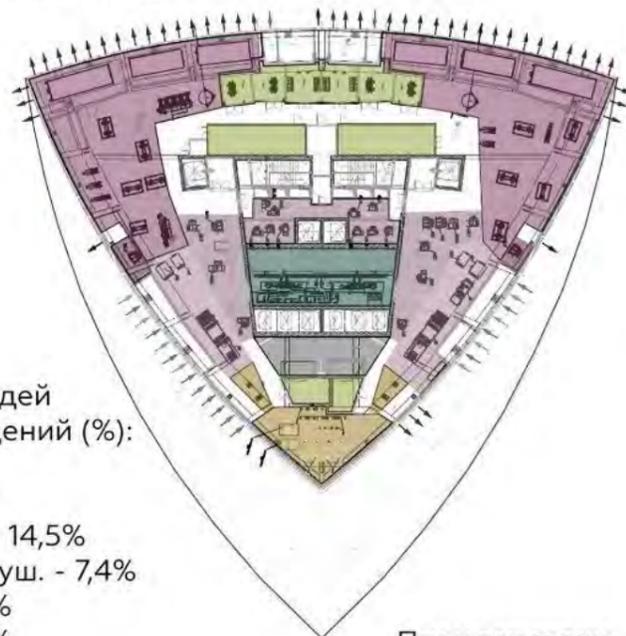
\*План антресоли тех.этажа

Соотношение площадей основных тех. помещений (%):

- ИТП - 8,3%
- Электрощитовые/ГРЩ/ трансформаторные - 5,9%
- Насосная пожаротуш. - 15,3%
- Вентиляция - 45,1%
- Холодцентр (холод.ст.+ насосная холод.ст) - 25,4%



**"Федерация" (башня "Восток")**



План тех.этажа

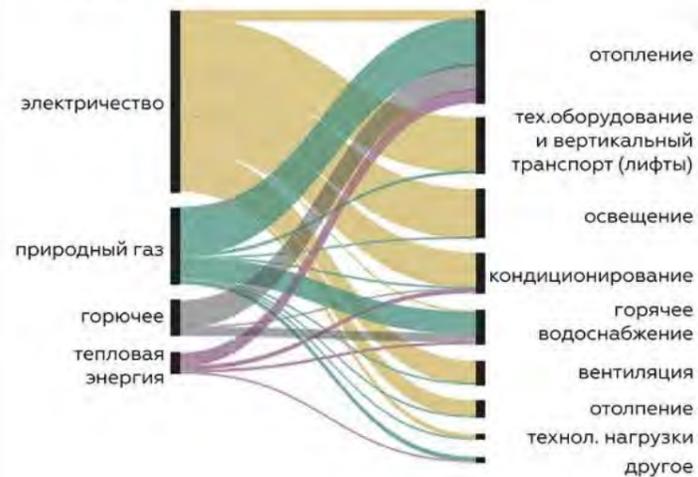
Соотношение площадей основных тех. помещений (%):

- ИТП - 7,6%
- Электрощитовые/ трансформаторные - 14,5%
- Насосная пожаротуш. - 7,4%
- Вентиляция - 23,2%
- Холодцентр - 47,3%

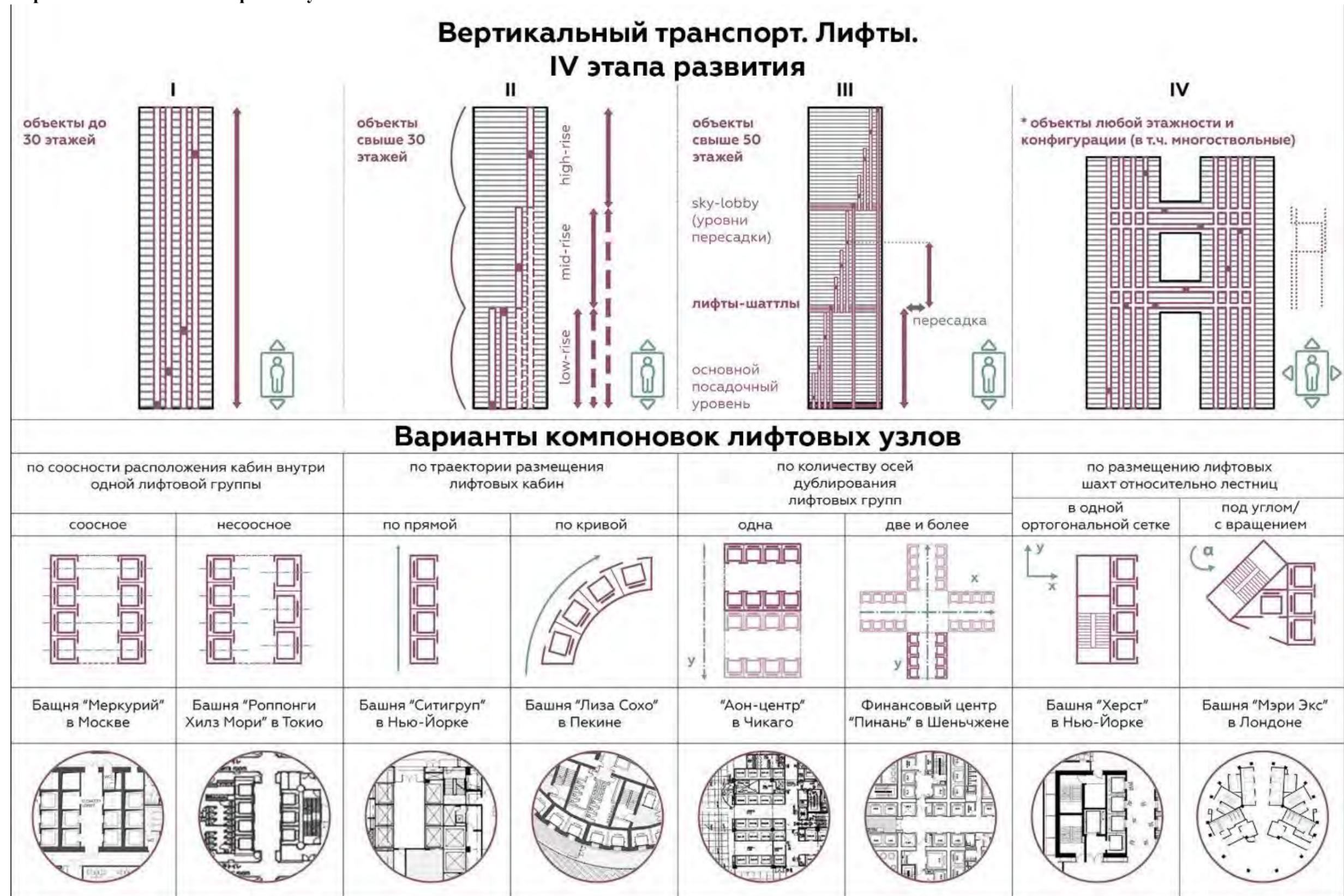


вид ресурса

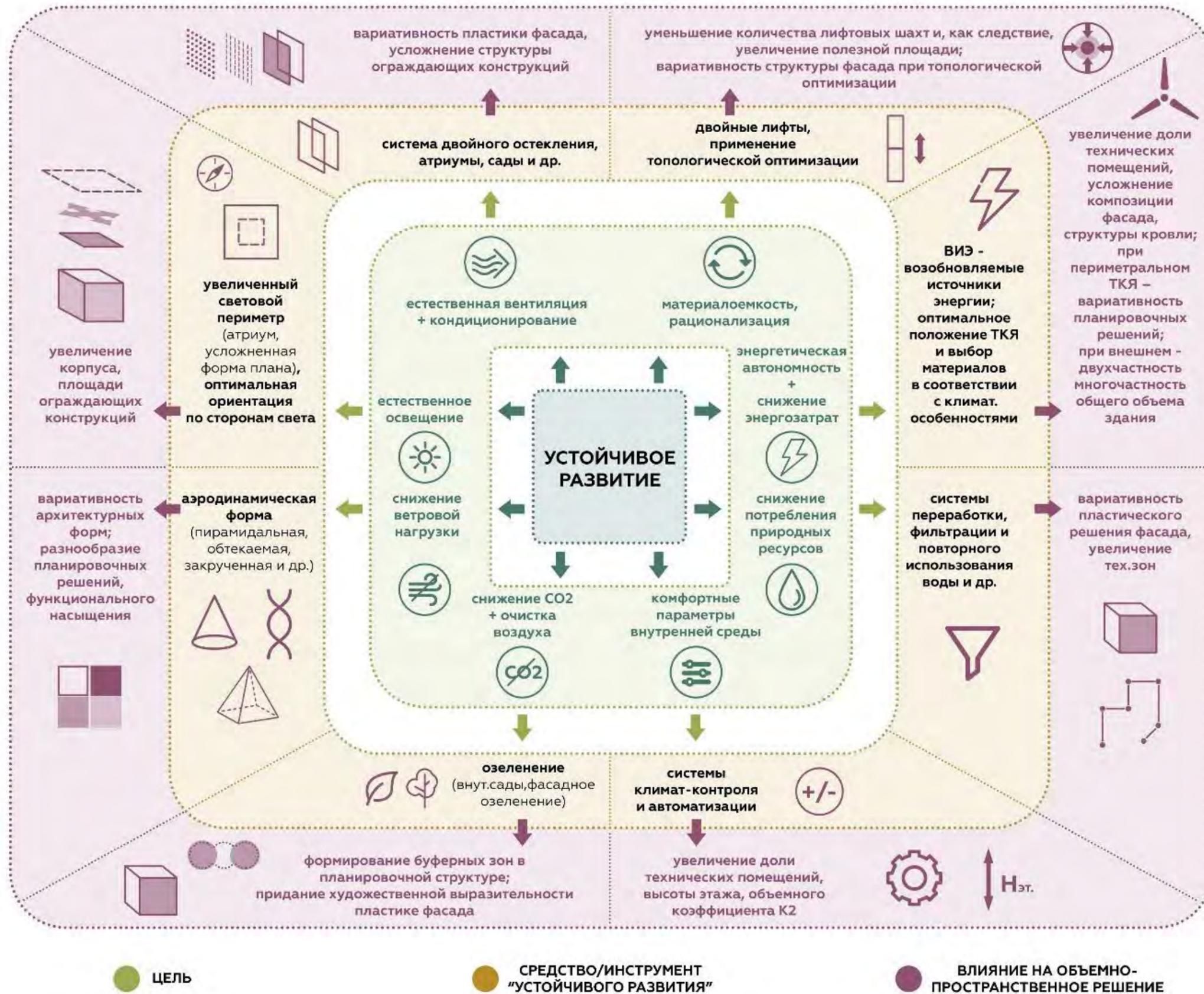
применение



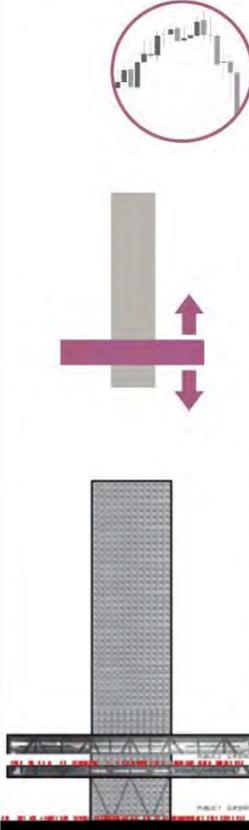
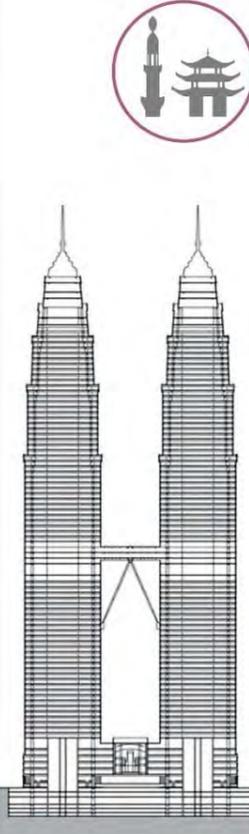
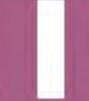
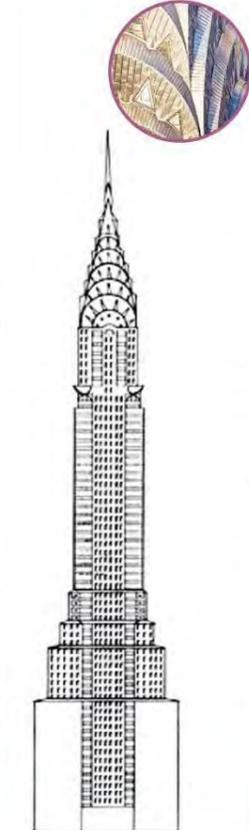
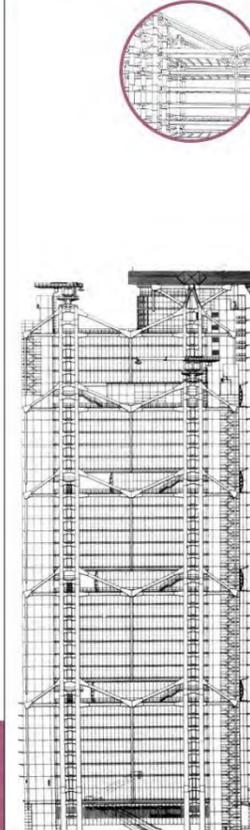
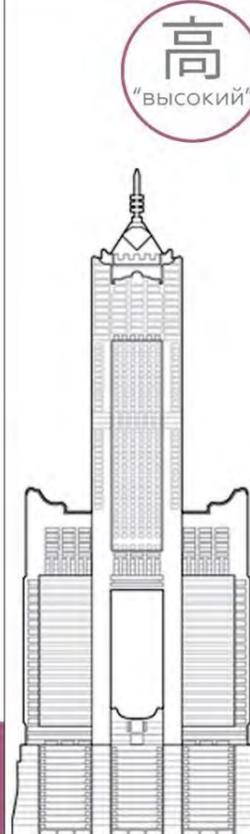
Лист 2.3.2. Вертикальный транспорт. Лифты. IV этапа развития.  
Варианты компоновок лифтовых узлов.



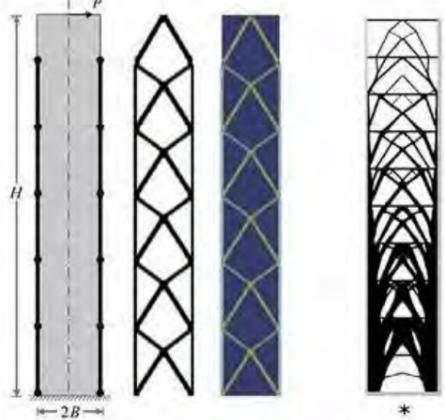
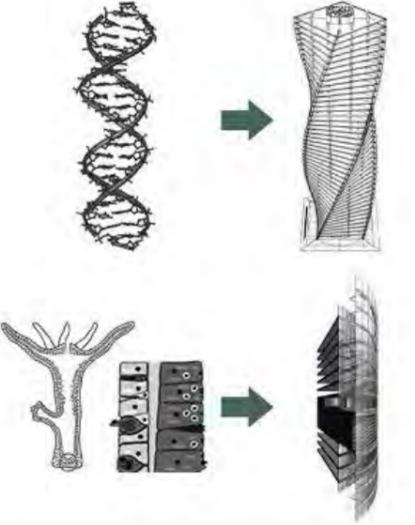
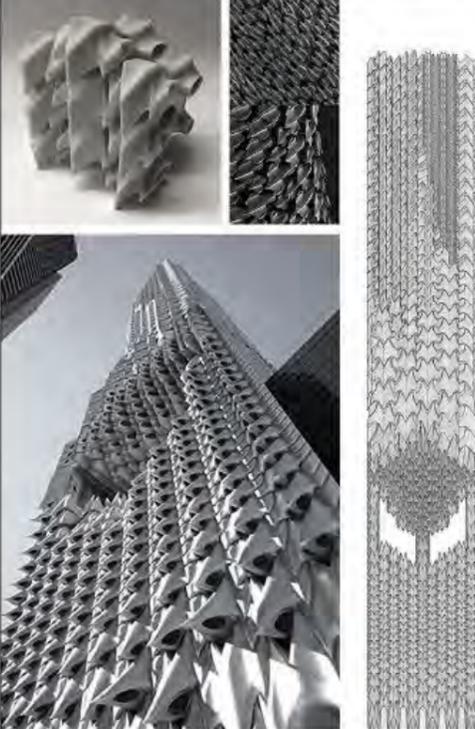
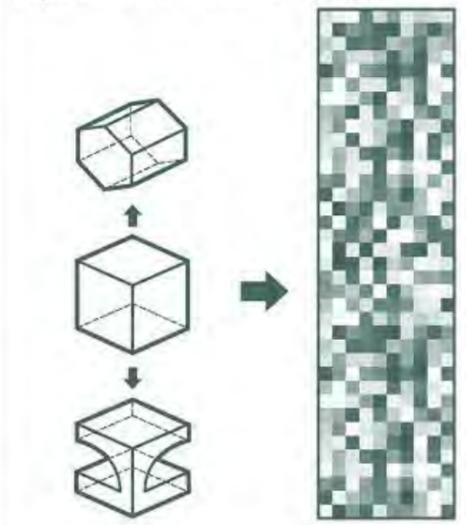
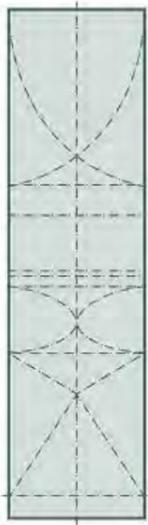
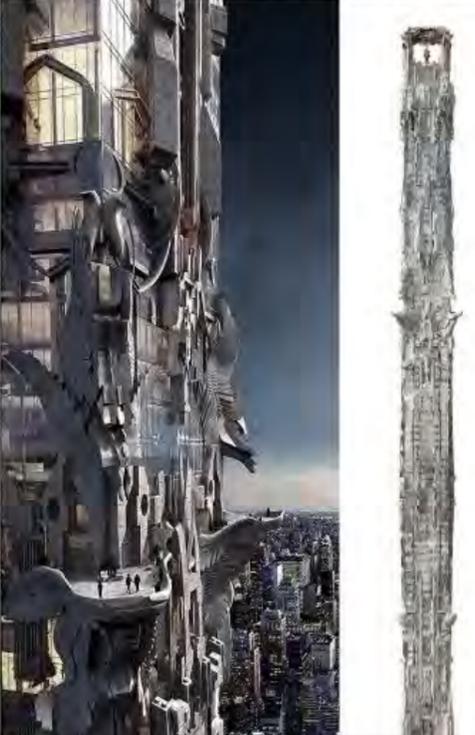
Лист 2.4. Устойчивое развитие.



## Лист 2.5.1. Источники архитектурно-художественной композиции высотных объектов.

<p><b>7. динамика процесса</b> "Шеньчжэньская фондовая биржа"</p> 		<p><b>1. культовые формы и сооружения</b> "Петронас-тауэр" в Куала-Лумпуре</p> 	
<p><b>8. канонические высотные объекты</b> "Аль Казим Тауэрс" в Дубаи</p> 		<p><b>2. национальные орнаменты</b> "Al Saqr Business Tower" в Дубаи</p> 	
<p><b>9. стилизации форм и объектов, отраж. специализацию компании</b> "Крайслер-билдинг" в Нью-Йорке</p> 		<p><b>3. национальные философии и их законы мироздания</b> "Джин Мао" в Шанхае</p> 	
<p><b>10. объекты живой и нежив. природы</b> "Либертиан-билдинг" в Гуйян</p> 		<p><b>4. параметрическое моделирование</b> "Синостил Интернэшнл Плаза" в Тяньцзине</p> 	
<p><b>11. "гипертрофия" конструкций</b> "Здание банка HSBC" в Гонконге</p> 		<p><b>5. иероглифы, буквы</b> "Тантэкс-скай-тауэр" в Гаосюне</p> 	
<p><b>Доп. источники:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>12. памятники архитектуры предшествующих цивилизаций и культур;</li> <li>13. нац. сооружения, традиционные жилища;</li> <li>14. религиозные символы;</li> <li>15. гос. знаки;</li> <li>16. нац. символы;</li> <li>17. заглавные буквы;</li> <li>18. исторические события;</li> <li>19. канонические сюжеты;</li> <li>20. музыкальные инструменты;</li> <li>21. природный ландшафт, особенности рельефа местности;</li> <li>22. объекты живой природы и особенности их строения;</li> <li>23. природные явления;</li> <li>24. структура материалов.</li> </ul>		<p><b>6. афоризмы, изречения</b> "Геркулесовы столпы" в Андалусии</p> 	

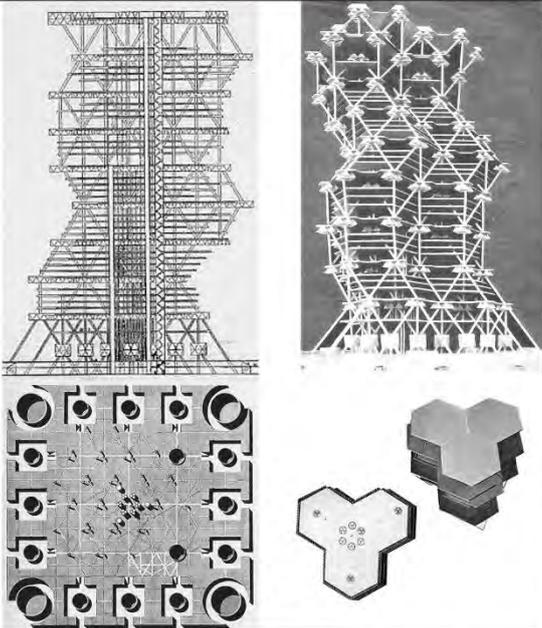
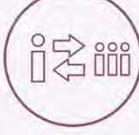
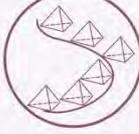
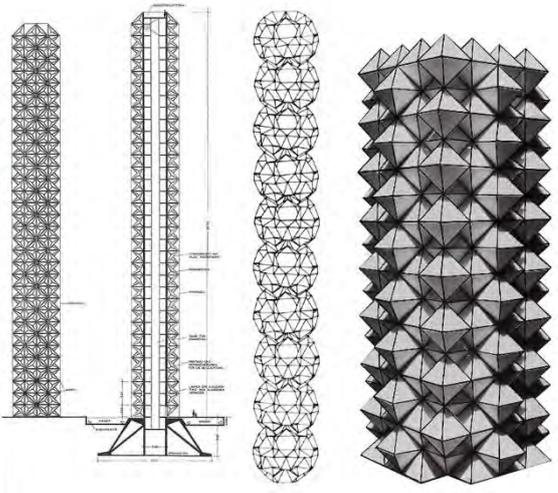
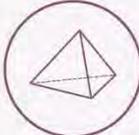
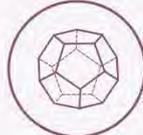
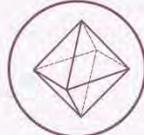
Лист 2.5.2. Перспективные тенденции в формировании нового языка пластики фасада высотных зданий.

Топологическая оптимизация		Биомиметика	
<p><b>Топологическая оптимизация</b> – это метод автоматизированного проектирования, позволяющий получить оптимальную форму изделия в заданных условиях эксплуатации.</p>  <p>– определение рисунка структуры на основе заданных габаритов объекта и приложенных к нему статических и динамических нагрузок; * вариант рисунка структуры с учетом внутренних уровней</p>	<p>Финансовый центр "CITIC" в Шенчжэне</p> 	<p><b>Биомиметика</b> (бионика, биогенез; от лат. bios жизнь, и mimesis подражание) – современное научное направление по заимствованию у природы ценных идей и реализации их в виде оригинальных материалов, процессов и технологий, имитирующих природные аналоги.</p> 	<p>"Глубокая кожа: новая типология небоскребов в Нью-Йорке как адаптивный организм"</p> 
Пиксельная пластика		Китбашинг	
<p><b>Пиксельная пластика</b> – арх.-композиционное решение, при котором ограждающая структура здания выстраивается из системы одинаковых отдельных блоков, чья конфигурация и положение – смещение, поворот относительно подобных компонентов – определяют выразительность пластики фасада.</p> 	<p>"Башня-ферма" в Лондоне</p> 	<p><b>Китбашинг</b> (от англ. слова kitbash, где kit – это набор/комплект, а bash – это, скорее всего, импровизация или попытка) – это процесс создания новой 3D модели на основе других 3D форм-запчастей.</p> <p>набор деталей</p>  <p>их соединения/модификации</p> $A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix}$ $B = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} \end{pmatrix}$ <p>линии/векторы построения</p> 	<p>«41 Вест 57-я улица (41 West 57th St) или башня Кхалиси» в Нью-Йорке</p> 

Лист 2.5.3. Световой дизайн. Взаимосвязь видов освещения и архитектурно-пространственных решений по периодам.

1 период (1880е - начало1930х гг.) заливающее и контурное освещение	2 период (конец 1930х- начало1970х гг.) "светящийся фасад"	3 период (конец 1970х-1990е гг.) "контурное» освещение"	4 период (2000-2020е гг. (наст. время)) "цветодинамика", "медиафасад"
<p>Здание фирмы "Зингер" в Нью-Йорке (1908г.)</p>  <p>выделение 3хчастной композиции (основание, тело, венчание)</p> <p>горизонтальное членение</p> <p>подчеркивание высоты за счет выделения "венчания"</p>	<p>"Сигрем-билдинг" в Нью-Йорке (1956-1958гг.)</p>  <p>простая форма здания-пластины</p> <p>навесной фасад</p> <p>большая площадь остекления</p>	<p>"Башня Банка Китая" в Гонконге (1989г.)</p>  <p>курс на экономное потребление ресурсов (энергоэф.)</p> <p>артикуляция конструкций</p>	<p>"Бурдж-Халифа" в Дубаи (2004-2010гг.)</p>  <p>фасад как медиаплощадка для рекламы, представления</p>
<p>"Рокфеллер-плаза, 30" в Нью-Йорке (1932-1933гг.)</p>  <p>ступенчатый силуэт</p> <p>зрительное увеличение высоты за счет снижения уровня света к вершине</p>	<p>"Торонто-Доминион Центр" (1964-1969гг.)</p>  <p>открытая планировка</p> <p>идея конпоративного равенства и открытости</p>	<p>"Банк Америка Плаза" в Далласе (1985г.)</p>  <p>сложные многоступенчатые/многогранные формы</p>	<p>Башня "Эволюция" в Москве (2008-2015гг.)</p>  <p>тенденция к трансформациям, смене образов</p>

Лист 3.1.1. Исторический вопрос. Концептуальные проекты XXв.

Исторический вопрос. Концептаульные проекты XX в.	
1953г.	<p style="text-align: center;"><b>"Городская башня (City Tower)" в Филадельфии, арх. Луис Канн и Энн Тинг</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;">  </div> <div style="width: 50%;"> <p style="text-align: center;">Пространственные структуры позволяют:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li> - гибко изменять высоту потолков;</li> <li> - адаптироваться к различным функциям, меняющимся сценариям;</li> <li> - достичь выразительной конфигурации общего объема башни за счет закручивания модулей по спирали;</li> <li> - уменьшить расход материала на конструкции.</li> </ul> </div> </div>
1963г.	<p style="text-align: center;"><b>Проекты арх. Гюнтера Гюншеля ("Маяк в Эссене", "Проект J", "Башня из пирамид и тетраэдров")</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;">  </div> <div style="width: 50%;"> <p style="text-align: center;">Пространственные структуры позволяют:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">    </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>- расширить спектр объемно-пространственных возможностей высотной архитектуры</li> </ul> </div> </div>

## Лист 3.1.2. Исторический вопрос. Концептуальные проекты XXв.

1966г.	<b>“Мгновенный город (Instant City)”, арх. Стэнли Тигерман</b>		<p style="text-align: center;"><b>Пространственные структуры позволяют:</b></p> <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 10px;"> <div data-bbox="874 353 1018 488"> <p>- расширить спектр объемно-пространственных решений высотных зданий (пирамида-арка);</p> </div> <div data-bbox="874 510 1018 645"> <p>- снизить ветровую нагрузку за счет пирамидальной формы объекта;</p> </div> <div data-bbox="874 667 1018 801"> <p>- обогатить вариативность пластики фасада за счет соединения основной и второстепенной конструктивных треугольных сеток;</p> </div> <div data-bbox="874 824 1018 958"> <p>- создать автономную многофункциональную структуру с общественными пространствами для интеграции сообществ.</p> </div> </div>
	<b>“150-этажное административное здание”, арх. Альфред Свенсон</b>		<p style="text-align: center;"><b>Пространственные структуры позволяют:</b></p> <div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 10px;"> <div data-bbox="874 1070 1018 1205"> <p>- достичь свободы и вариативности планировочных решений;</p> </div> <div data-bbox="874 1227 1018 1361"> <p>- обеспечить жесткость и устойчивость высотного объекта при минимальном расходе конструктивных материалов;</p> </div> <div data-bbox="874 1384 1018 1518"> <p>- повысить архитектурную выразительность, усложнив пластику фасада экзоскелетом;</p> </div> <div data-bbox="874 1541 1018 1675"> <p>- повысить пожарную безопасность за счет заполнения водой полых труб экзоскелета и поддержания ее циркуляции.</p> </div> </div>

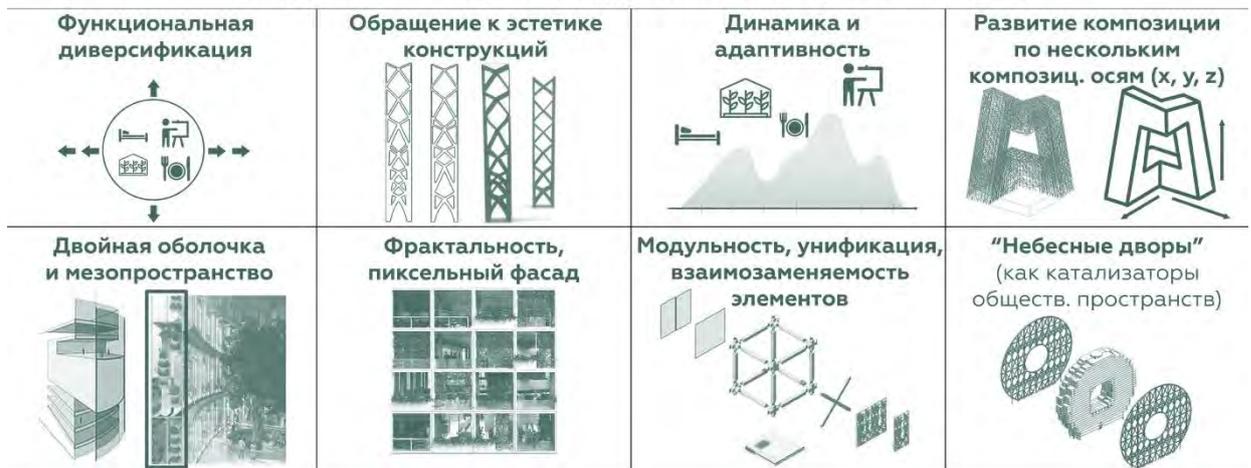
### Лист 3.1.3. Обоснование выпора пространственных структур. Их преимущества в формировании ВБЦ.

#### Взаимосвязь возможностей пространственных сот с выявленными тенденциями в архитектурном проектировании ВБЦ.

##### Обоснование выбора пространственных структур. Их преимущества при формировании ВБЦ.



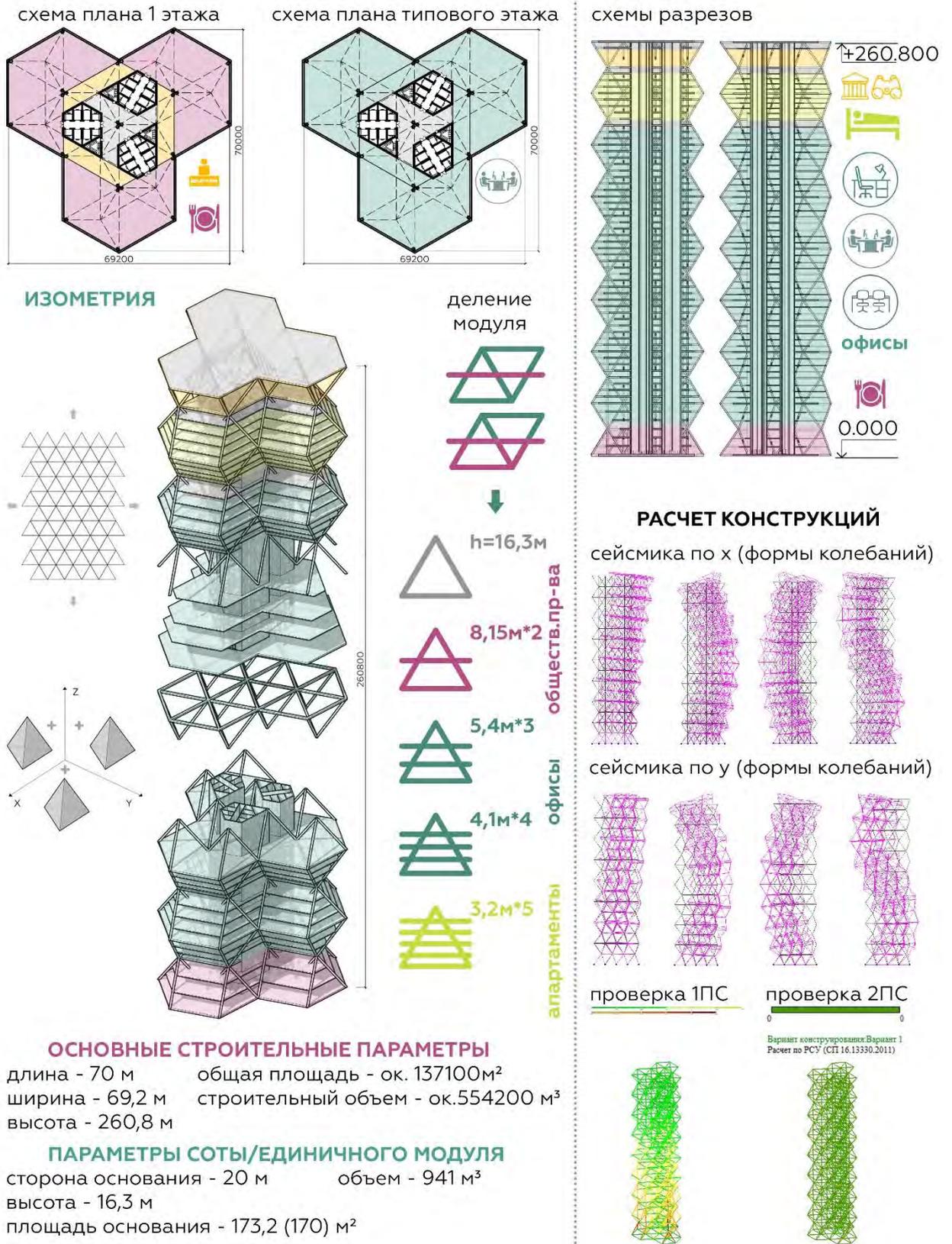
#### Взаимосвязь возможностей пространственных сот с выявленными тенденциями в архитектурном проектировании ВБЦ.



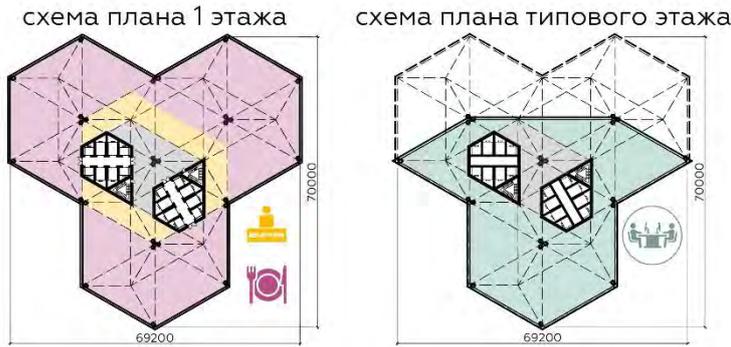
Лист 3.2. Матрица решений ВБЦ на основе пространственных сот.

конфигурация модуля		тетраэдры и пирамиды (с треугольным основанием)		тетраэдры и пирамиды (с квадратным основанием)		ромбододекаэдры		ромбоусеченные кубооктаэдры, усеченные икосододекаэдры и кубы	
		А	Б	В	Г				
тип объема		А	Б	В	Г				
тип объема	1	1-А	1-Б	1-В	1-Г				
	2	2-А	2-Б	2-В	2-Г				
	3	3-А	3-Б	3-В	3-Г				
	4	4-А	4-Б	4-В	4-Г				
	5	5-А	5-Б	5-В	5-Г				
прямоугольный									
спиралевидный									
с порами/пустотами									
с консолью									
наклонный									

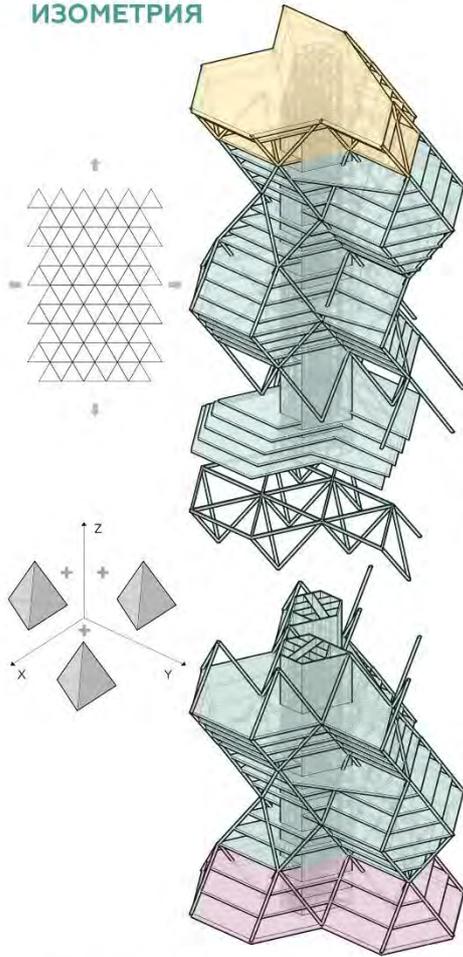
Лист 3.2.1А. Ячейка матрицы 1А.



Лист 3.2.2А. Ячейка матрицы 2А.



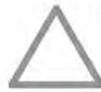
ИЗОМЕТРИЯ



деление модуля



h=16,3м



8,15м\*2



5,4м\*3



4,1м\*4

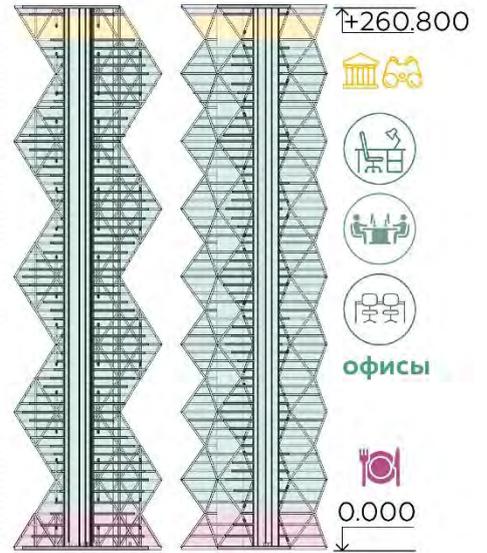


3,2м\*5



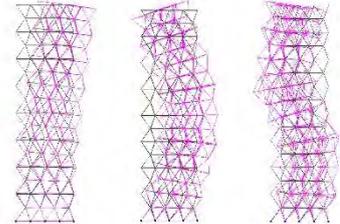
обществ.пр-ва  
офисы  
апартаменты

схема разрезов

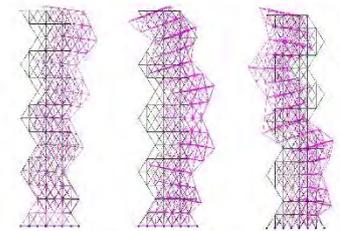


РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ

сейсмика по x (формы колебаний)

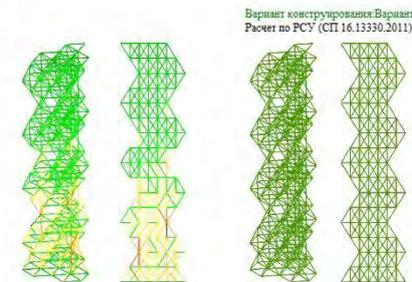


сейсмика по y (формы колебаний)



проверка 1ПС

проверка 2ПС



Вариант конструирования Вариант 1  
Расчет по РСУ (СП 16.13330.2011)

ОСНОВНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

длина - 70 м      общая площадь - ок.119500 м<sup>2</sup>  
 ширина - 69,2 м      строительный объем - ок.486200 м<sup>3</sup>  
 высота - 260,8 м

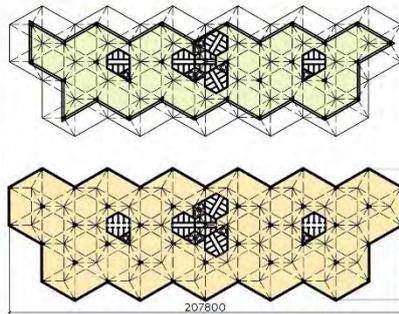
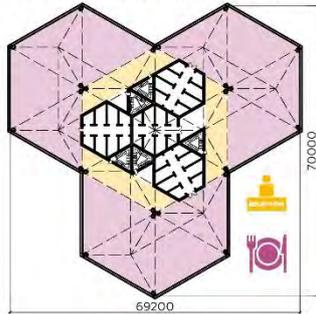
ПАРАМЕТРЫ СОТЫ/ЕДИНИЧНОГО МОДУЛЯ

сторона основания - 20 м      объем - 941 м<sup>3</sup>  
 высота - 16,3 м  
 площадь основания - 173,2 (170) м<sup>2</sup>

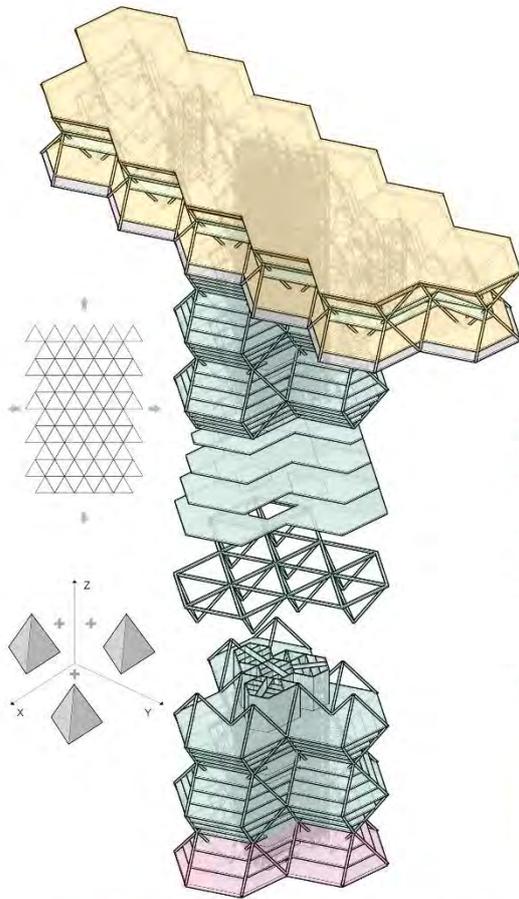


### Лист 3.2.4А. Ячейка матрицы 4А.

схема плана 1 этажа



#### ИЗОМЕТРИЯ



деление модуля



h=16,3м



8,15м\*2



5,4м\*3



4,1м\*4

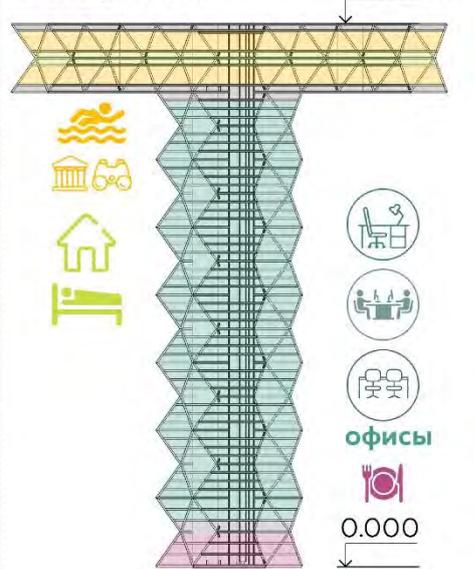


3,2м\*5



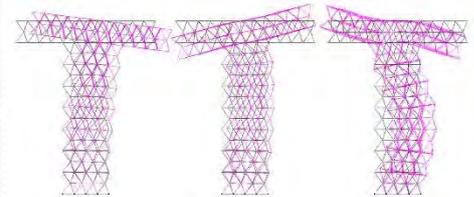
обществ. пр-ва  
офисы  
отель/  
апартаменты

схема разреза

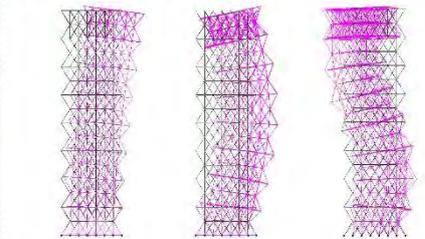


#### РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ

сейсмика по x



сейсмика по y



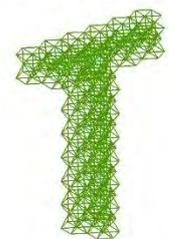
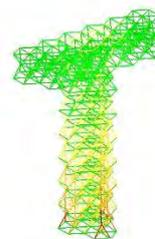
проверка 1ПС



проверка 2ПС



Вариант конструирования: Вариант 1  
Расчет по РСУ (СП 16.13330.2011)



#### ОСНОВНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

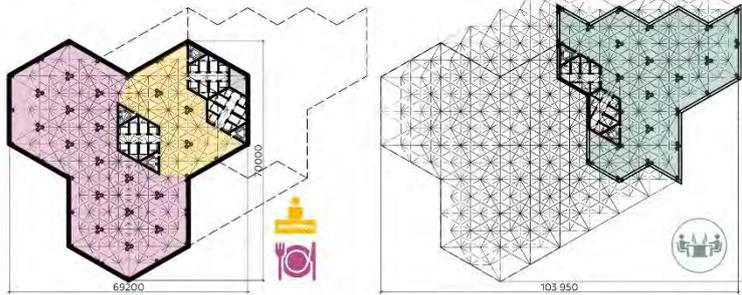
длина - м                      общая площадь - ок. 179400м<sup>2</sup>  
 ширина - м                    строительный объем - ок. 780800 м<sup>3</sup>  
 высота - 260,8 м

#### ПАРАМЕТРЫ СОТЫ/ЕДИНИЧНОГО МОДУЛЯ

сторона основания - 20 м                      объем - 941 м<sup>3</sup>  
 высота - 16,3 м  
 площадь основания - 173,2 (170) м<sup>2</sup>

Лист 3.2.5А. Ячейка матрицы 5А.

схема плана 1 этажа



ИЗОМЕТРИЯ

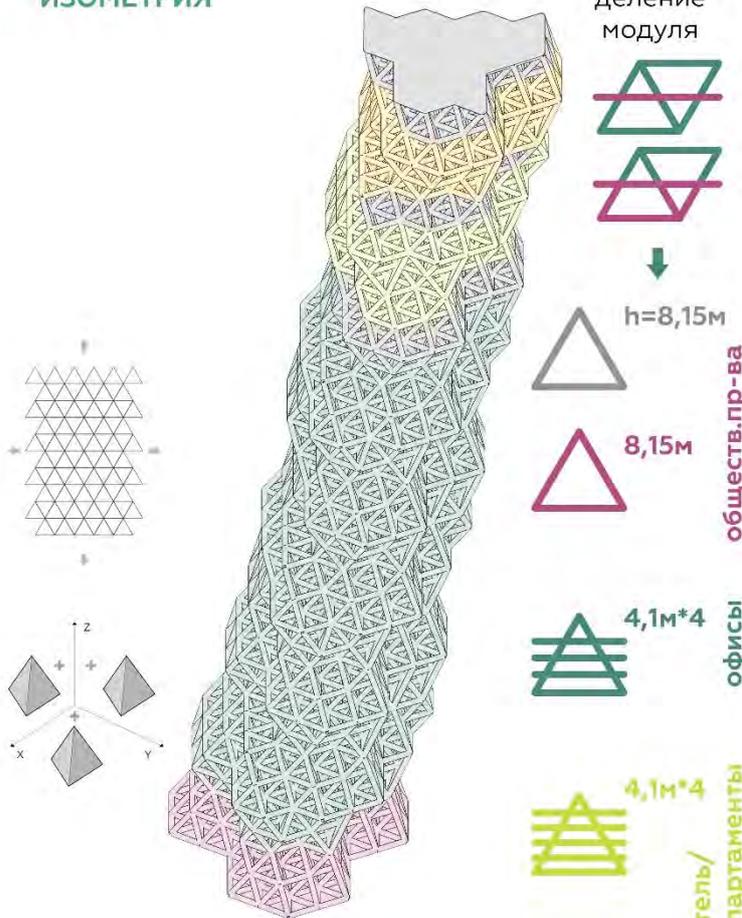
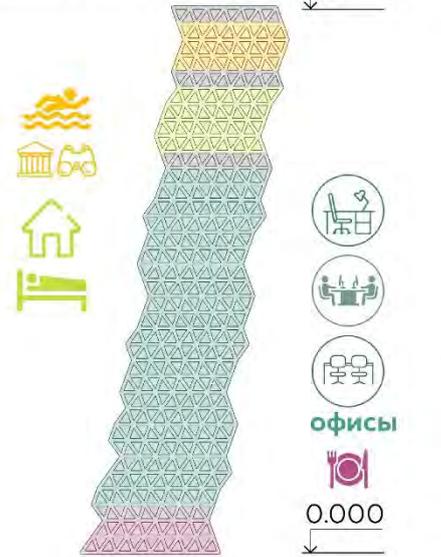
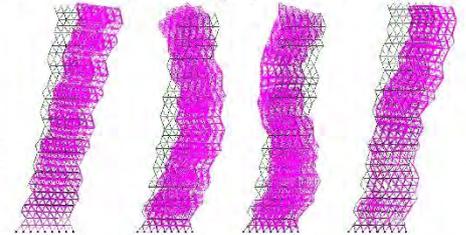


схема фасада

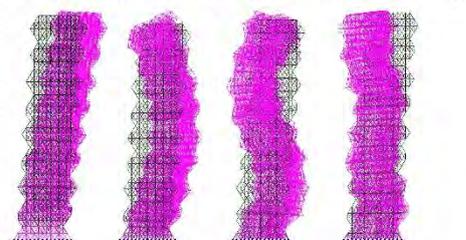


РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ

сейсмика по x (формы колебаний)

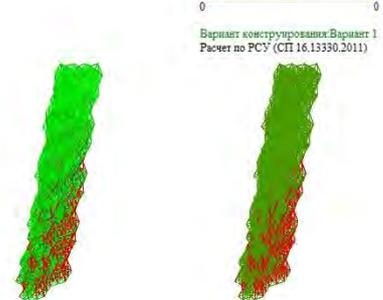


сейсмика по y (формы колебаний)



проверка 1ПС

проверка 2ПС



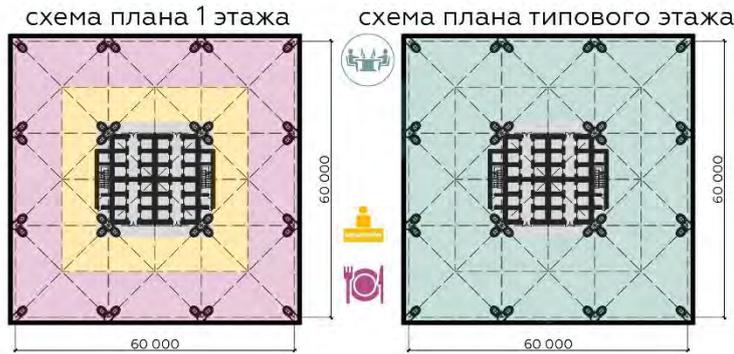
ОСНОВНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

длина - 103,95 м    общая площадь - ок.70000м<sup>2</sup>  
 ширина - 89,9 м    строительный объем - ок.520900м<sup>3</sup>  
 высота - 260,8 м

ПАРАМЕТРЫ СОТЫ/ЕДИНИЧНОГО МОДУЛЯ

сторона основания - 10 м    объем - 115 м<sup>3</sup>  
 высота - 8,15 м  
 площадь основания - 42,5 м<sup>2</sup>

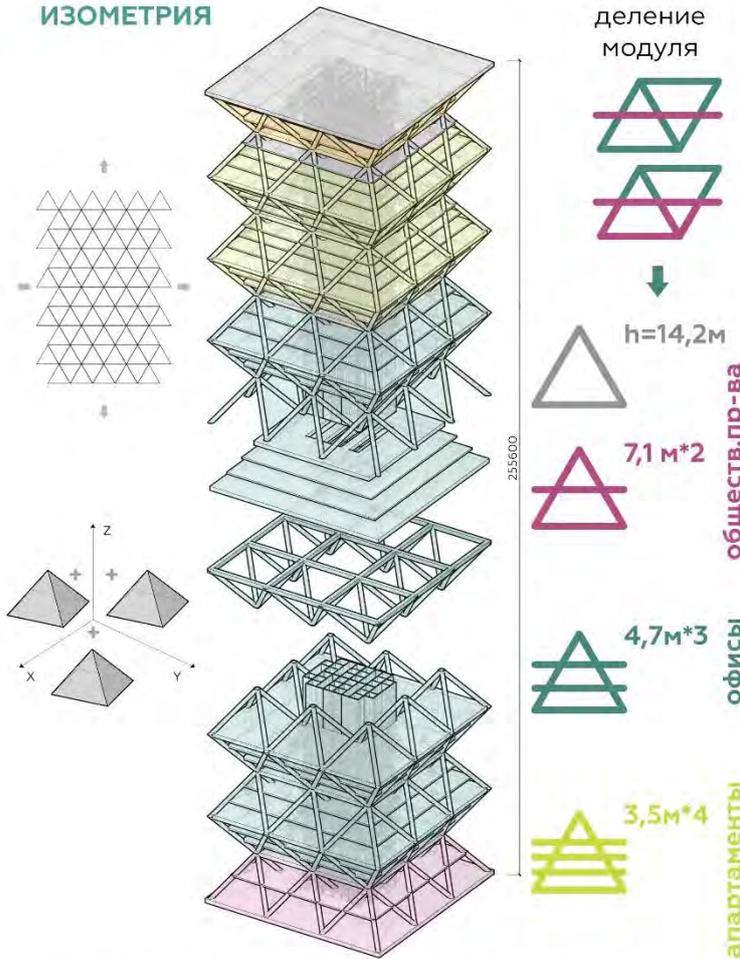
Лист 3.2.1Б. Ячейка матрицы 1Б.



схемы разрезов

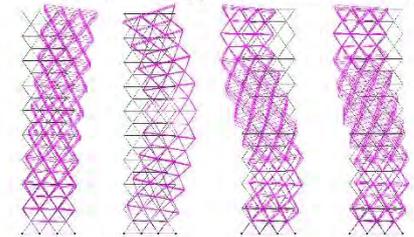


ИЗОМЕТРИЯ

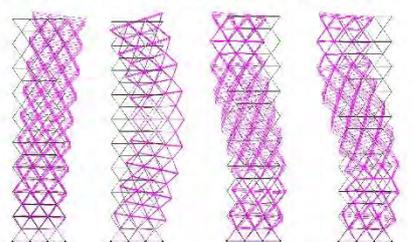


РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ

сейсмика по x (формы колебаний)



сейсмика по y (формы колебаний)

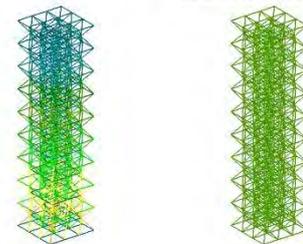


проверка 1ПС

проверка 2ПС



Вариант конструирования Вариант 1  
Расчет по РСУ (СП 16.13330.2011)



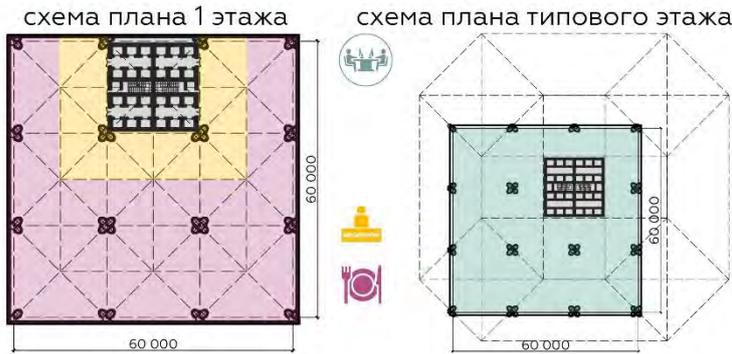
ОСНОВНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

длина - 60 м      общая площадь - ок.145600м<sup>2</sup>  
 ширина - 60 м      строительный объем - ок.664560м<sup>3</sup>  
 высота - 255,6 м

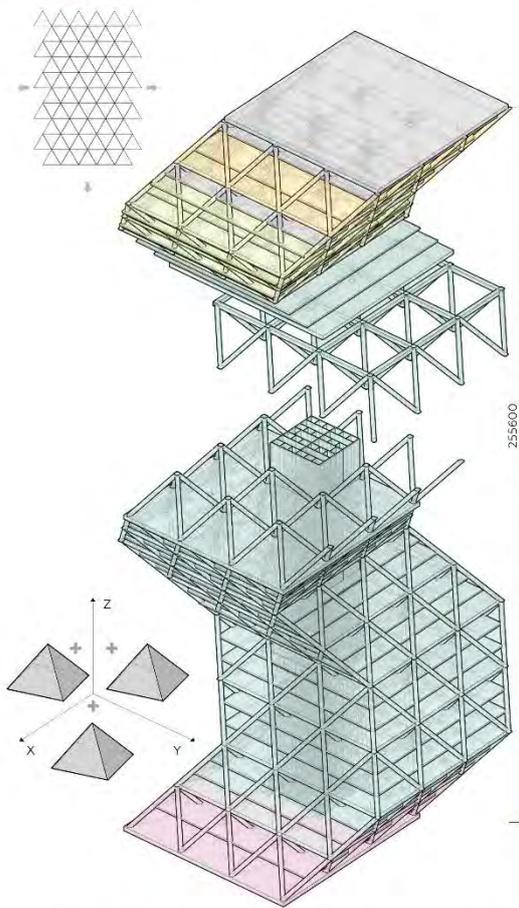
ПАРАМЕТРЫ СОТЫ/ЕДИНИЧНОГО МОДУЛЯ

сторона основания - 20 м      объем - 1893 м<sup>3</sup>  
 высота - 14,2 м  
 площадь основания - 400 м<sup>2</sup>

Лист 3.2.2Б. Ячейка матрицы 2Б.



ИЗОМЕТРИЯ



деление модуля



h=14,2м



7,1м\*2



4,7м\*3

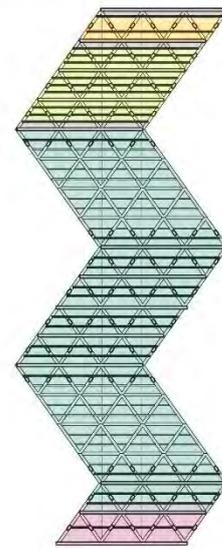


3,5м\*4

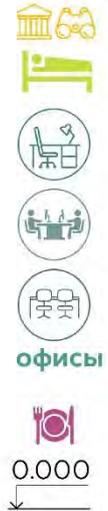


обществ. пр-ва  
офисы  
апартаменты

схемы разрезов

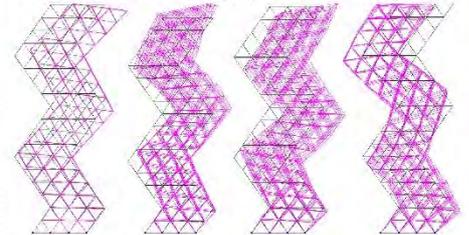


+255.600

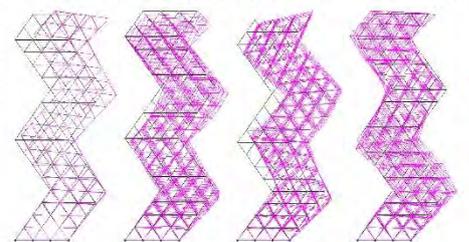


РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ

сейсмика по x (формы колебаний)



сейсмика по y (формы колебаний)

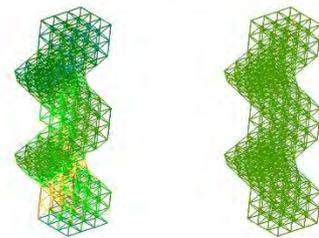


проверка 1ПС

проверка 2ПС



Вариант конструирования Вариант 1  
Расчет по РСУ (СП 16.13330.2011)



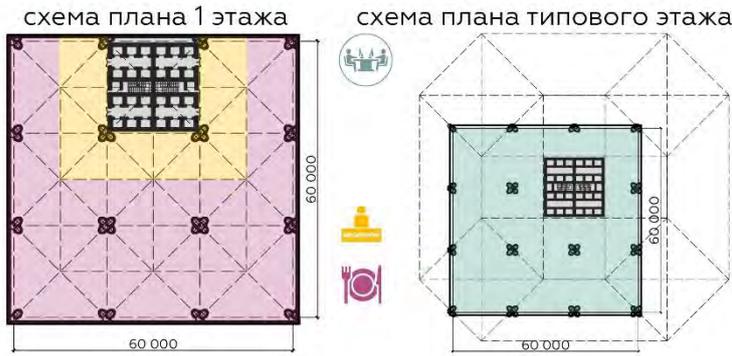
ОСНОВНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

длина - 100 м      общая площадь - ок.201600м<sup>2</sup>  
 ширина - 100 м    строительный объем - ок.920160м<sup>3</sup>  
 высота - 255,6 м

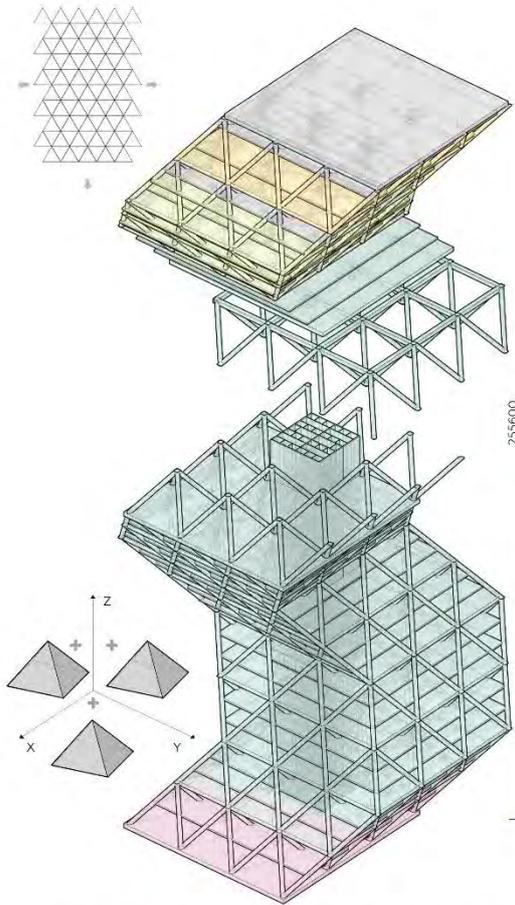
ПАРАМЕТРЫ СОТЫ/ЕДИНИЧНОГО МОДУЛЯ

сторона основания - 20 м      объем - 1893 м<sup>3</sup>  
 высота - 14,2 м  
 площадь основания - 400 м<sup>2</sup>

Лист 3.2.3Б. Ячейка матрицы 3Б.



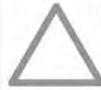
ИЗОМЕТРИЯ



деление модуля



h=14,2м



7,1м\*2



4,7м\*3

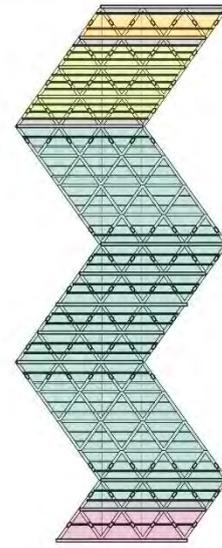


3,5м\*4

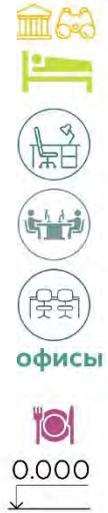


обществ. пр-ва  
офисы  
апартаменты

схемы разрезов



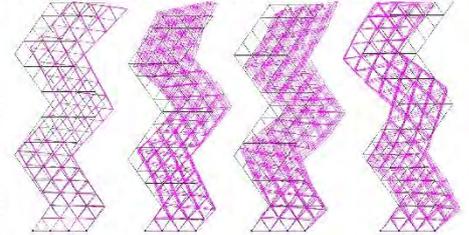
+255.600



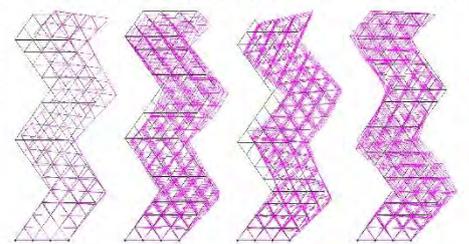
0.000

РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ

сейсмика по x (формы колебаний)



сейсмика по y (формы колебаний)

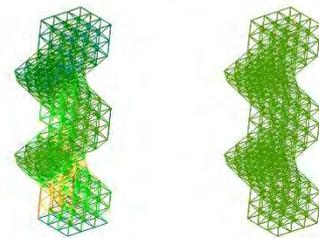


проверка 1ПС

проверка 2ПС



Вариант конструирования: Вариант 1  
Расчет по РСУ (СП 16.13330.2011)



**ОСНОВНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ**  
 длина - 100 м      общая площадь - ок.201600м<sup>2</sup>  
 ширина - 100 м      строительный объем - ок.920160м<sup>3</sup>  
 высота - 255,6 м

**ПАРАМЕТРЫ СОТЫ/ЕДИНИЧНОГО МОДУЛЯ**  
 сторона основания - 20 м      объем - 1893 м<sup>3</sup>  
 высота - 14,2 м  
 площадь основания - 400 м<sup>2</sup>

Лист 3.2.4Б. Ячейка матрицы 4Б.

схема плана 1 этажа

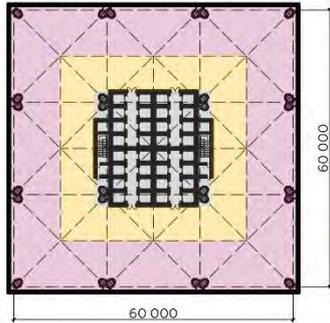
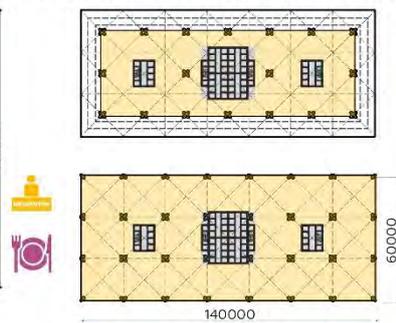
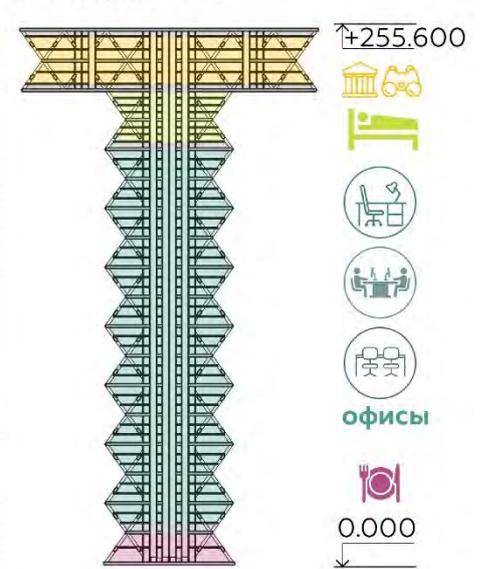


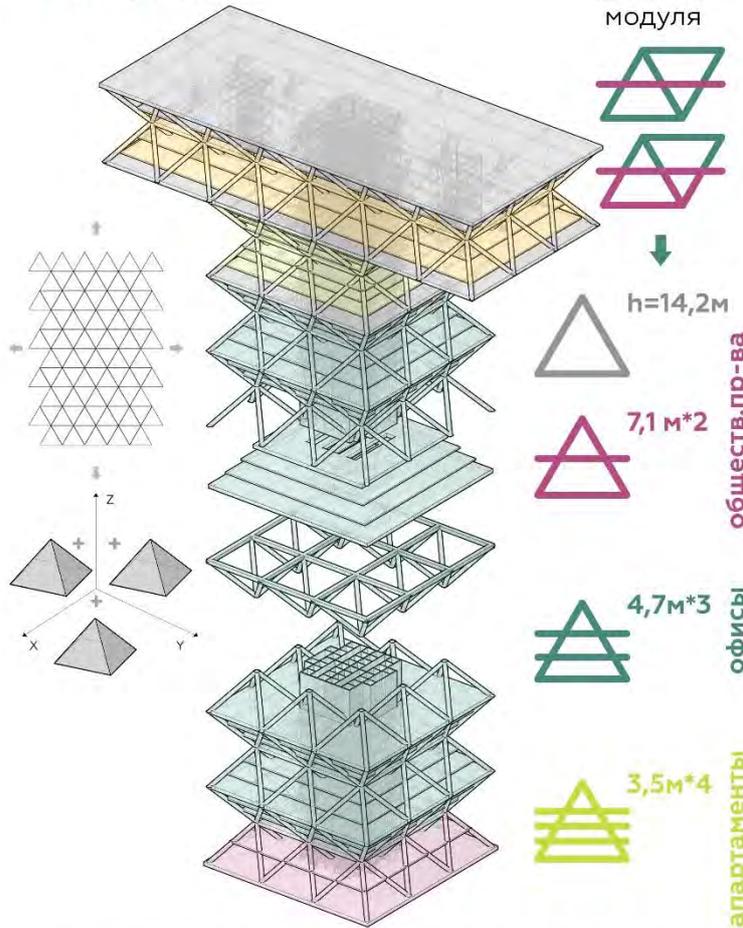
схема плана верхних этажей



схемы разрезов



ИЗОМЕТРИЯ



деление модуля



h=14,2м

7,1м\*2

обществ. пр-ва

4,7м\*3

офисы

3,5м\*4

апартаменты

ОСНОВНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

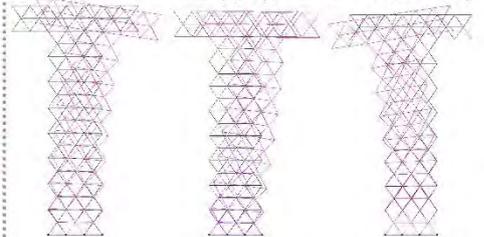
длина - 60 м      общая площадь - ок.167000м<sup>2</sup>  
 ширина - 140 м      строительный объем - ок.778160м<sup>3</sup>  
 высота - 255,6 м

ПАРАМЕТРЫ СОТЫ/ЕДИНИЧНОГО МОДУЛЯ

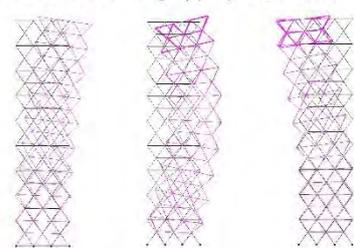
сторона основания - 20 м      объем - 1893 м<sup>3</sup>  
 высота - 14,2 м  
 площадь основания - 400 м<sup>2</sup>

РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ

сейсмика по x (формы колебаний)



сейсмика по y (формы колебаний)



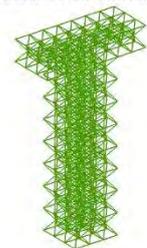
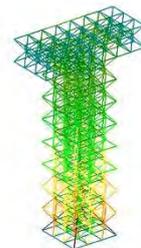
проверка 1ПС



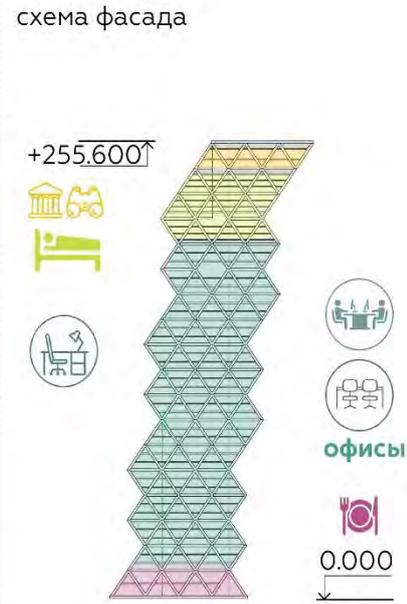
проверка 2ПС



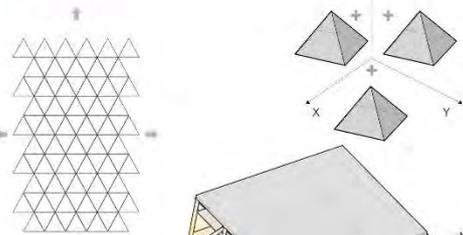
Вариант конструирования: Вариант 1  
 Расчет по РСУ (СП 16.13330.2011)



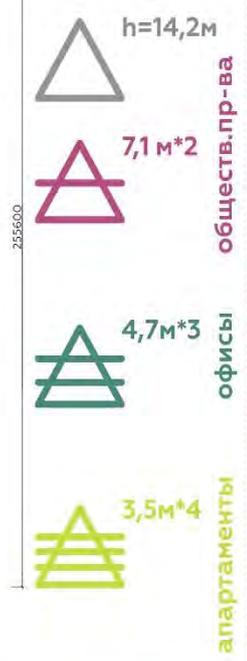
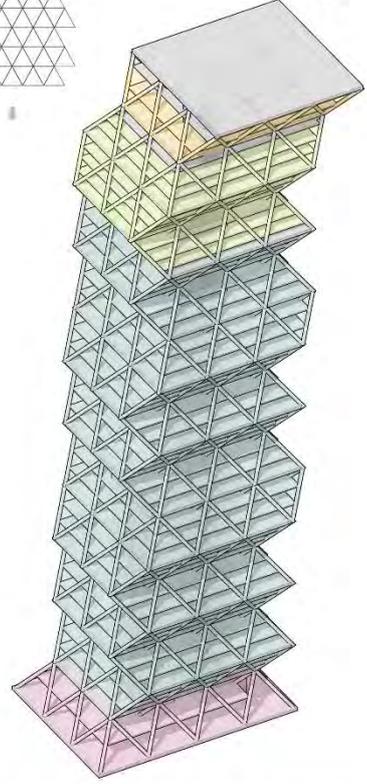
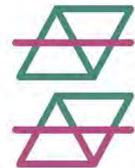
Лист 3.2.5Б. Ячейка матрицы 5Б (редактируется)



ИЗОМЕТРИЯ

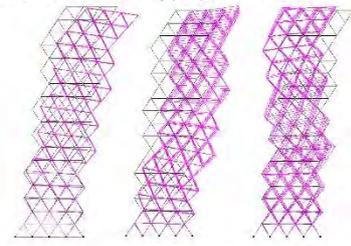


деление модуля

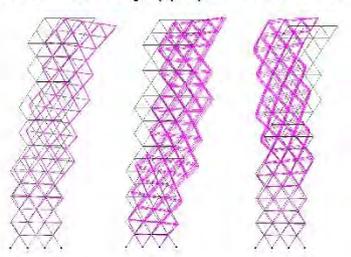


РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ

сейсмика по x (формы колебаний)

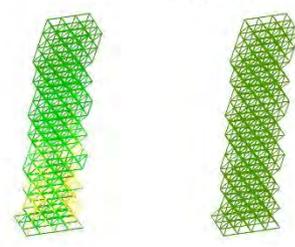


сейсмика по y (формы колебаний)



проверка 1ПС

проверка 2ПС



ОСНОВНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

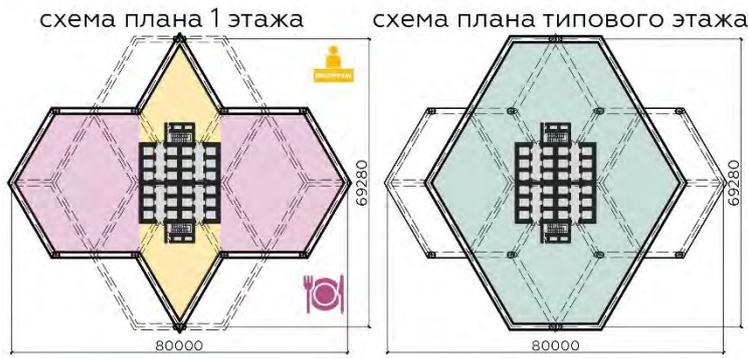
длина - 80 м                      общая площадь - ок. 172200м<sup>2</sup>  
 ширина - 60 м                    строительный объем - 387660м<sup>3</sup>  
 высота - 255,6 м

ПАРАМЕТРЫ СОТЫ/ЕДИНИЧНОГО МОДУЛЯ

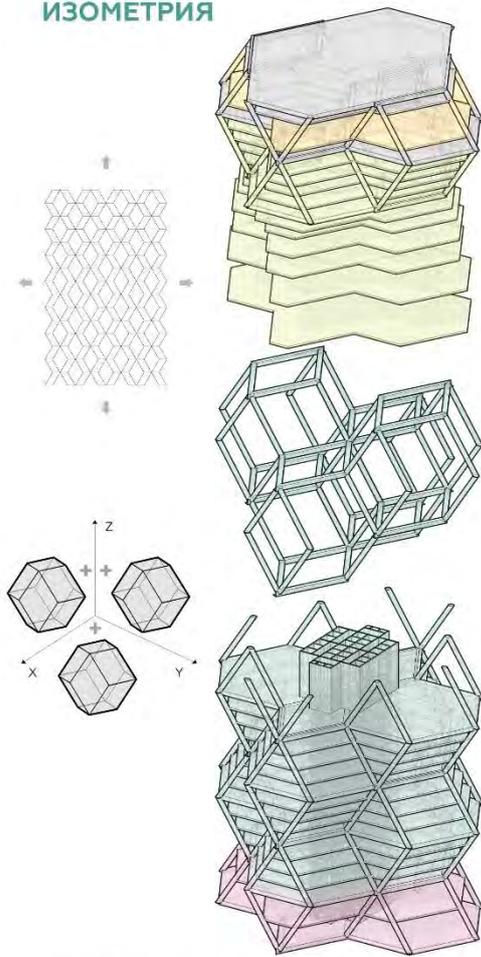
сторона основания - 20 м                      объем - 1893 м<sup>3</sup>  
 высота - 14,2 м  
 площадь основания - 400 м<sup>2</sup>

Вариант конструирования Вариант 1  
 Расчет по РСН (СП 16.13330.2011)

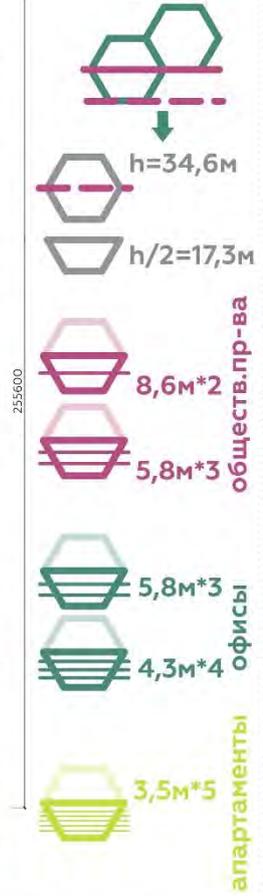
Лист 3.2.1В. Ячейка матрицы 1В.



ИЗОМЕТРИЯ



деление модуля

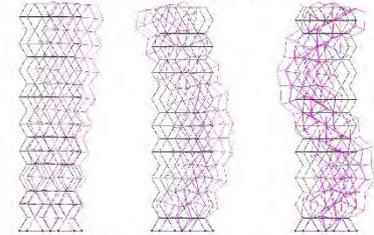


схемы разрезов

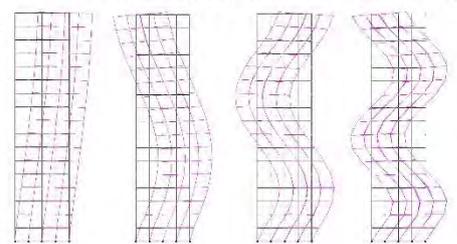


РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ

сейсмика по x (формы колебаний)



сейсмика по y (формы колебаний)

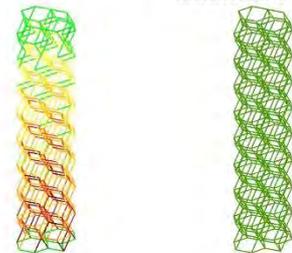


проверка 1ПС

проверка 2ПС



Вариант конструирования Вариант 1  
Расчет по РСУ (СП 16.13330.2011)



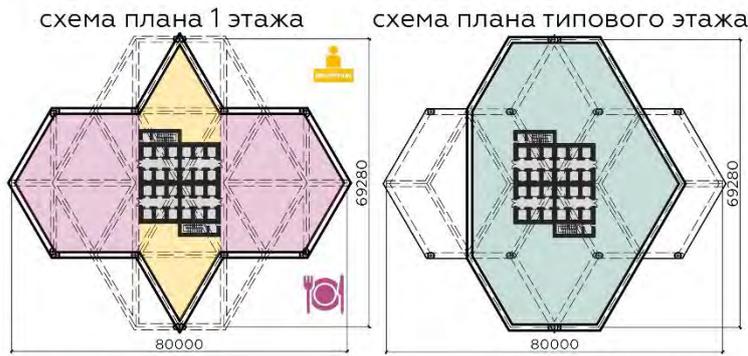
ОСНОВНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

длина - 80м      общая площадь - ок.160480м<sup>2</sup>  
 ширина - 69,2м      строительный объем - ок.736800м<sup>3</sup>  
 высота - 259,5 м

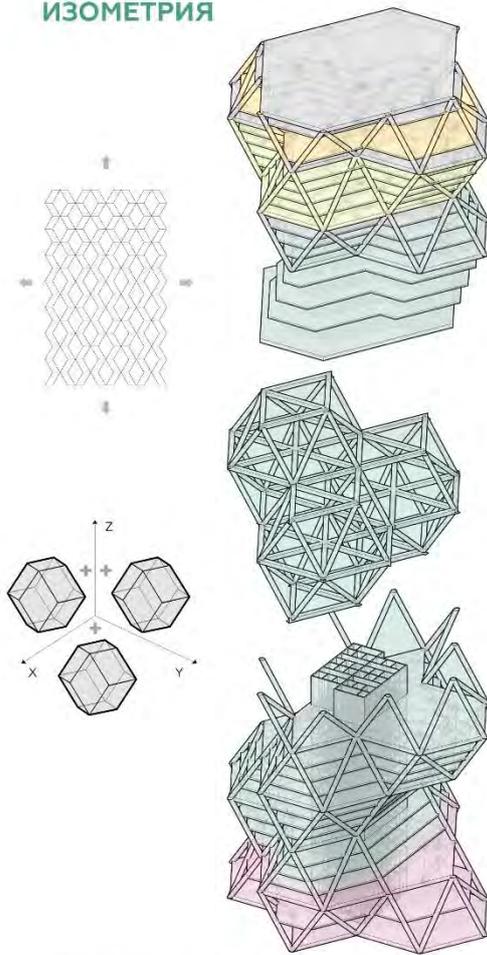
ПАРАМЕТРЫ СОТЫ/ЕДИНИЧНОГО МОДУЛЯ

сторона основания - 20 м      объем - 24560м<sup>3</sup>  
 высота - 34,6 м  
 площадь основания - 340м<sup>2</sup>

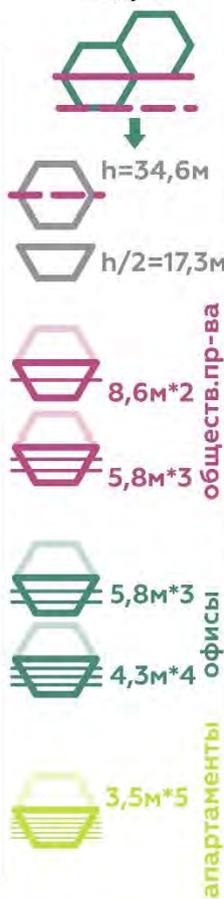
Лист 3.2.2В. Ячейка матрицы 2В.



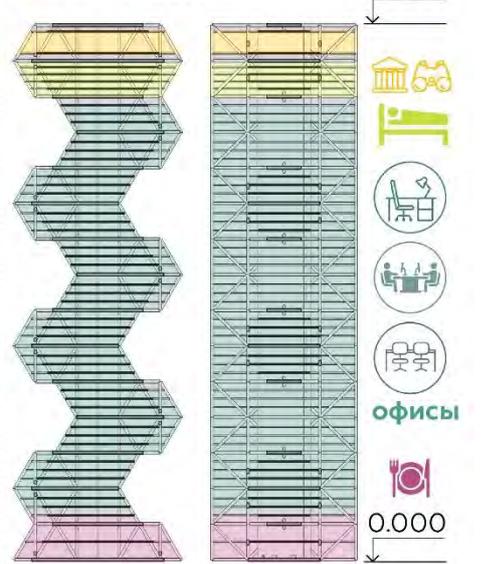
ИЗОМЕТРИЯ



деление модуля

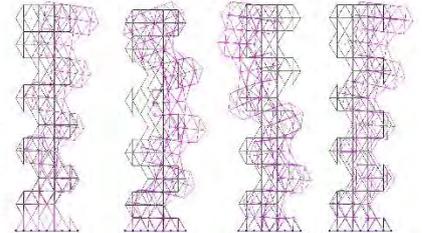


схемы разрезов +259.500

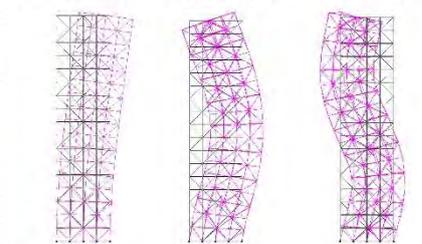


РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ

сейсмика по x (формы колебаний)

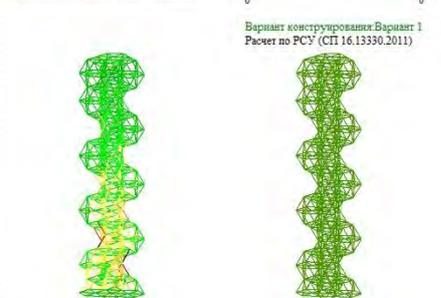


сейсмика по y (формы колебаний)



проверка 1ПС

проверка 2ПС



ОСНОВНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

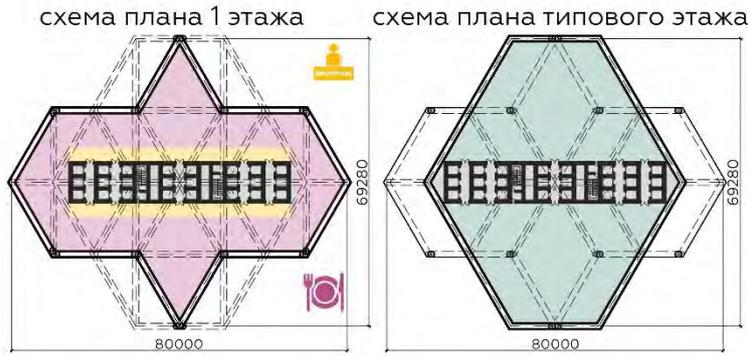
длина - 80м      общая площадь - ок.137460м<sup>2</sup>  
 ширина - 69,2м      строительный объем - ок.630920м<sup>3</sup>  
 высота - 259,5 м

ПАРАМЕТРЫ СОТЫ/ЕДИНИЧНОГО МОДУЛЯ

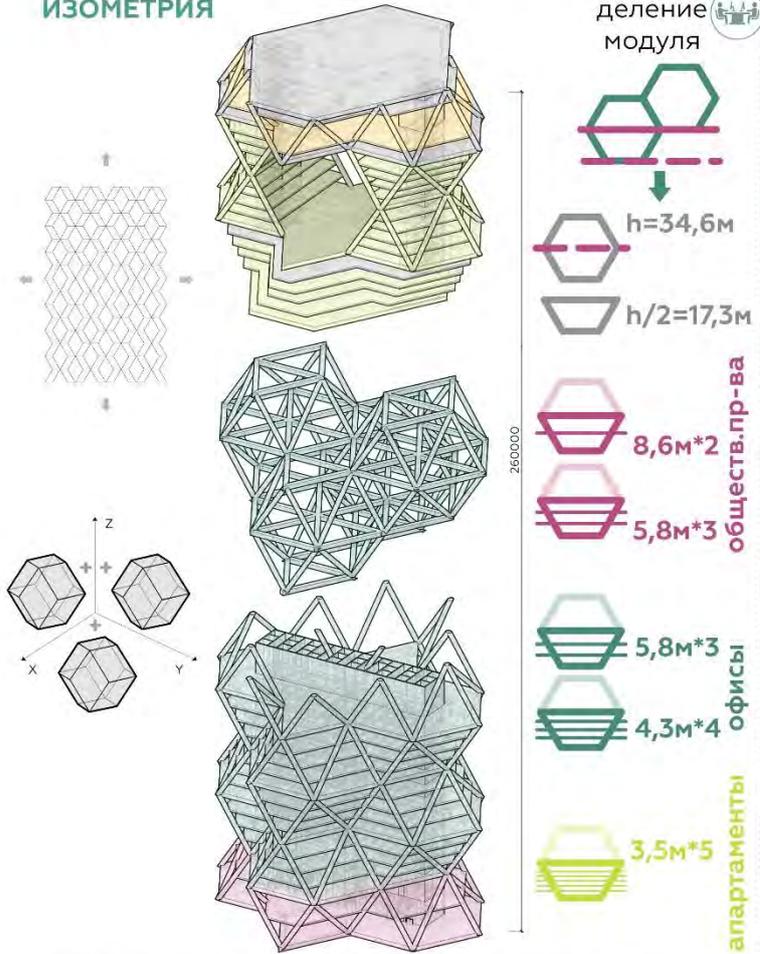
сторона основания - 20 м      объем - 24560м<sup>3</sup>  
 высота - 34,6 м  
 площадь основания - 340м<sup>2</sup>

Вариант конструирования: Вариант 1  
 Расчет по РСН (СП 16.13330.2011)

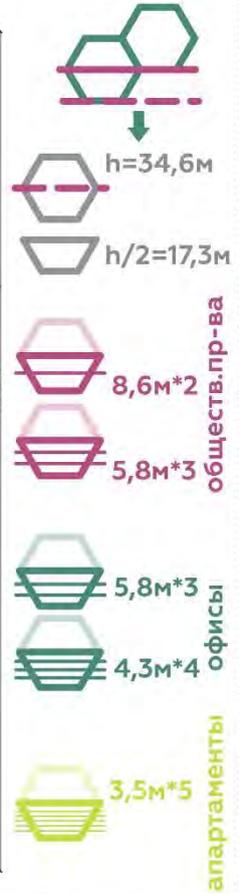
Лист 3.2.3В. Ячейка матрицы 3В.



ИЗОМЕТРИЯ



деление модуля

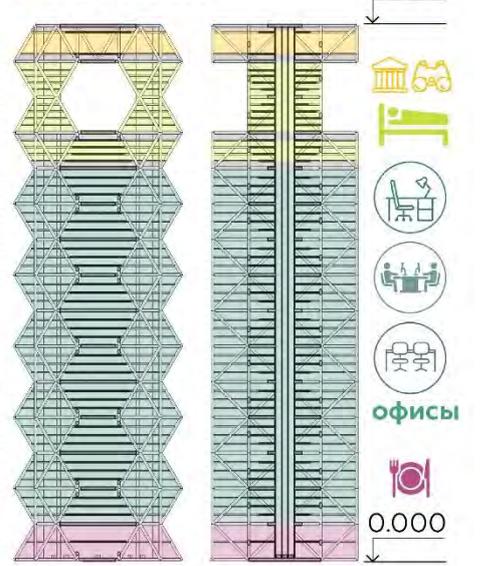


обществ.пр-ва  
офисы  
апартаменты

**ОСНОВНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ**  
 длина - 80м      общая площадь - ок.149500м<sup>2</sup>  
 ширина - 69,2м      строительный объем - 687680м<sup>3</sup>  
 высота - 259,5 м

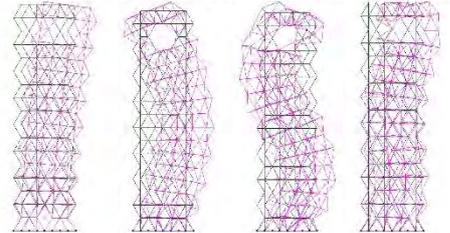
**ПАРАМЕТРЫ СОТЫ/ЕДИНИЧНОГО МОДУЛЯ**  
 сторона основания - 20 м      объем - 24560м<sup>3</sup>  
 высота - 34,6 м  
 площадь основания - 340м<sup>2</sup>

схемы разрезов      +259.500

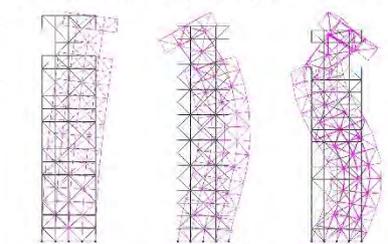


РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ

сейсмика по x (формы колебаний)

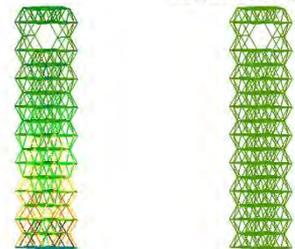


сейсмика по y (формы колебаний)



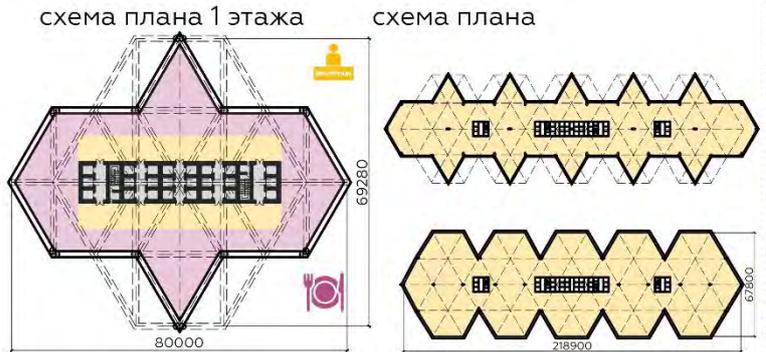
проверка 1ПС

проверка 2ПС

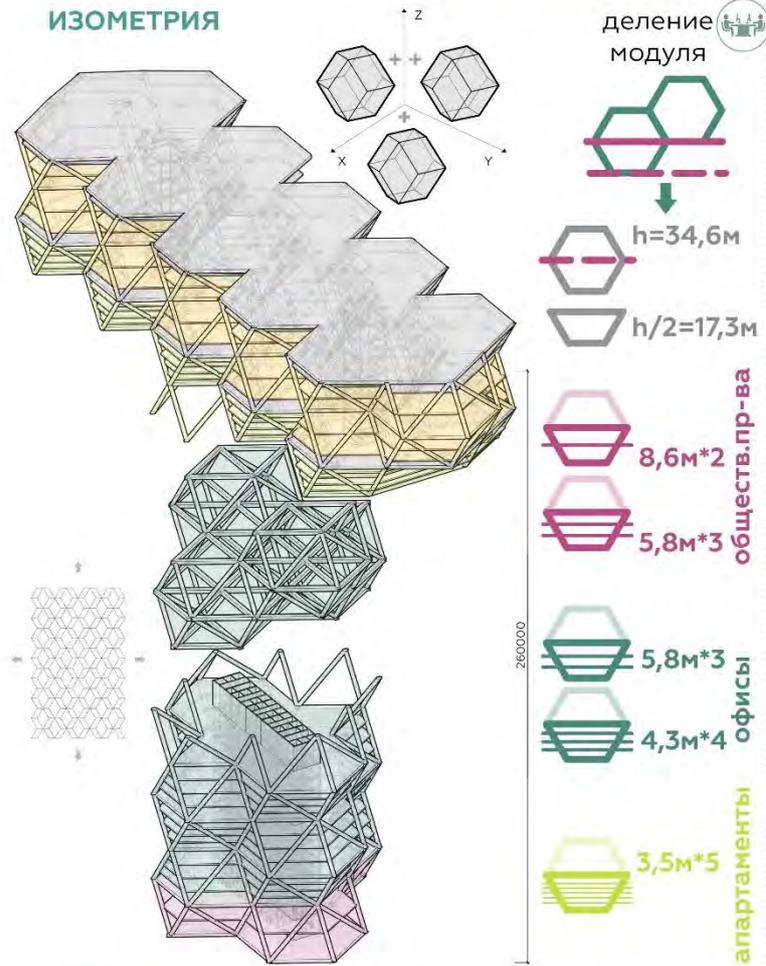


Вариант конструирования: Вариант 1  
 Расчет по РСН (СП 16.13330.2011)

Лист 3.2.4В. Ячейка матрицы 4В.



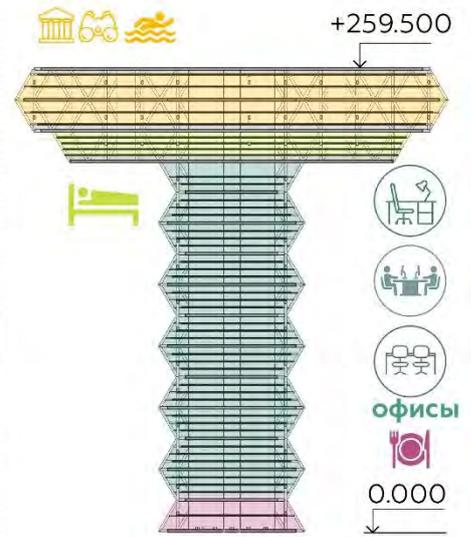
ИЗОМЕТРИЯ



**ОСНОВНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ**  
 длина - 69,2м      общая площадь - ок.228480м<sup>2</sup>  
 ширина - 218,9м    строительный объем - ок.1313960м<sup>3</sup>  
 высота - 259,5 м

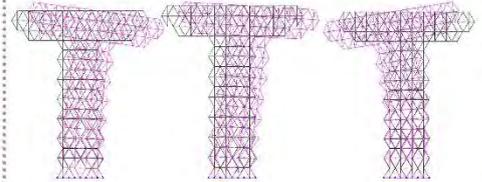
**ПАРАМЕТРЫ СОТЫ/ЕДИНИЧНОГО МОДУЛЯ**  
 сторона основания - 20 м      объем - 24560м<sup>3</sup>  
 высота - 34,6 м  
 площадь основания - 340м<sup>2</sup>

схемы разрезов

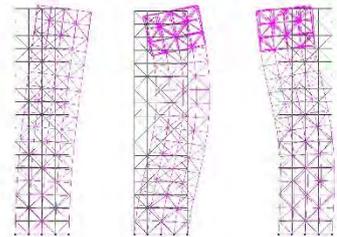


РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ

сейсмика по x (формы колебаний)

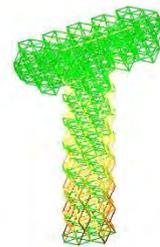


сейсмика по y (формы колебаний)



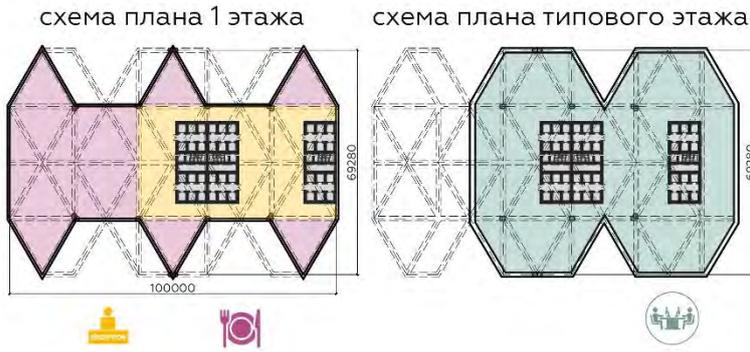
проверка 1ПС

проверка 2ПС

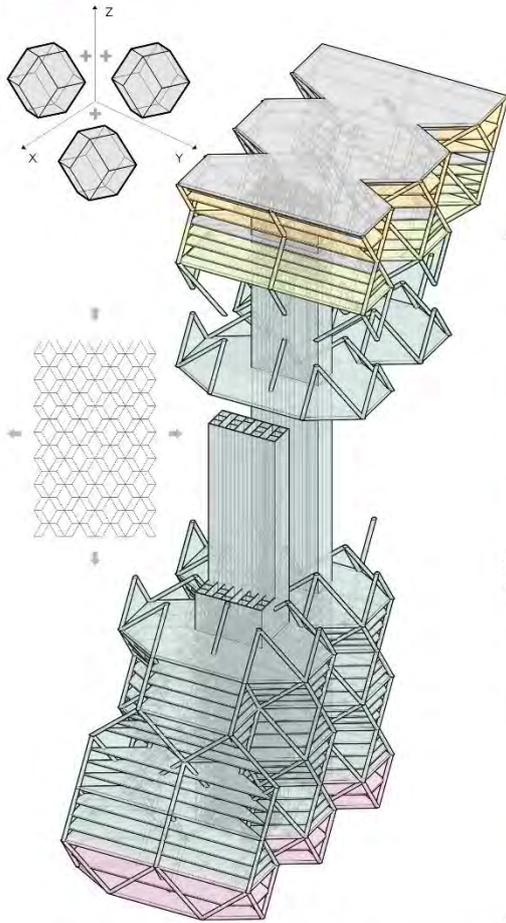


Вариант конструирования Вариант 1  
 Расчет по РСУ (СП 16.13330.2011)

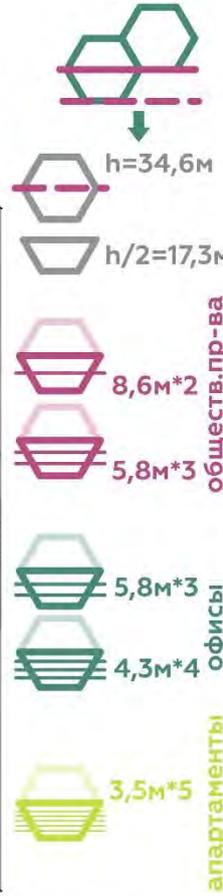
Лист 3.2.5В. Ячейка матрицы 5В.



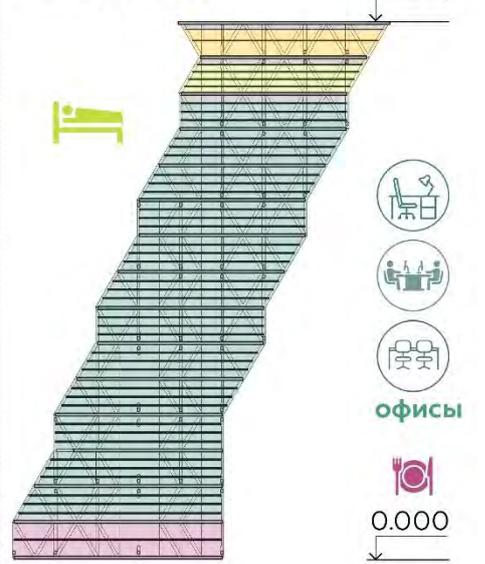
ИЗОМЕТРИЯ



деление модуля

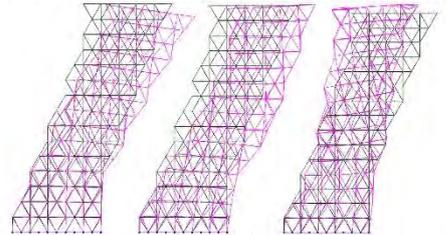


схемы разрезов

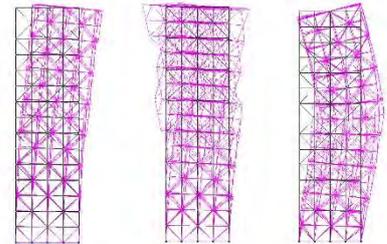


РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ

сейсмика по x (формы колебаний)

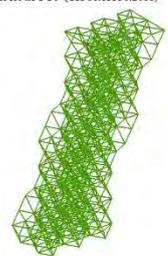
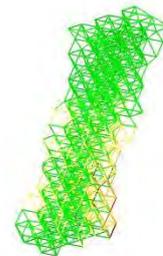


сейсмика по y (формы колебаний)



проверка 1ПС

проверка 2ПС



ОСНОВНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

длина - 100м      общая площадь - ок.266220м<sup>2</sup>  
 ширина - 69,2м      строительный объем - ок.1224610м<sup>3</sup>  
 высота - 259,5 м

ПАРАМЕТРЫ СОТЫ/ЕДИНИЧНОГО МОДУЛЯ

сторона основания - 20 м      объем - 24560м<sup>3</sup>  
 высота - 34,6 м  
 площадь основания - 340м<sup>2</sup>

Вариант конструирования: Вариант 1  
 Расчет по РСУ (СП 16.13330.2011)

Лист 3.2.1Г. Ячейка матрицы 1Г.

схема плана 1 этажа

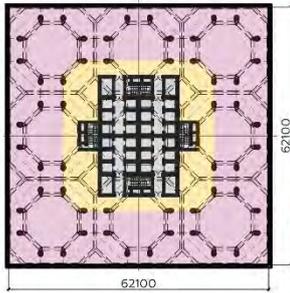
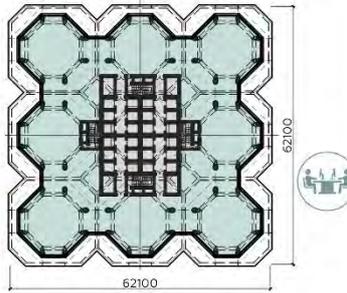
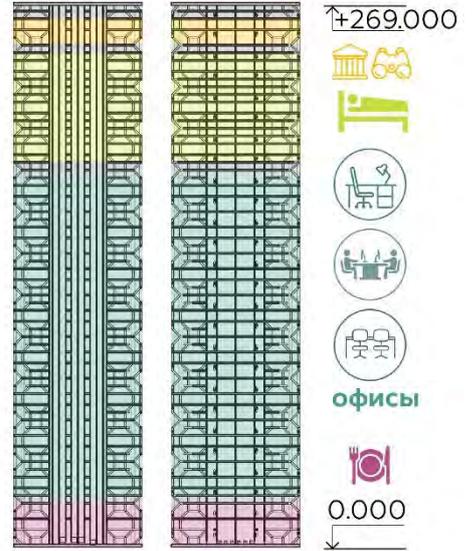


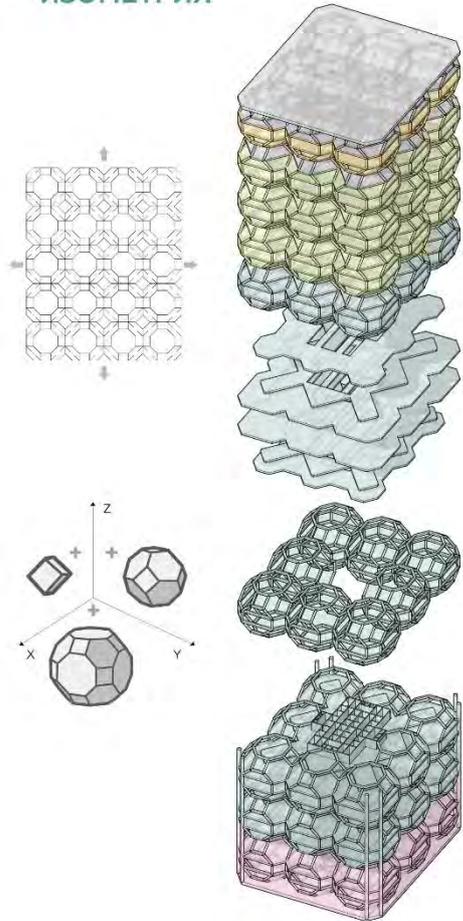
схема плана типового этажа



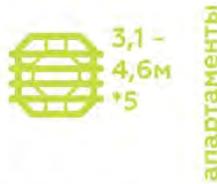
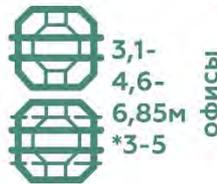
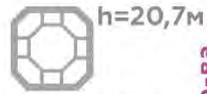
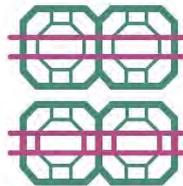
схемы разрезов



ИЗОМЕТРИЯ

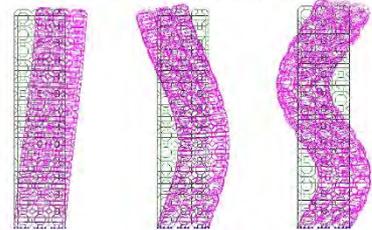


деление модуля

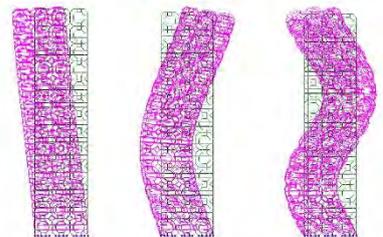


РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ

сейсмика по x (формы колебаний)

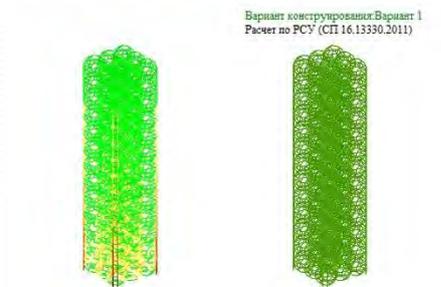


сейсмика по y (формы колебаний)



проверка 1ПС

проверка 2ПС



Вариант конструирования: Вариант 1  
Расчет по РСУ (СП 16.13330.2011)

ОСНОВНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

длина - 62,1 м      общая площадь - ок.181500м<sup>2</sup>  
 ширина - 62,1 м      строительный объем - ок.889070м<sup>3</sup>  
 высота - 269 м

ПАРАМЕТРЫ СОТЫ/ЕДИНИЧНОГО МОДУЛЯ

сторона основания - 5,4 м      объем - 6582м<sup>3</sup>  
 высота - 20,7 м  
 площадь основания - 141,1м<sup>2</sup>

### Лист 3.2.2Г. Ячейка матрицы 2Г.

схема плана 1 этажа

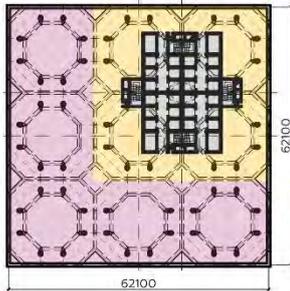
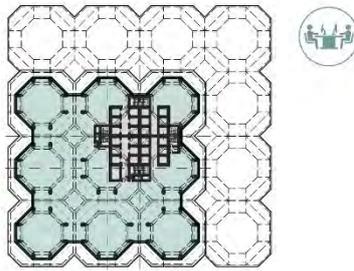
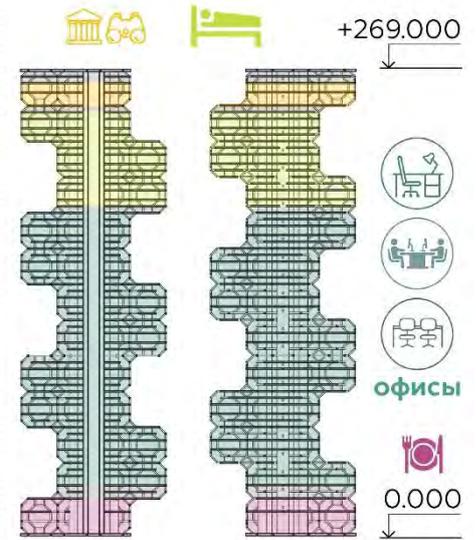


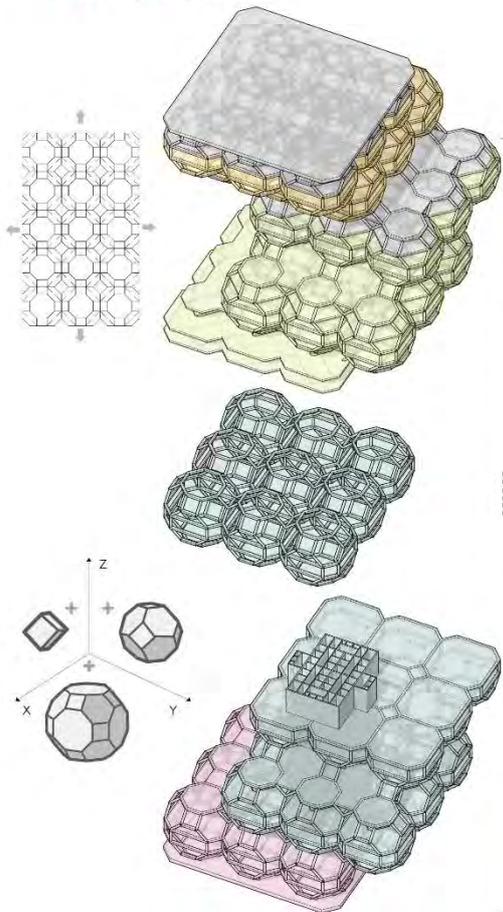
схема плана типowego этажа



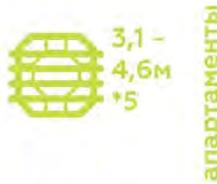
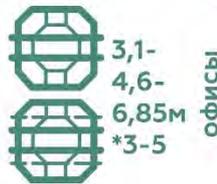
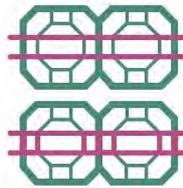
схемы разрезов



#### ИЗОМЕТРИЯ

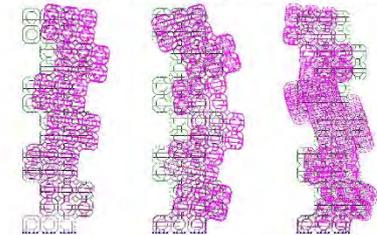


деление модуля

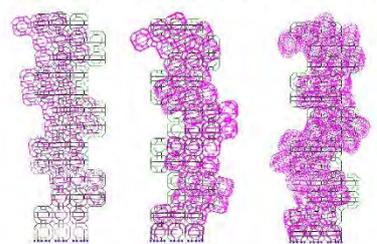


#### РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ

сейсмика по x (формы колебаний)



сейсмика по y (формы колебаний)

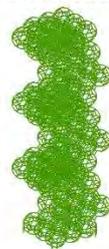


проверка 1ПС

проверка 2ПС



Вариант конструирования: Вариант 1  
Расчет по РСУ (СП 16.13330.2011)



#### ОСНОВНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

длина - 82,8 м      общая площадь - ок.181500м<sup>2</sup>  
 ширина - 82,8 м      строительный объем - 889070м<sup>3</sup>  
 высота - 269 м

#### ПАРАМЕТРЫ СОТЫ/ЕДИНИЧНОГО МОДУЛЯ

сторона основания - 5,4 м      объем - 6582м<sup>3</sup>  
 высота - 20,7 м  
 площадь основания - 141,1м<sup>2</sup>

Лист 3.2.3Г. Ячейка матрицы 3Г.

схема плана 1 этажа

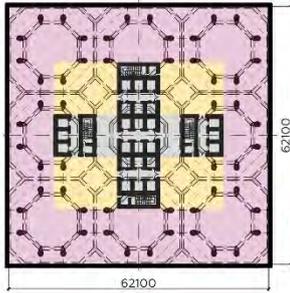
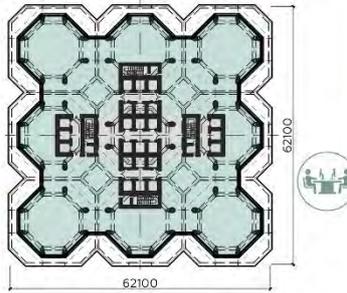
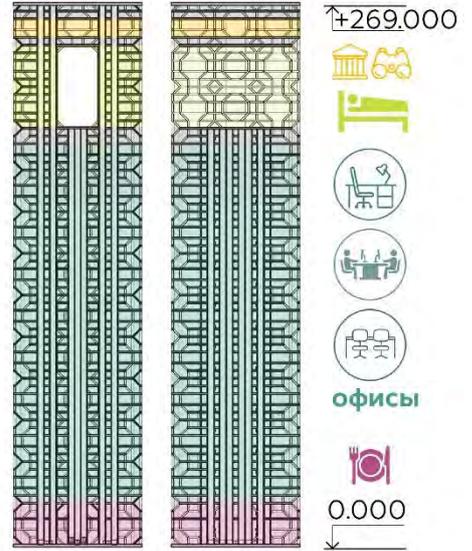


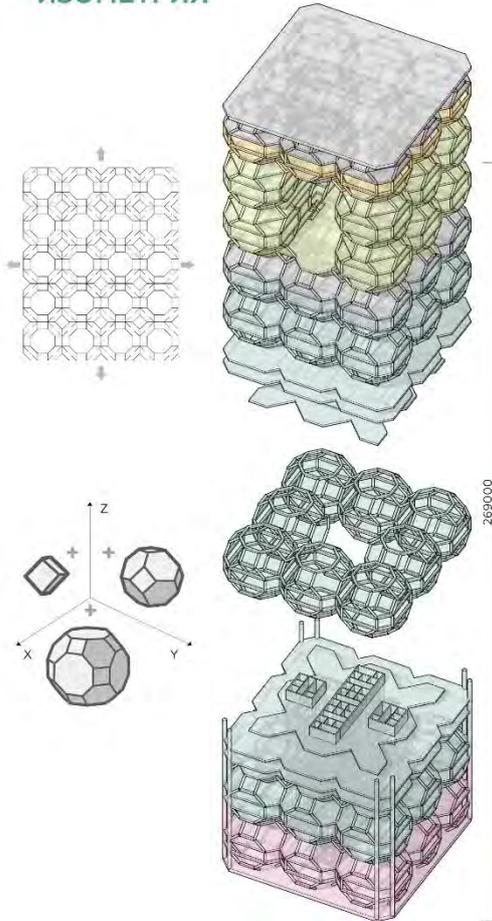
схема плана типового этажа



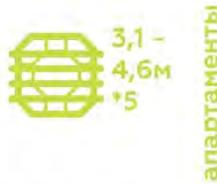
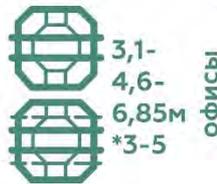
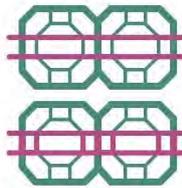
схемы разрезов



ИЗОМЕТРИЯ

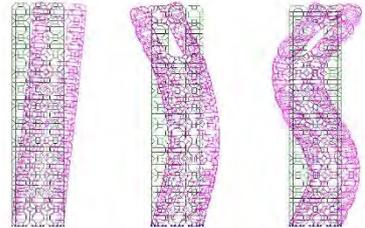


деление модуля

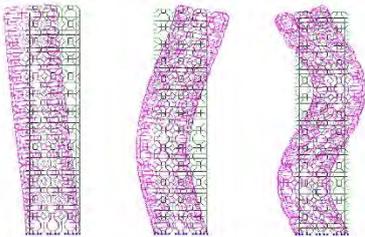


РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ

сейсмика по x (формы колебаний)

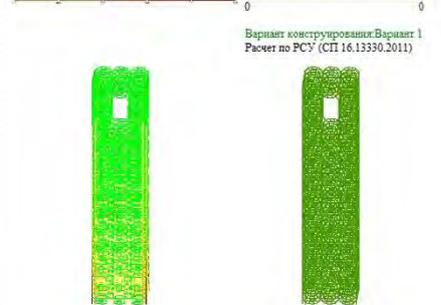


сейсмика по y (формы колебаний)



проверка 1ПС

проверка 2ПС



Вариант проектирования: Вариант 1  
Расчет по РСУ (СП 16.13330.2011)

ОСНОВНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

длина - 62,1 м      общая площадь - ок.170300м<sup>2</sup>  
 ширина - 62,1 м      строительный объем - ок.849580м<sup>3</sup>  
 высота - 269 м

ПАРАМЕТРЫ СОТЫ/ЕДИНИЧНОГО МОДУЛЯ

сторона основания - 5,4 м      объем - 6582м<sup>3</sup>  
 высота - 20,7 м  
 площадь основания - 141,1м<sup>2</sup>

Лист 3.2.4Г. Ячейка матрицы 4Г.

схема плана 1 этажа

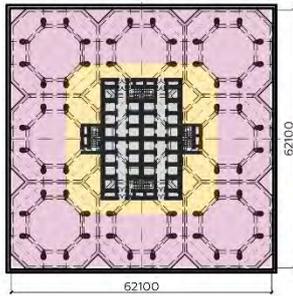
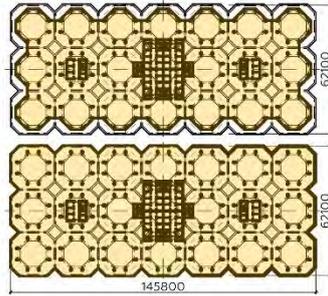
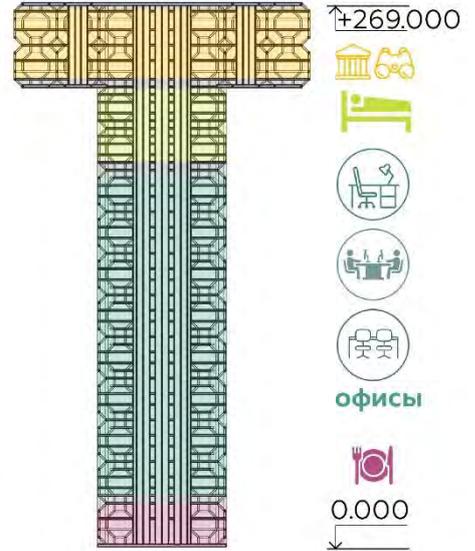


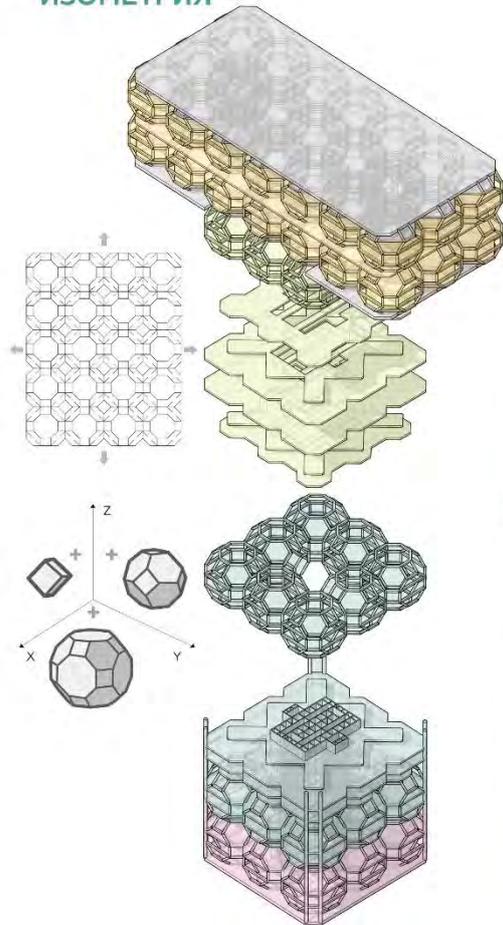
схема плана типового этажа



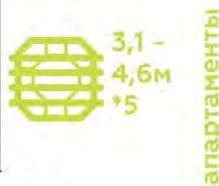
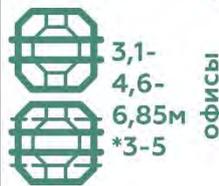
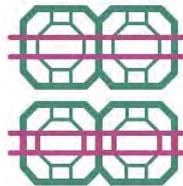
схемы разрезов



ИЗОМЕТРИЯ

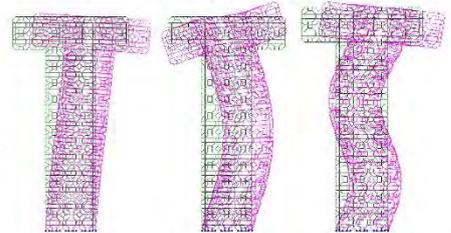


деление модуля

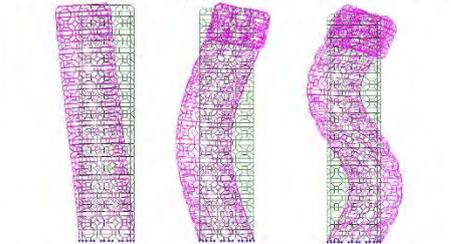


РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ

сейсмика по x (формы колебаний)



сейсмика по y (формы колебаний)



проверка 1ПС

проверка 2ПС



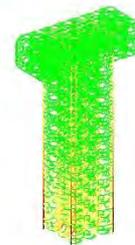
Вариант проектирования: Вариант 1  
Расчет по РСУ (СП 16.13330.2011)

ОСНОВНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

длина - 62,1 м      общая площадь - ок.280300м<sup>2</sup>  
 ширина - 145,8 м      строительный объем - ок.1050000м<sup>3</sup>  
 высота - 269 м

ПАРАМЕТРЫ СОТЫ/ЕДИНИЧНОГО МОДУЛЯ

сторона основания - 5,4 м      объем - 6582м<sup>3</sup>  
 высота - 20,7 м  
 площадь основания - 141,1м<sup>2</sup>



Лист 3.2.5Г. Ячейка матрицы 5Г.

схема плана 1 этажа

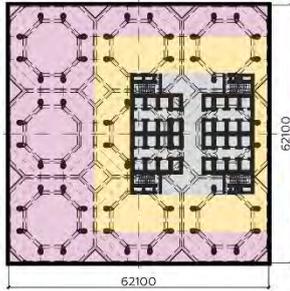
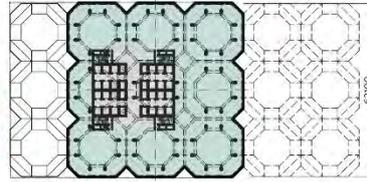
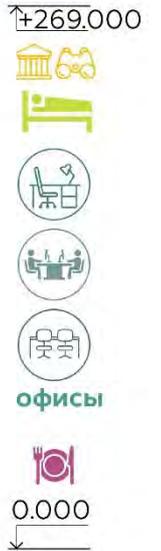
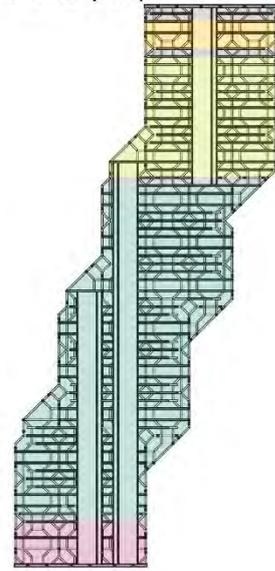


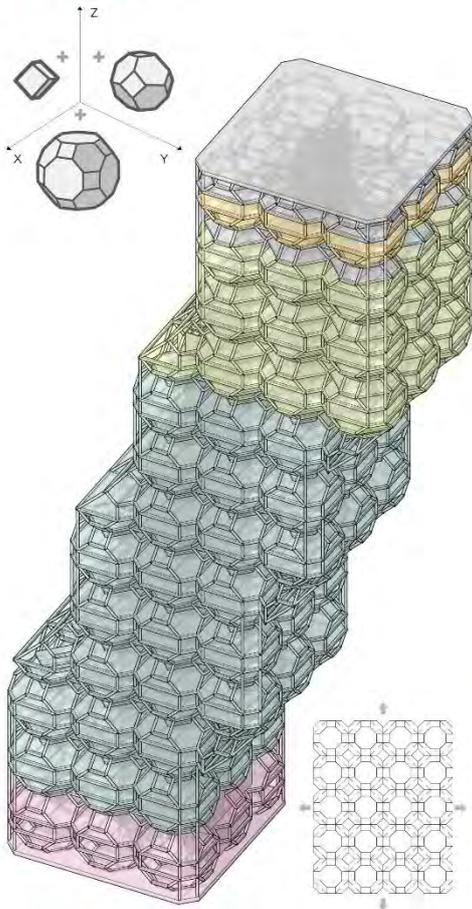
схема плана типового этажа



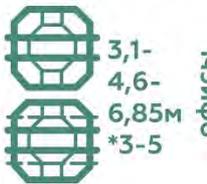
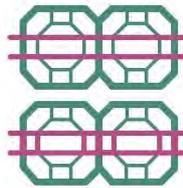
схемы разрезов



ИЗОМЕТРИЯ



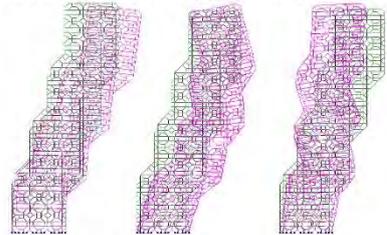
деление модуля



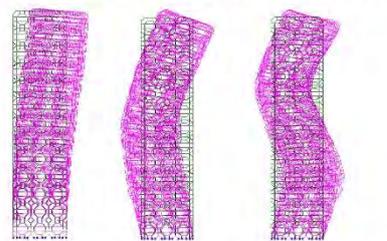
обществ. пр-ва  
офисы  
апартаменты

РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ

сейсмика по x (формы колебаний)



сейсмика по y (формы колебаний)

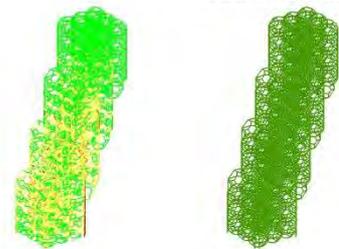


проверка 1ПС

проверка 2ПС



Вариант конструирования: Вариант 1  
Расчет по РСУ (СП 16.13330.2011)



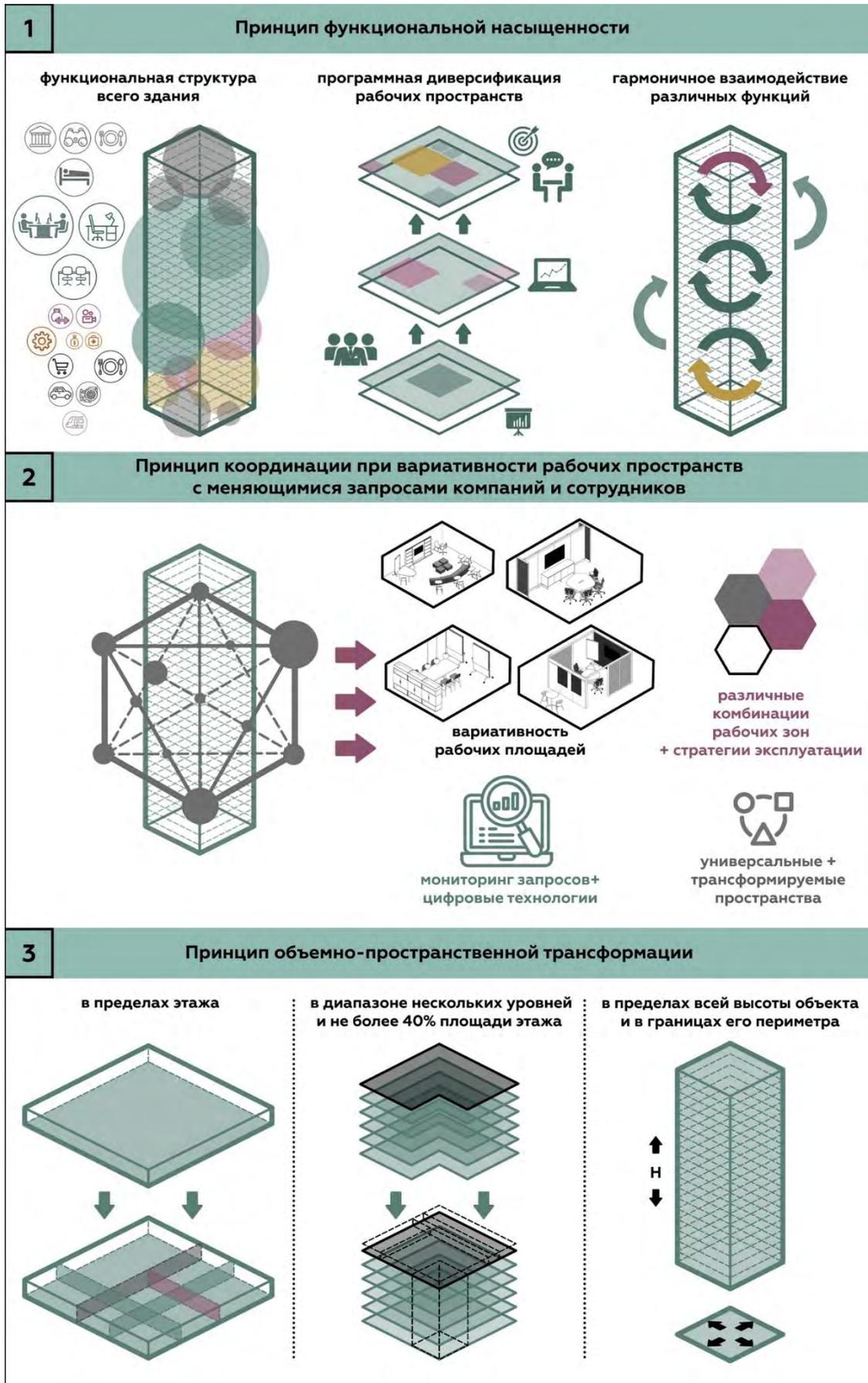
ОСНОВНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

длина - 62,1 м      общая площадь - ок.193500м<sup>2</sup>  
 ширина - 124,2 м      строительный объем - ок.948300м<sup>3</sup>  
 высота - 269 м

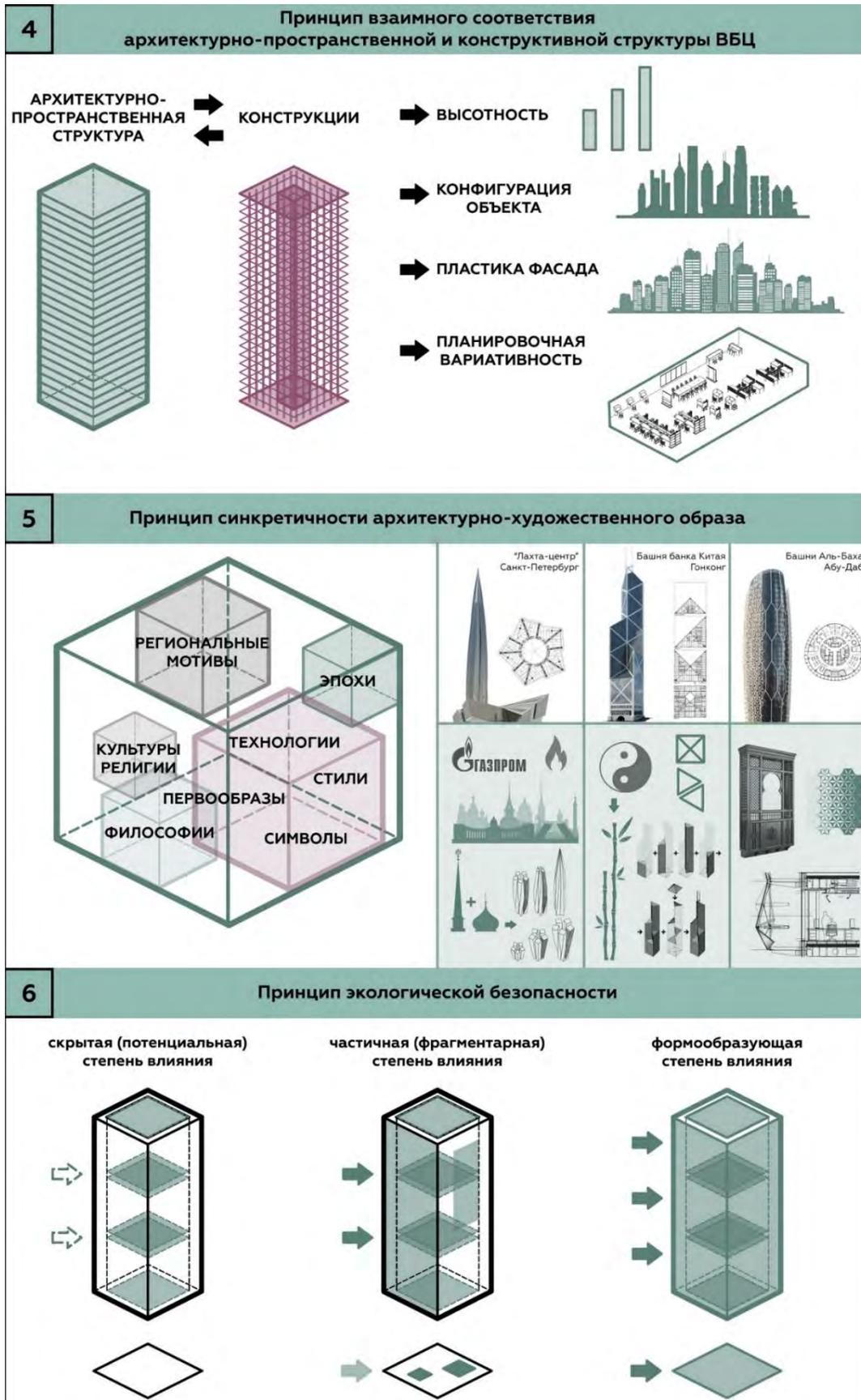
ПАРАМЕТРЫ СОТЫ/ЕДИНИЧНОГО МОДУЛЯ

сторона основания - 5,4 м      объем - 6582м<sup>3</sup>  
 высота - 20,7 м  
 площадь основания - 141,1м<sup>2</sup>

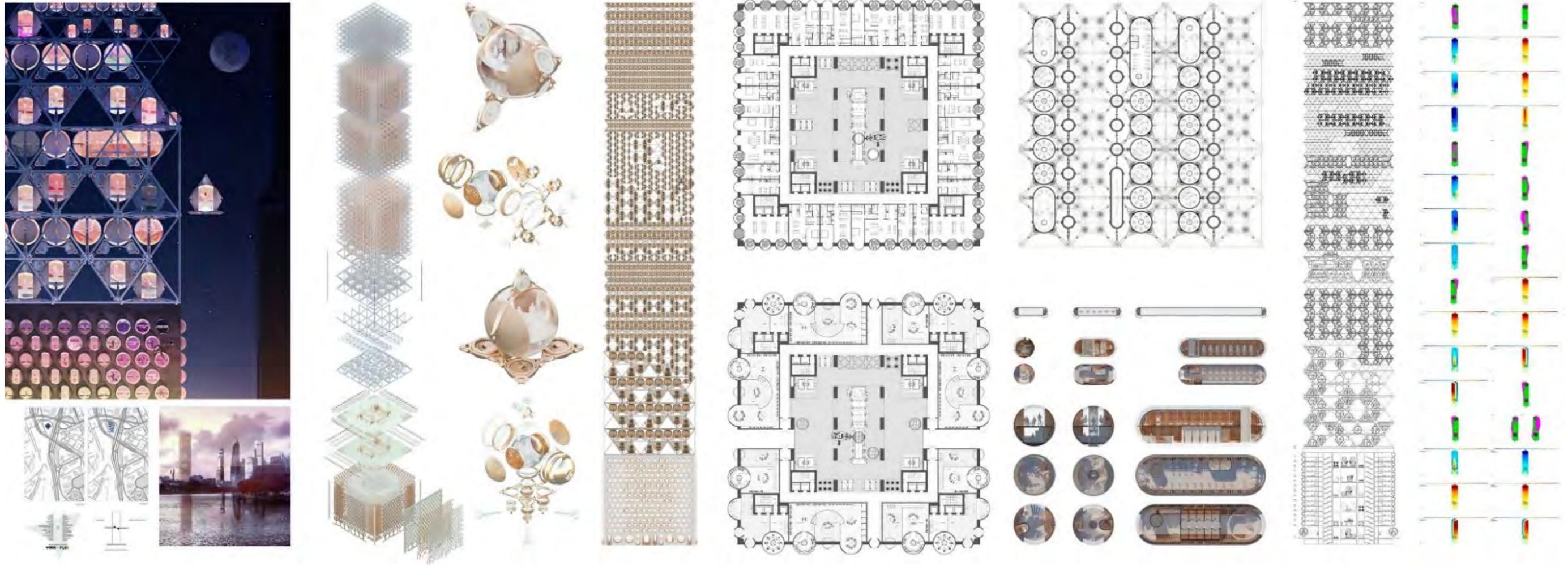
Лист 3.3.1. Принципы архитектурно-планировочного формирования ВБЦ (1-3).



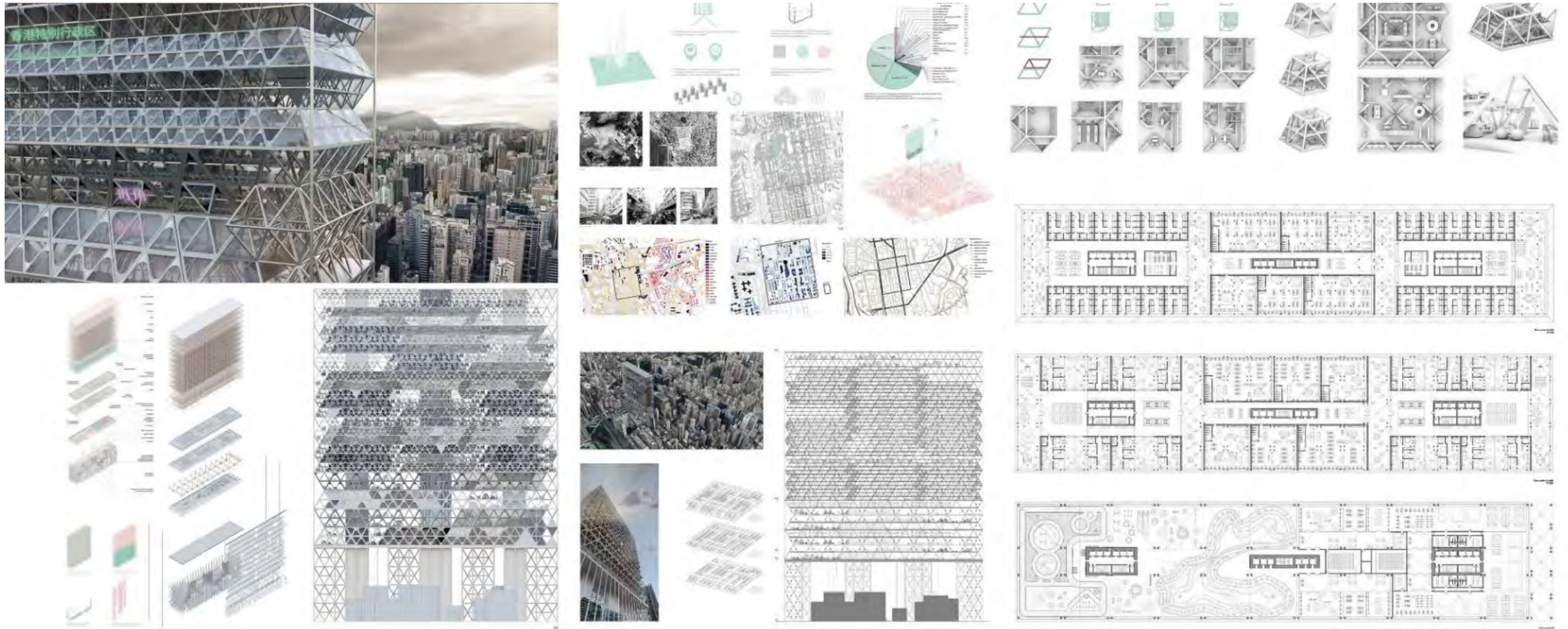
Лист 3.3.2. Принципы архитектурно-планировочного формирования ВБЦ (4-6).



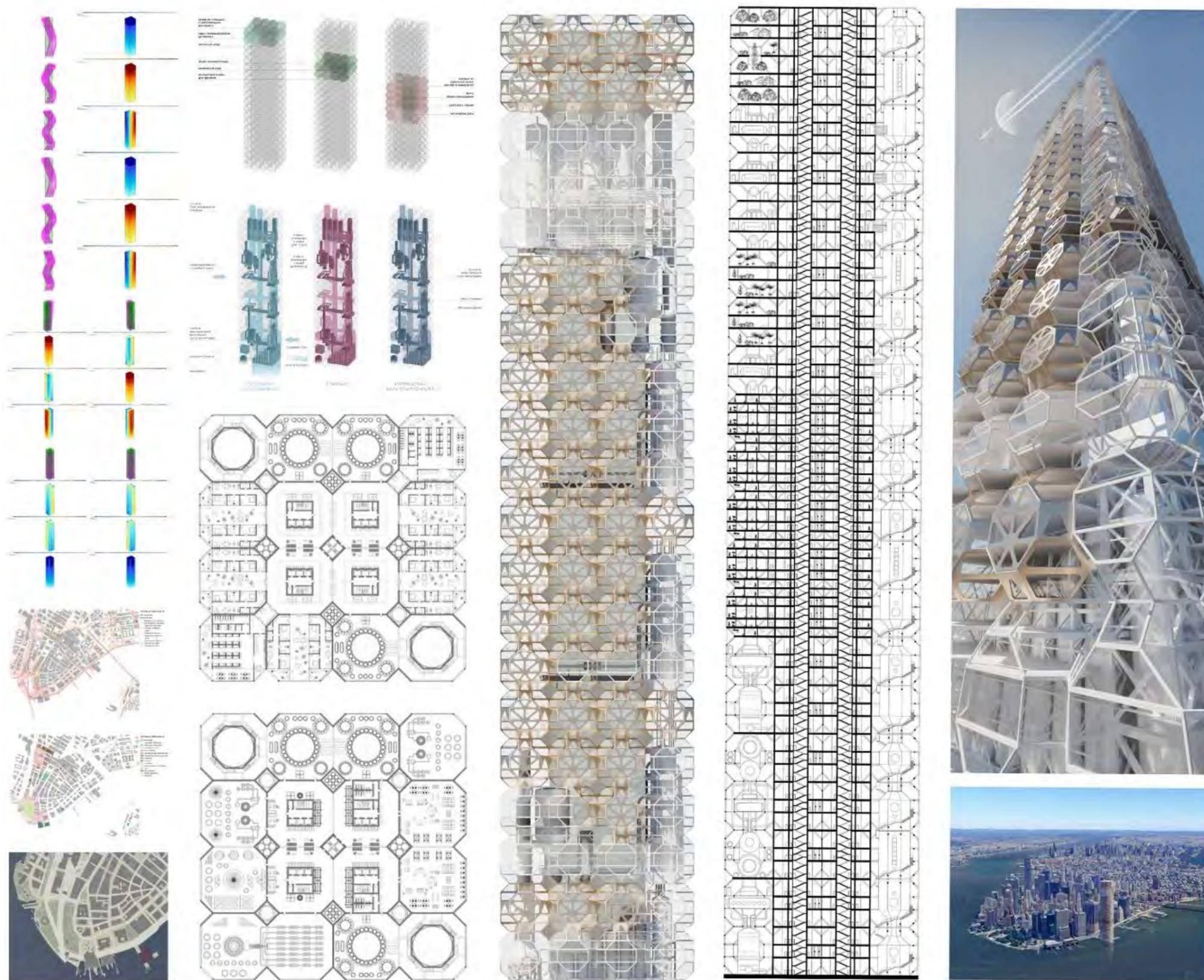
Лист 3.4.1. Проект №1. Башня рядом с ММДЦ Москва-Сити (Болдырева П.С.)



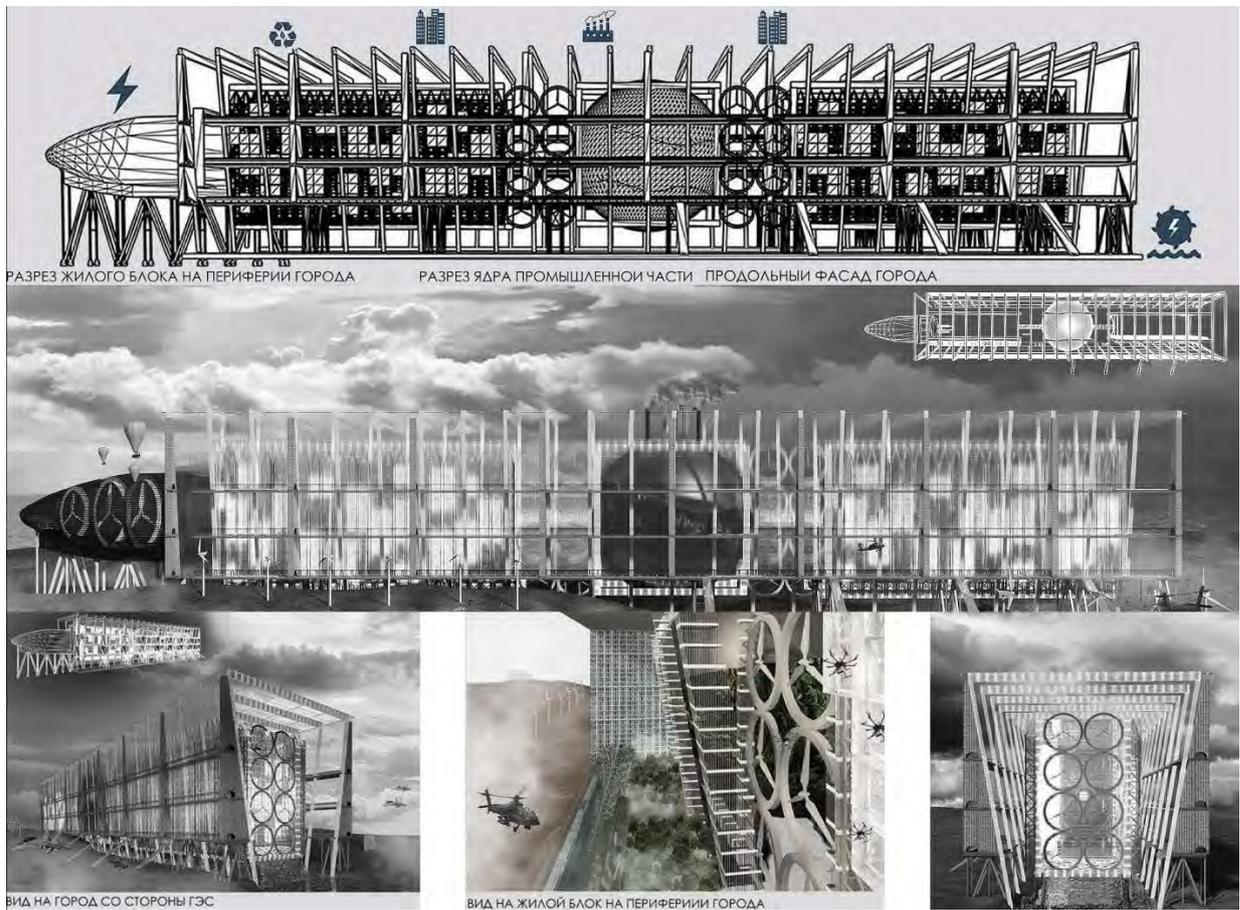
Лист 3.4.2. Проект № 2. Высотная структура в Нью-Йорке (Болдырева П.С.)



Лист 3.4.3. Проект № 3. Высотная структура в Нью-Йорке (Болдырева П.С.)



**Лист 3.4.4. Проект № 4. Мегавысотный объект с центральным способом общественных пространств (магистр Пивень В., руководитель Ульянова Е.В., консультант Болдырева П.С.)**



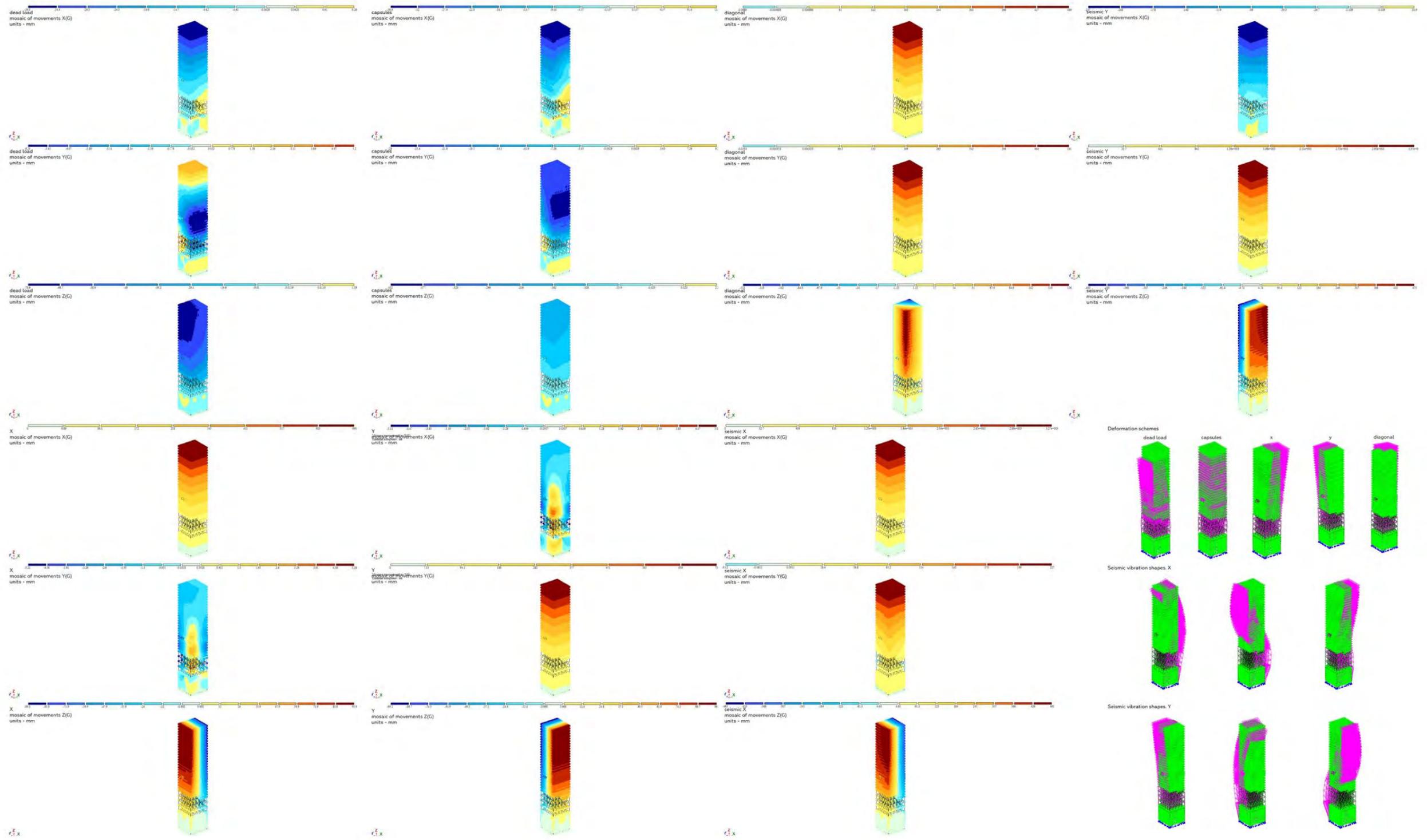
### Лист 3.4.5. Проект № 5. Высотная структура в Норильске

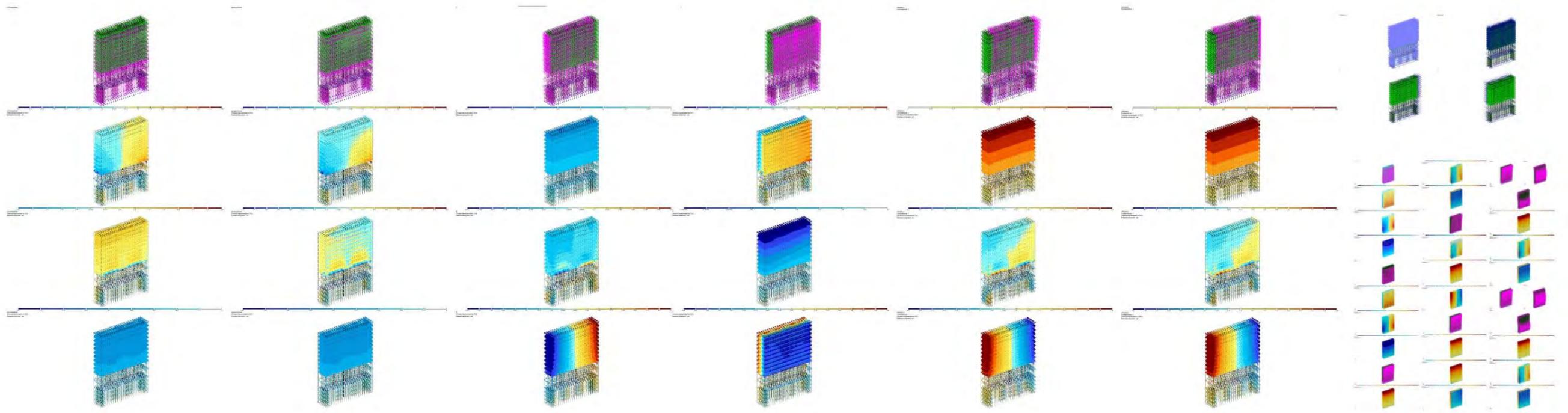
(бакалавр Швоева А., руководитель Туркатенко М.Н., консультант Болдырева П.С.)

Вертикальная теплица в Норильске



**Приложение 2. Математическое моделирование в программе ЛИРА.**





### **Приложение 3. Глоссарий.**

**Адаптивность** – способность архитектурного объекта к трансформации в ответ на меняющиеся запросы среды посредством обновления объемно-пространственных, программно-функциональных и конструктивно-технических характеристик.

**Апарт-офис (скай-офис)** – престижные рабочие пространства, отличающиеся повышенным уровнем комфорта, панорамными видами, предназначенные для представителей руководящих должностей.

**Биомиметика** (бионика, биогенез; от лат. bios жизнь, и mimesis подражание) - современное научное направление по заимствованию у природы ценных идей и реализации их в виде оригинальных материалов, процессов и технологий, имитирующих природные аналоги.

**Буферная зона** – связующий элемент между отдельными функциональными блоками, а также внутри них, в зависимости от масштаба; представлены холлами, рекреациями, тамбурами, коридорами и др.

**ВБЦ (высотный бизнес-центр)** – небоскреб (объект высотой от 100м) с преобладающим количеством офисных пространств, а также необходимой инфраструктурой для ведения деловой деятельности.

**Вернакулярная архитектура** (или народная) – неперсонифицированная архитектура, формообразование которой более подчинено природным факторам, нежели вкусовым предпочтениям и современным тенденциям. Понятие относится к любой эпохе и любой культуре; народное, или вернакулярное, архитектурное творчество не индивидуальное, а коллективное, воплощающее многовековой опыт поколений.

**Виртуальная реальность** (англ. virtual reality, искусственная реальность) — созданный техническими средствами мир (объекты и субъекты), передаваемый человеку через его ощущения: зрение, слух, обоняние, осязание и др.

**ВИЭ** (возобновляемый источник энергии) – устройство или механизм, позволяющий получать энергию из таких неисчерпаемых источников, как солнечный свет, ветер, дождь, приливы и геотермальная теплота.

**Гибкость** – способность приспосабливаться к изменениям и новым требованиям среды, тенденциям; качество среды, предполагающее многоцелевое использование, возможность объемно-пространственной и функциональной трансформации.

**Замощение** (геометрия) - разбиение плоскости на многоугольники или пространства на многогранники без пробелов и наслоений.

**Киберфизическая система** - сложная система, управляемая или контролируемая компьютерными алгоритмами, тесно интегрированная с сетью Интернет и его пользователями; система из вычислительных и физических элементов, которая постоянно получает данные из окружающей среды и использует их для дальнейшей оптимизации процессов управления; ее главный принцип - взаимосвязь между их физическими и вычислительными элементами.

**Китбашинг** (от англ. слова kitbash, где kit - набор/комплект, а bash - импровизация или попытка) - процесс создания новой 3D модели на основе других 3D форм-запчастей.

**Медиатехнологии** (в архитектуре) – объединенные в систему программно-аппаратные комплексы, осуществляющие сбор, обработку, трансляцию и преобразование информации.

**Медиафасад** – светодиодный экран, конструкция которого в высотных зданиях закрепляется поверх ограждающей системы или интегрируется в сложную многослойную оболочку объекта.

**Мезопространство** (от греч. «мезо» - средний) – промежуточное пространство между двумя и более ограждающими плоскостями.

#### **Планировка:**

- **гибкая** - планировка, предоставляющая возможность изменять размеры, размещение и конфигурацию отдельных помещений, а также позволяющая

разделять внутреннее пространство легкими трансформирующимися элементами;

- **жесткая** – форма организации пространства без возможности объемно-планировочных трансформаций.

**Пространственная сота** – геометрически неизменяемый пространственный модуль (структурная ячейка) из несущих стержневых стальных, железобетонных, сталежелезобетонных и деревоклееных конструкций высотных зданий; в геометрии сотами обозначается заполнение пространства непересекающимися многогранниками, при котором не остаётся незаполненного пространства.

**ПСПК** (перекрестно-стержневая пространственная конструкция) - регулярные структуры, построенные на принципе многосвязности, составленные из правильных и полуправильных многогранников, обладающих двумя важнейшими свойствами: возможностью плотного заполнения пространства, т.е. разбиения пространства на многогранники без пробелов и наслоений, и одной длиной модульного стержня в пределах одной конструкции.

**Рабочее место** – пространство, выделяемое для сотрудника для работы и выполнения им основных трудовых задач (СП 118.13330.2022. Свод правил. Общественные здания и сооружения. СНиП 31-06-2009; от 6 кв. м на чел.).

**Ромбододекаэдр** – многогранник, имеющий двенадцать граней, каждая из которых является ромбом.

**Ромбоусеченный кубооктаэдр** – полуправильный выпуклый многогранник, грани которого являются правильными многоугольниками трех типов - восьмиугольник, шестиугольник и четырехугольник. Имеет несколько названий: ромбоусечённый кубооктаэдр (Магнус Веннинджер), усечённый кубооктаэдр (Иоганн Кеплер), большой ромбокубооктаэдр (Роберт Вильямс), большой ромбокубооктаэдр (Питер Кромвель), общеусечённый куб (omnitruncated cube) или скос-усечённый куб (cantitruncated cube) (Норман Джонсон).

**Синергия** (греч. - соучастие, содействие) – комбинированное воздействие факторов, характеризующееся тем, что их объединённое действие существенно превосходит эффект каждого отдельно взятого компонента и их простой суммы.

**Синкертичность** (архитектурного образа) - целостность объекта при разнородности его отдельных элементов, возникающей в результате многоуровневого синтеза композиционных черт различных течений, стилей и культур, а также индивидуальных авторских решений и инноваций.

**Система МЕРО** – сборно-разборная перекрестно-стержневая пространственная система из узловых и стержневых элементов; узел МЕРО (МАрХИ) состоит из литого сферического, полусферического, либо многогранного элемента-коннектора с высверленными в нем отверстиями для болтов по числу примыкающих стержней.

**Структурные конструкции** – пространственные стержневые системы, образованные стержнями, соединяющимися в узлах и расположенными в пространстве и строгом геометрическом порядке.

**Тетраэдр** – геометрическое тело из четырех граней, каждая из которых - правильный треугольник.

**ТКЯ** (транспортно-коммуникационное ядро) – объёмно-планировочный узел, обеспечивающий вертикальные связи и перемещение.

**Топологическая оптимизация** – метод автоматизированного проектирования, позволяющий получить оптимальную форму изделия в заданных условиях эксплуатации.

**Трансформация** - изменения архитектурного объекта в связи с необходимостью; помимо модификации объёмно-планировочных характеристик, это понятие подразумевает возможность физико-технических и визуальных изменений; может быть обратимой и необратимой.

**Усеченный икосододекаэдр** – полуправильный выпуклый многогранник, грани которого являются правильными многоугольниками трёх типов - пятиугольник, четырехугольник и треугольник.

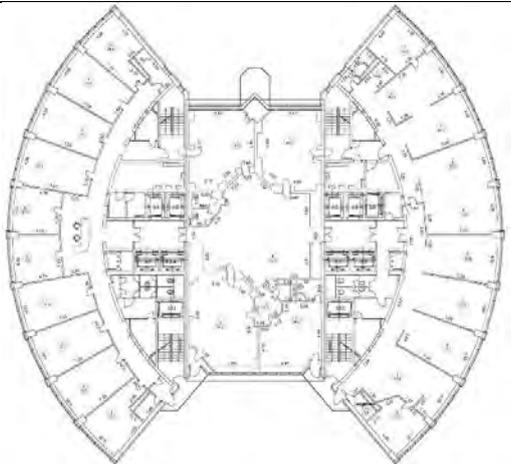
**Устойчивое развитие** - политика в различных сферах деятельности, направленная на минимизацию негативного воздействия человека и объектов приложения его труда на окружающую среду в долгосрочной перспективе.

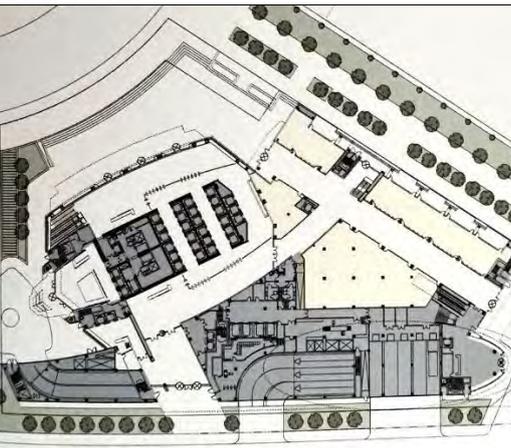
**Функциональное зонирование** – совокупность проектных действий, нацеленных на формирование в пространстве архитектурного объекта частей различного назначения на основании их ведущих функций (основных направлений деятельности).

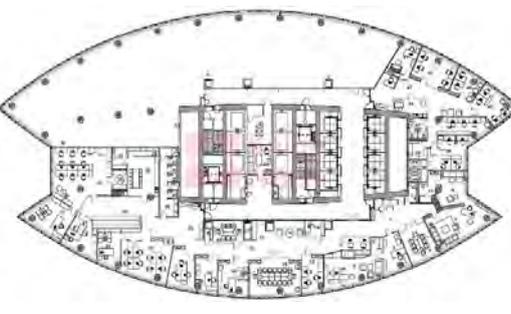
**Шестой технологический уклад** – совокупность сопряжённых производств, имеющих единый технический уровень и развивающихся синхронно; характеризуется развитием робототехники, биотехнологий, систем искусственного интеллекта, глобальных информационных сетей, интегрированных высокоскоростных транспортных систем, автоматизацией систем, производством конструкционных материалов с заранее заданными свойствами, применением ВИЭ.

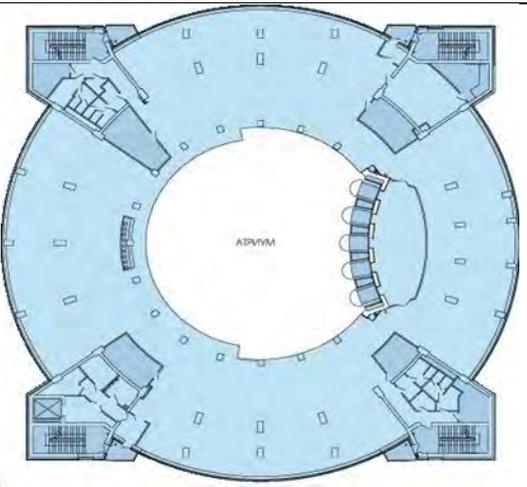
**Экзоскелет** – внешний каркас, образованный снаружи основного объема здания, усиливающий жесткость и прочность его несущего остова.

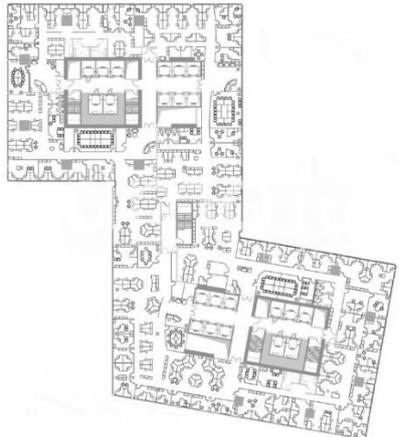
**Приложение 4. Перечень проанализированных объектов.****Россия: Москва, Санкт-Петербург, Екатеринбург**

<b>№ 1</b>		<b>Башня 2000</b>	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	Б.Тхор		
Страна/город:	Россия, Москва		
Год:	2001		
Высота:	104		
Кол-во уровней:	32		
Общая площадь:	38 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло		
Функции:	Офисы		
Источник иллюстраций:		<a href="https://moscow-city.guide/towers/bashnya-2000/">https://moscow-city.guide/towers/bashnya-2000/</a>	<a href="https://bashnja-2000.ru/wp-content/uploads/plan-350-m2.jpg">https://bashnja-2000.ru/wp-content/uploads/plan-350-m2.jpg</a>

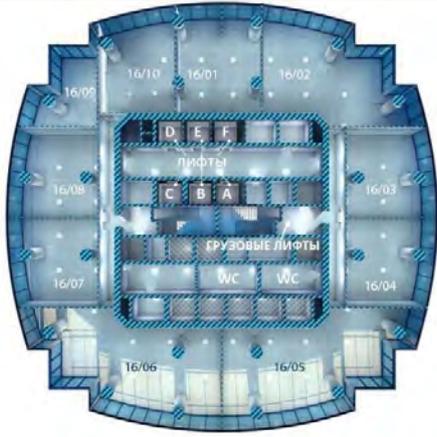
<b>№ 2</b>		<b>Евразия</b>	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	Swanke Hayden Connell Architects		
Страна/город:	Россия, Москва		
Год:	2004		
Высота:	309м		
Кол-во уровней:	70		
Общая площадь:	207,5 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Сталь, стекло, ж/б		
Функции:	Офисы		
Источник иллюстраций:		Binder, G. One hundred and one of the world's tallest buildings (CTBUH) / G. Binder. – Mulgrave (Australia): The Images Publishing Group. – 2006. – 240p.	

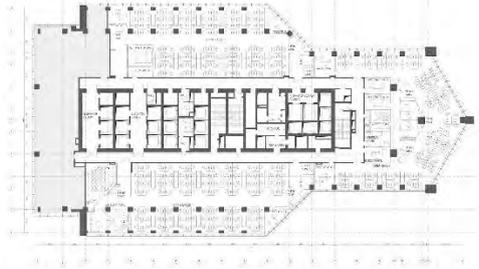
<b>№ 3</b>		<b>Башня на набережной (блок С)</b>	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	RTKL Associates		
Страна/город:	Россия, Москва		
Год:	2007		
Высота:	268 м		
Кол-во уровней:	59		
Общая площадь:	157 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло		
Функции:	Офисы		
Источник иллюстраций:		<a href="https://archi.ru/projects/russia/4668/bashnya-na-naberezhnoi-kompleks/bashnya-na-naberezhnoj-blok-s-subarend-a-os27700-mmhc-moskva-siti-uchastok-10">https://archi.ru/projects/russia/4668/bashnya-na-naberezhnoi-kompleks/bashnya-na-naberezhnoj-blok-s-subarend-a-os27700-mmhc-moskva-siti-uchastok-10</a>	<a href="https://kf.expert/office/mnogofunkcionalnyy-kompleks/bashnya-na-naberezhnoj-blok-s-subarend-a-os27700">https://kf.expert/office/mnogofunkcionalnyy-kompleks/bashnya-na-naberezhnoj-blok-s-subarend-a-os27700</a>

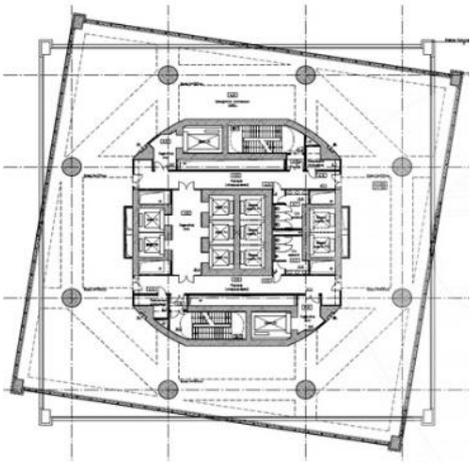
<b>№ 4</b>		<b>Северная башня (без стилобата)</b>	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	«Проектный институт №2» - В.Травуш, Г.Сирота		
Страна/город:	Россия, Москва		
Год:	2008		
Высота:	108м – верх.этаж, 131м - крыша		
Кол-во уровней:	27		
Общая площадь:	40,5 тыс. м <sup>2</sup> – башня (135тыс. м <sup>2</sup> – со стилобатом)		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло		
Функции:	Офисы, конференц-зал		
Источник иллюстраций:		<a href="https://www.mcity.ru/page/architecture_business_center_north_tower">https://www.mcity.ru/page/architecture_business_center_north_tower</a>	<a href="https://nothern-tower.ru/plans/">https://nothern-tower.ru/plans/</a>

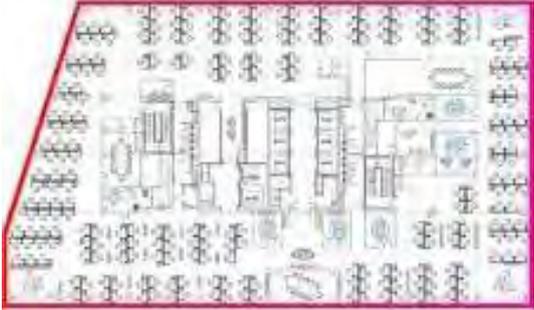
<b>№ 5</b>		<b>Город столиц</b>	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	NBBJ		
Страна/город:	Россия, Москва		
Год:	2011		
Высота:	257 и 302 (офисы до 71м)		
Кол-во уровней:	65 и 76 (офисы до 18ур.)		
Общая площадь:	288,7 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло		
Функции:	Офисы, апартаменты, торговля		
Источник иллюстраций:		<a href="https://www.msmap.ru/malls/2417">https://www.msmap.ru/malls/2417</a>	<a href="https://gorod-stolic-severnaja.amo.ru/photos">https://gorod-stolic-severnaja.amo.ru/photos</a>

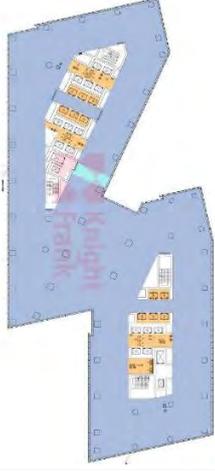
<b>№ 6</b>		<b>Империя</b>	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	NBBJ		
Страна/город:	Россия, Москва		
Год:	2011		
Высота:	238 м		
Кол-во уровней:	60		
Общая площадь:	203,2 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло		
Функции:	Офисы, торговля, обзорная площадка		
Источник иллюстраций:		<a href="https://of.ru/bc/imperia-tower/10670">https://of.ru/bc/imperia-tower/10670</a>	

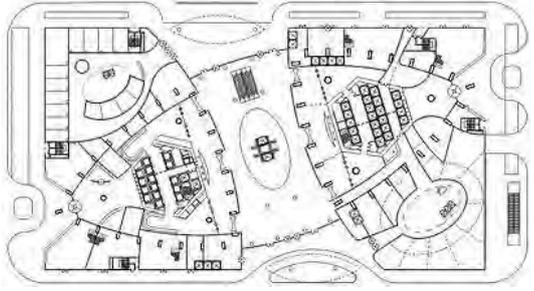
№ 7		Высоцкий	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	А.Молоков, В.Грачев		
Страна/город:	Россия, Екатеринбург		
Год:	2011		
Высота:	188 м		
Кол-во уровней:	54		
Общая площадь:	124 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло, алюминий		
Функции:	Офисы, музей, торговля, обзорная площадка		
Источник иллюстраций:		<a href="http://vysotsky-ekb.ru/">http://vysotsky-ekb.ru/</a>	

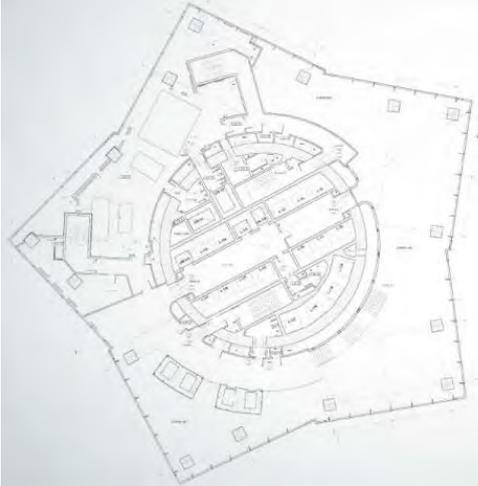
№ 8		Меркурий	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	Ф.Уильямс, М.Посохин «Моспроект-2», Г.Сирота		
Страна/город:	Россия, Москва		
Год:	2014		
Высота:	339 м		
Кол-во уровней:	75		
Общая площадь:	174 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло		
Функции:	Офисы		
Источник иллюстраций:		<a href="https://mc-guide.ru/planeta-merkuriy/">https://mc-guide.ru/planeta-merkuriy/</a>	<a href="https://archi.ru/russia/image_large.html?id=236104">https://archi.ru/russia/image_large.html?id=236104</a>

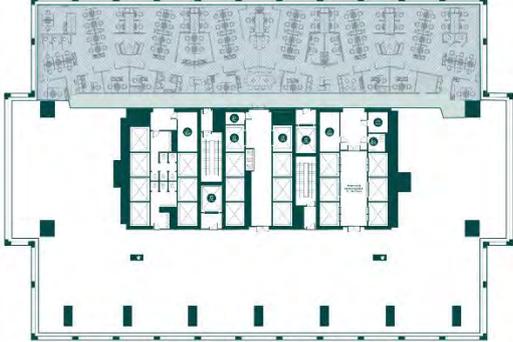
№ 9		Эволюция	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	Филипп Никандров (Горпроект), RMJM		
Страна/город:	Россия, Москва		
Год:	2015		
Высота:	246м по крыше 220м по верх.эт.		
Кол-во уровней:	55		
Общая площадь:	154 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, холодногнутое стекло		
Функции:	Офисы, торговля		
Источник иллюстраций:		<a href="https://archi.ru/projects/russia/276/bashnya-evolyuciya">https://archi.ru/projects/russia/276/bashnya-evolyuciya</a>	<a href="https://brstu.ru/docs/faculties/fmp/konferencii/2020/gracheva_ek.pdf">https://brstu.ru/docs/faculties/fmp/konferencii/2020/gracheva_ek.pdf</a>

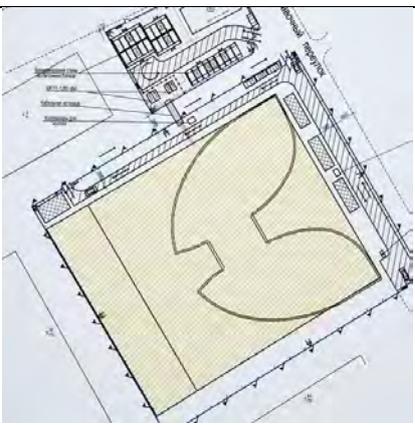
№ 10		ОКО (Северная башня)	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	SOM, Промстройпроект		
Страна/город:	Россия, Москва		
Год:	2016		
Высота:	245 м		
Кол-во уровней:	49		
Общая площадь:	110,8 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло		
Функции:	Офисы		
Источник иллюстраций:		<a href="https://moscowcitysale.ru/blog/neboskreby-oko-gotovyе-apartamenty-v-siti">https://moscowcitysale.ru/blog/neboskreby-oko-gotovyе-apartamenty-v-siti</a>	<a href="https://moscow-city-sale.ru/arenda-ofisov/bashnya-oko">https://moscow-city-sale.ru/arenda-ofisov/bashnya-oko</a>

№ 11		IQ-квартал (башни 2 и 3)	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	NBBJ		
Страна/город:	Россия, Москва		
Год:	2017		
Высота:	135 и 173 м		
Кол-во уровней:	33 и 42		
Общая площадь:	118,3 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло		
Функции:	Офисы, торговля		
Источник иллюстраций:		<a href="https://mskguru.ru/novostroyki/409-iq-kvartal-siter">https://mskguru.ru/novostroyki/409-iq-kvartal-siter</a>	<a href="https://kf.expert/office/mnogofunktionalnyy-kompleks/iq-kvartal-zdanie-2-os29920">https://kf.expert/office/mnogofunktionalnyy-kompleks/iq-kvartal-zdanie-2-os29920</a>

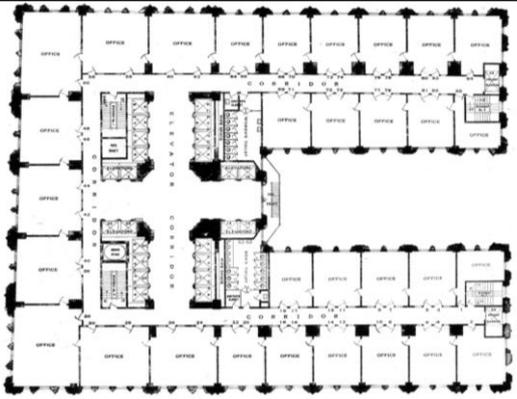
№ 12		Федерация	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	С. Чобан, П. Шведер		
Страна/город:	Россия, Москва		
Год:	2017		
Высота:	242 и 374		
Кол-во уровней:	62 и 95		
Общая площадь:	443 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло		
Функции:	Офисы, торговля, обзорная площадка		
Источник иллюстраций:		<a href="https://stroj.mos.ru/uploads/user_files/static_images/Intervju/City M/1bashnya fed render">https://stroj.mos.ru/uploads/user_files/static_images/Intervju/City M/1bashnya fed render</a>	<a href="https://archi.ru/projects/world/image_large.html?id=4491">https://archi.ru/projects/world/image_large.html?id=4491</a>

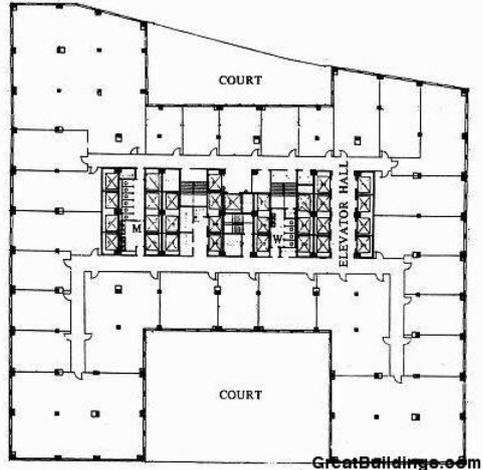
<b>№ 13</b>		<b>Лахта-центр</b>	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	RMJM, Горпроект		
Страна/город:	Россия, Санкт-Петербург		
Год:	2019		
Высота:	462 м		
Кол-во уровней:	87		
Общая площадь:	570 тыс. м <sup>2</sup> – весь комплекс		
Материалы:	Ж/б, сталь, гнутое стекло		
Функции:	Офисы, торговля		
Источник иллюстраций:		<a href="https://www.kkge.ru/tsifra-na-vysote-informatsionnaya-model-lahta-tsentra-kak-predvestnik-budushhego-stroitelstva/">https://www.kkge.ru/tsifra-na-vysote-informatsionnaya-model-lahta-tsentra-kak-predvestnik-budushhego-stroitelstva/</a>	

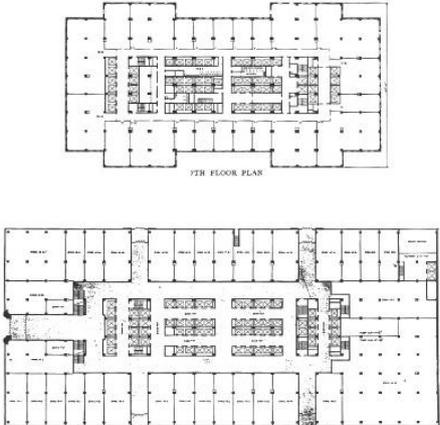
<b>№14</b>		<b>Нева Тауэрс (Башня 1)</b>	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	Spreech		
Страна/город:	Россия, Москва		
Год:	2020		
Высота:	302		
Кол-во уровней:	68		
Общая площадь:	166 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло		
Функции:	Офисы, торговля		
Источник иллюстраций:		<a href="https://archi.ru/projects/russia/9853/neva-towers">https://archi.ru/projects/russia/9853/neva-towers</a>	

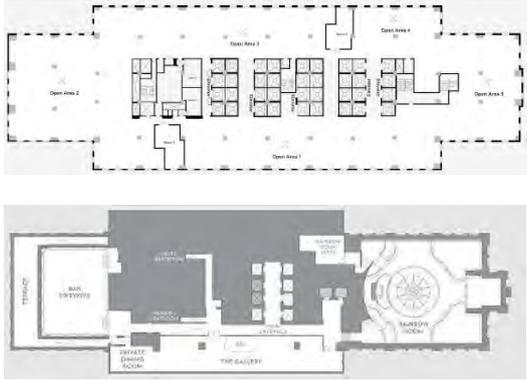
<b>№ 15</b>		<b>Москоу-Тауэрс* (до 2022 Grand Towers)</b>	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:			
Страна/город:	Россия, Москва		
Год:	2024		
Высота:	283		
Кол-во уровней:	62		
Общая площадь:	400 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло		
Функции:	Офисы, торговля		
Источник иллюстраций:		<a href="https://moscow-city.guide/towers/bashnya-grand-tower/">https://moscow-city.guide/towers/bashnya-grand-tower/</a>	

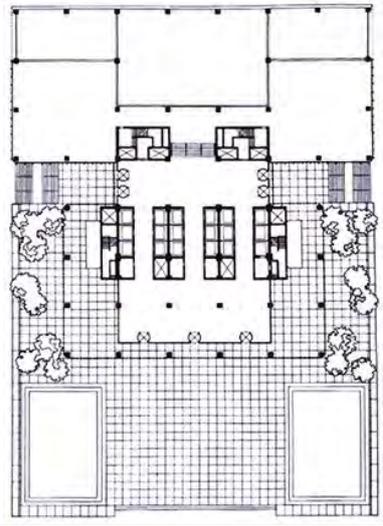
## Северная Америка: США, Канада

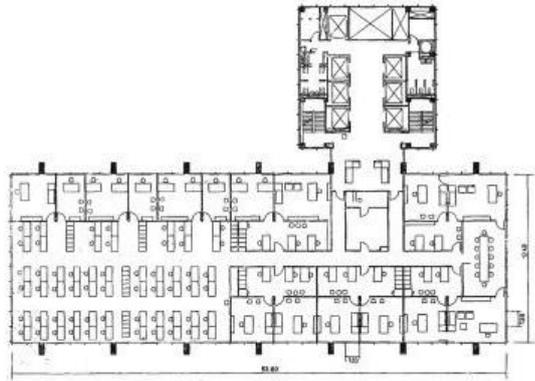
№ 16	Вулворт-билдинг (Woolworth Building)		
Общая информация	Внешний вид/ Фасад	План/ схемы	
Арх./ арх.бюро:			
Страна/город:			
Год:			
Высота:			
Кол-во уровней:			
Общая площадь:			
Материалы:			
Функции:			
Источник иллюстраций:	<a href="https://www.archdaily.com/477187/ad-classics-woolworth-building-cass-gilbert">https://www.archdaily.com/477187/ad-classics-woolworth-building-cass-gilbert</a>		

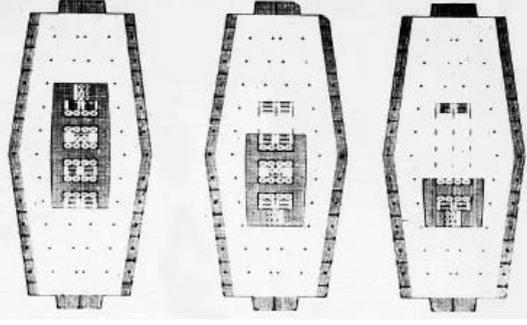
№ 17	Крайслер-Билдинг (Chrysler building)		
Общая информация	Внешний вид/ Фасад	План/ схемы	
Арх./ арх.бюро:			
Страна/город:			
Год:			
Высота:			
Кол-во уровней:			
Общая площадь:			
Материалы:			
Функции:			
Источник иллюстраций:	<a href="https://www.archdaily.com/98222/ad-classics-chrysler-building-william-van-alen">https://www.archdaily.com/98222/ad-classics-chrysler-building-william-van-alen</a>		

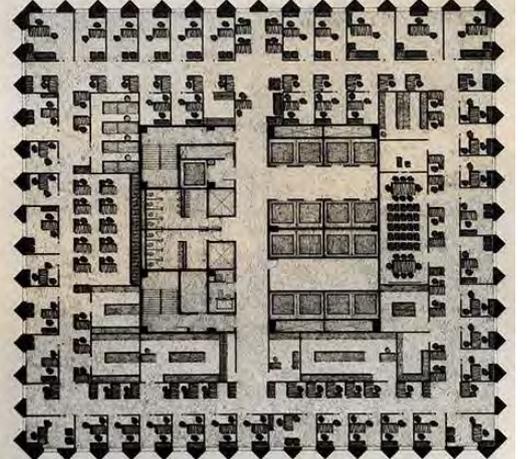
№ 18	Эмпайр-Стейт-Билдинг (Empire State Building)		
Общая информация	Внешний вид/ Фасад	План/ схемы	
Арх./ арх.бюро:			
Страна/город:			
Год:			
Высота:			
Кол-во уровней:			
Общая площадь:			
Материалы:			
Функции:			
Источник иллюстраций:	<a href="https://archeyes.com/the-empire-state-building-by-shreve-lamb-and-harmon/">https://archeyes.com/the-empire-state-building-by-shreve-lamb-and-harmon/</a>		

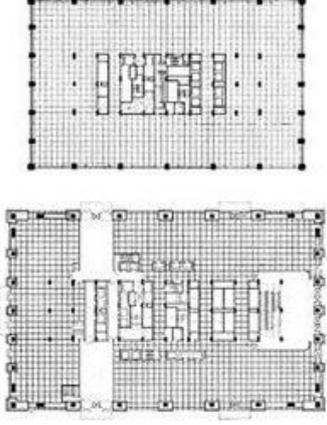
№ 19		Рокфеллер-Плаза, 30 (RCA or GE Building/ 30 Rockefeller Plaza)	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	Raymond Hood		
Страна/город:	США, Нью-Йорк		
Год:	1933		
Высота:	259 м		
Кол-во уровней:	70		
Общая площадь:	195,1 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Сталь, гранит, алюминий, известняк		
Функции:	Офисы		
Источник иллюстраций:		<a href="https://marketplace.vts.com/listing/30-rockefeller-plaza-new-york-ny/3c1ad8e2-3cdb-4168-85f0-aadc6270d4da">https://marketplace.vts.com/listing/30-rockefeller-plaza-new-york-ny/3c1ad8e2-3cdb-4168-85f0-aadc6270d4da</a>	

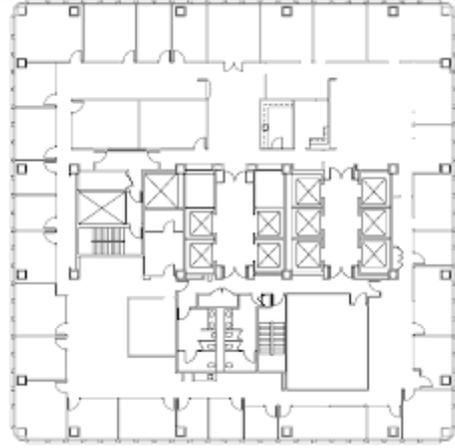
№ 20		Сигрем-Билдинг (Seagram Building)	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	Мис ван дер Роэ, Ф. Джонсон		
Страна/город:	США, Нью-Йорк		
Год:	1958		
Высота:	157		
Кол-во уровней:	38		
Общая площадь:	78,9 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Сталь, стекло, бронза		
Функции:	Офисы		
Источник иллюстраций:		<a href="https://todesignllc.com/blog?id=67200/the-iconic-seagram-building">https://todesignllc.com/blog?id=67200/the-iconic-seagram-building</a>	

№ 21		Инленд-Стил-Билдинг (Inland steel building)	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	SOM		
Страна/город:	США, Чикаго		
Год:	1958		
Высота:	101 м		
Кол-во уровней:	19		
Общая площадь:	30,2 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Сталь, стекло, бетон		
Функции:	Офисы		
Источник иллюстраций:		<a href="https://inlandsteelbuilding.com/">https://inlandsteelbuilding.com/</a> <a href="https://ru.pinterest.com/pin/162411130295157779/">https://ru.pinterest.com/pin/162411130295157779/</a>	

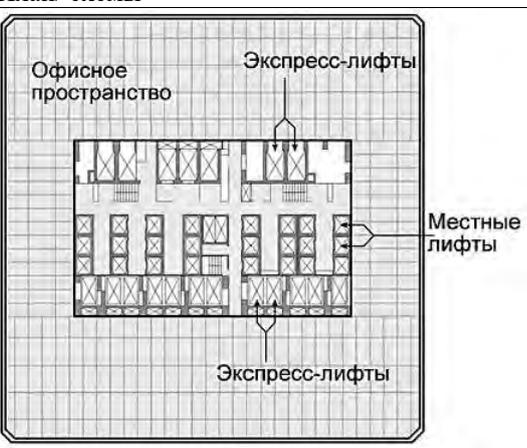
№ 22		Метлайф-Билдинг (MetLife Building, до 1981 года Pan Am Building)	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	E.Roth & Sons, P.Belluschi, W.Gropius		
Страна/город:	США, Нью-Йорк		
Год:	1963		
Высота:	246 м		
Кол-во уровней:	59		
Общая площадь:	260 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, гранит, мрамор, стекло, алюминий		
Функции:	Офисы, торговля		
Источник иллюстраций:		<a href="https://www.6sqft.com/great-game-changers-how-the-metlife-building-redefined-midtowns-architecture/">https://www.6sqft.com/great-game-changers-how-the-metlife-building-redefined-midtowns-architecture/</a>	

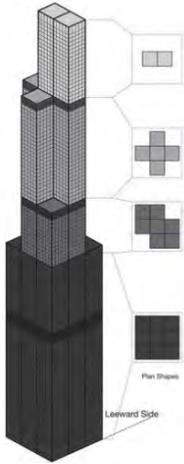
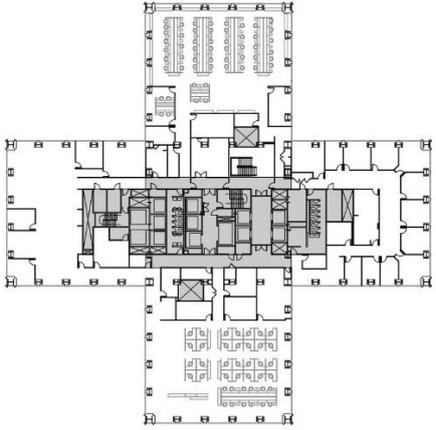
№ 23		Си-би-эс Билдинг (CBS building)	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	Eero Saarinen		
Страна/город:	США, Нью-Йорк		
Год:	1965		
Высота:	150 м		
Кол-во уровней:	38		
Общая площадь:	74 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, гранит, сталь, тонированное стекло		
Функции:	Офисы		
Источник иллюстраций:		<a href="https://www.re-thinkingthefuture.com/case-studies/a2745-the-cbs-building-by-eero-saarinen-the-black-rock/">https://www.re-thinkingthefuture.com/case-studies/a2745-the-cbs-building-by-eero-saarinen-the-black-rock/</a>	

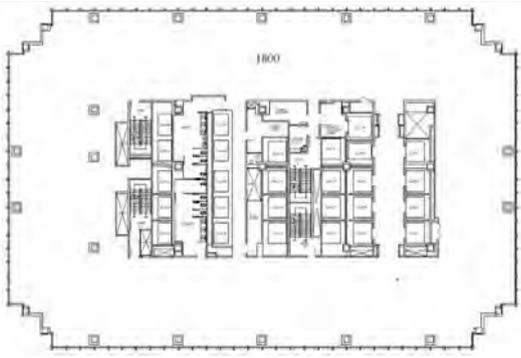
№ 24		Центр Джона Хэнкока (John Hancock Center)	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	SOM		
Страна/город:	США, Чикаго		
Год:	1970		
Высота:	443м с антенной		
Кол-во уровней:	100		
Общая площадь:	263,3 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Сталь, камень, алюминий, стекло		
Функции:	Офисы, жилье, торговля		
Источник иллюстраций:		<a href="https://architecturefarm.wordpress.com/2019/10/29/happy-50th-ctbuh/">https://architecturefarm.wordpress.com/2019/10/29/happy-50th-ctbuh/</a> <a href="https://ru.pinterest.com/pin/544654148666247238/">https://ru.pinterest.com/pin/544654148666247238/</a>	

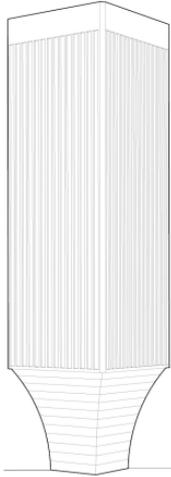
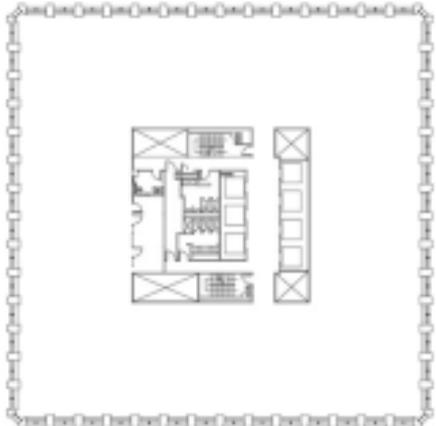
№ 25	Пирамида Трансамерика (Transamerica Pyramid)		
Общая информация	Внешний вид/ Фасад	План/ схемы	
Арх./ арх.бюро:			
Страна/город:			
Год:			
Высота:			
Кол-во уровней:			
Общая площадь:			
Материалы:			
Функции:			
Источник иллюстраций:	<a href="https://www.skyscrapercenter.com/building/transamerica-pyramid-center/772">https://www.skyscrapercenter.com/building/transamerica-pyramid-center/772</a>	<a href="https://images3.loopnet.com/d2/qfaPYA6iDIJlwEXVKQClFkJFBsJ9XvzgzMmzNk3PRs/document.pdf">https://images3.loopnet.com/d2/qfaPYA6iDIJlwEXVKQClFkJFBsJ9XvzgzMmzNk3PRs/document.pdf</a>	

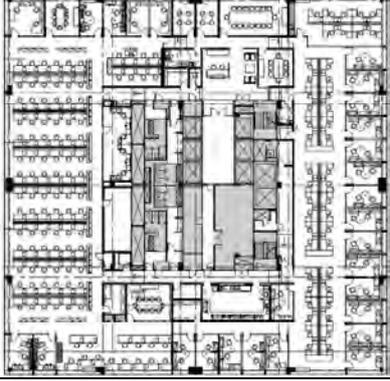
№ 26	Аон-центр (Aon Center)		
Общая информация	Внешний вид/ Фасад	План/ схемы	
Арх./ арх.бюро:			
Страна/город:			
Год:			
Высота:			
Кол-во уровней:			
Общая площадь:			
Материалы:			
Функции:			
Источник иллюстраций:	<a href="https://www.skyscrapercenter.com/building/aon-center/339">https://www.skyscrapercenter.com/building/aon-center/339</a>	<a href="https://en.wikiarquitectura.com/aon-center-planta-79-2/">https://en.wikiarquitectura.com/aon-center-planta-79-2/</a>	

№ 27	Всемирный торговый центр (World Trade Center)		
Общая информация	Внешний вид/ Фасад	План/ схемы	
Арх./ арх.бюро:			
Страна/город:			
Год:			
Высота:			
Кол-во уровней:			
Общая площадь:			
Материалы:			
Функции:			
Источник иллюстраций:	<a href="https://ruswi.com/bashni-bliznetsy-v-nyu-jorke">https://ruswi.com/bashni-bliznetsy-v-nyu-jorke</a>	<a href="https://pub.wikireading.ru/68168">https://pub.wikireading.ru/68168</a>	

№ 28		Уиллис (Сирз) Тауэр (Sears Tower)	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	SOM		
Страна/город:	США, Чикаго		
Год:	1974		
Высота:	526м (с антенной)		
Кол-во уровней:	110		
Общая площадь:	423,6 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Сталь, анодир. алюминий		
Функции:	Офисы, торговля, конференц-центр, обсерватория		
Источник иллюстраций:		<a href="https://en.wikiarquitectura.com/building/sears-tower-willis-tower/#sears-tower-escalonado">https://en.wikiarquitectura.com/building/sears-tower-willis-tower/#sears-tower-escalonado</a>	

№ 29		АОН-Центр (AON Center)	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	The Luckman Partnership		
Страна/город:	США, Лос-Анджелес		
Год:	1974		
Высота:	262 м		
Кол-во уровней:	62		
Общая площадь:	116,1 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Сталь, стекло, алюминий		
Функции:	Офисы		
Источник иллюстраций:		<a href="https://www.skyscrapercenter.com/building/aon-center/744">https://www.skyscrapercenter.com/building/aon-center/744</a> <a href="https://property.jll.com/listings/aon-center-707-wilshire-blvd-cbd">https://property.jll.com/listings/aon-center-707-wilshire-blvd-cbd</a>	

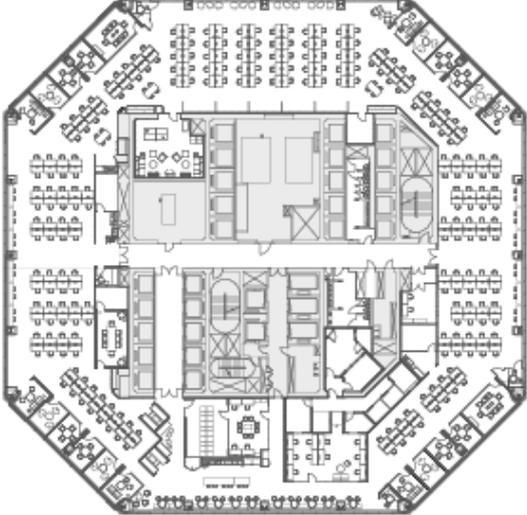
№ 30		Башня Ренье (Rainier Tower)	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	Минору Ямакаки		
Страна/город:	США, Сиэтл		
Год:	1977		
Высота:	157		
Кол-во уровней:	41		
Общая площадь:	60 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло, алюминий		
Функции:	Офисы		
Источник иллюстраций:		<a href="https://xiahaotong.com/juxtaposition/">https://xiahaotong.com/juxtaposition/</a>	

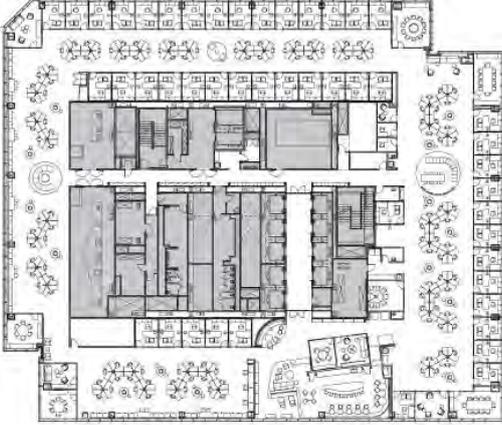
<b>№ 31</b>		<b>Ситигруп-центр (Citigroup Center)</b>	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	Hugh Stubbins and Associates		
Страна/город:	США, Нью-Йорк		
Год:	1977		
Высота:	279 м		
Кол-во уровней:	59		
Общая площадь:	145,8 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Сталь, стекло, алюминий		
Функции:	Офисы, церковь		
Источник иллюстраций:		<a href="https://www.archdaily.com/564014/ad-classics-citigroup-center-hugh-stubbins-william-le-messurier">https://www.archdaily.com/564014/ad-classics-citigroup-center-hugh-stubbins-william-le-messurier</a>	

<b>№ 32</b>		<b>Bank of America Plaza</b>	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	JRJ Architects		
Страна/город:	США, Даллас		
Год:	1985		
Высота:	281 м		
Кол-во уровней:	72		
Общая площадь:	178 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло, алюминий		
Функции:	Офисы		
Источник иллюстраций:		<a href="https://www.skyscrapercenter.com/building/bank-of-america-plaza/630">https://www.skyscrapercenter.com/building/bank-of-america-plaza/630</a> Binder, G. One hundred and one of the world's tallest buildings (СТВУН) / G. Binder. – Mulgrave (Australia): The Images Publishing Group. – 2006. – 240p.	

<b>№ 33</b>		<b>Конде-Наст-Билдинг (Conde Nast Building)</b>	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	Fox & Fowle Architects		
Страна/город:	США, Нью-Йорк		
Год:	1999		
Высота:	340м со шпилем 213м - крыша		
Кол-во уровней:	51		
Общая площадь:	148,6 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Сталь, гранит, известняк		
Функции:	Офисы		
Источник иллюстраций:		<a href="https://casestudies.uli.org/wp-content/uploads/2015/12/C035015.pdf">https://casestudies.uli.org/wp-content/uploads/2015/12/C035015.pdf</a>	

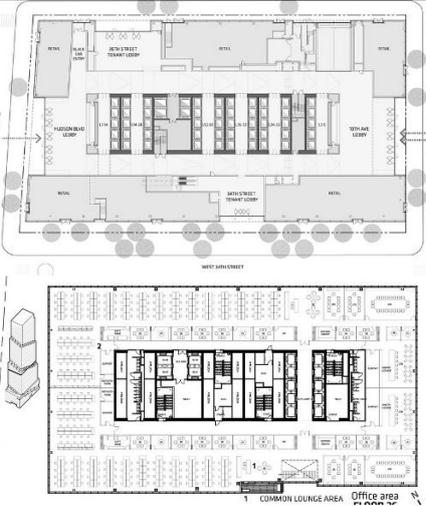
№ 34		Херст-Тауэр (Hearst Tower)	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	Norman Foster		
Страна/город:	США, Нью-Йорк		
Год:	2006		
Высота:	182		
Кол-во уровней:	46		
Общая площадь:	80 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Сталь, стекло, бетон		
Функции:	Офисы, конференц-центр, выставочные зоны		
Источник иллюстраций:		<a href="https://www.archdaily.com/204701/flashback-hearst-tower-foster-and-partners">https://www.archdaily.com/204701/flashback-hearst-tower-foster-and-partners</a>	

№ 35		ВТЦ-1 (One World Trade Center; ранее Башня Свободы (Freedom Tower))	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	SOM, David Childs		
Страна/город:	США, Нью-Йорк		
Год:	2014		
Высота:	541м со шпилем, 417м - крыша		
Кол-во уровней:	104		
Общая площадь:	242 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло		
Функции:	Офисы		
Источник иллюстраций:		<a href="https://www.durst.org/properties/one-world-trade-center/availabilities/entire-floor-59">https://www.durst.org/properties/one-world-trade-center/availabilities/entire-floor-59</a>	

№ 36		30 Хадсон Ярде (30 Hudson Yards)	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	Kohn Pedersen Fox		
Страна/город:	США, Нью-Йорк		
Год:	2019		
Высота:	387		
Кол-во уровней:	73		
Общая площадь:	240 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло		
Функции:	Офисы, торговля, смотровая площадка		
Источник иллюстраций:		<a href="https://alphaspacenyc.com/spaces/30-hudson-yards/">https://alphaspacenyc.com/spaces/30-hudson-yards/</a>	

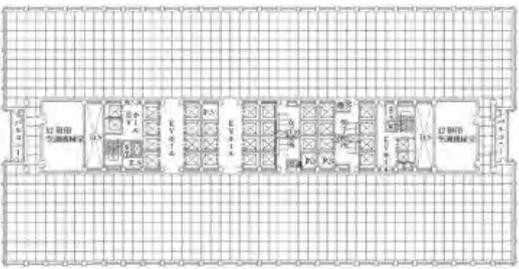
№ 37		Телус Скай (Telus Sky Tower)	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	BIG		
Страна/город:	Канада, Калгари		
Год:	2020		
Высота:	222 м		
Кол-во уровней:	60		
Общая площадь:	70,7 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло		
Функции:	Офисы, жилье, торговля, арт-пространство		
Источник иллюстраций:			

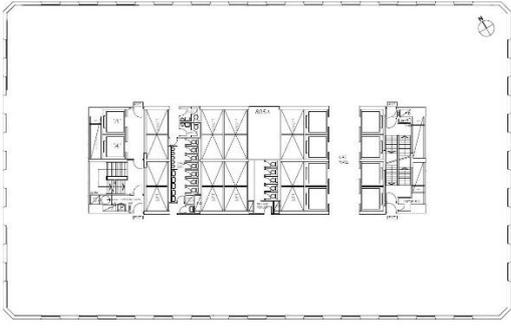
№ 38		800 Фултон Маркет (800 Fulton Market)	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	SOM		
Страна/город:	США, Чикаго		
Год:	2021		
Высота:	100 м		
Кол-во уровней:	19		
Общая площадь:	44,1 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Сталь, ж/б, кирпич, стекло		
Функции:	Офисы, торговля		
Источник иллюстраций:		<a href="https://www.archdaily.com/980017/800-fulton-market-skidmore-owings-and-merrill">https://www.archdaily.com/980017/800-fulton-market-skidmore-owings-and-merrill</a>	

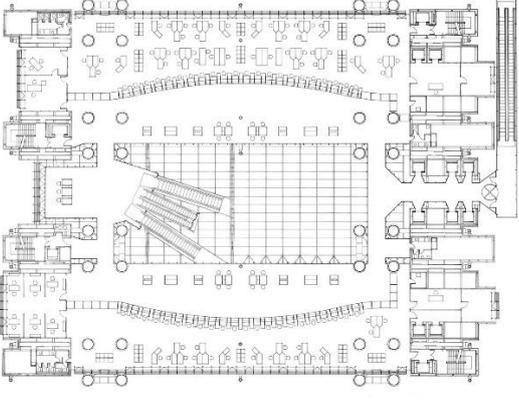
№ 39		Спираль (The Spiral)	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	BIG		
Страна/город:	США, Нью-Йорк		
Год:	2023		
Высота:	314 м		
Кол-во уровней:	66		
Общая площадь:	260,1 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло		
Функции:	Офисы, обзорная площадка		
Источник иллюстраций:		<a href="https://www.archdiaries.com/projects/the-spiral-big-bjarke-ingels-group/">https://www.archdiaries.com/projects/the-spiral-big-bjarke-ingels-group/</a>	

## Азия

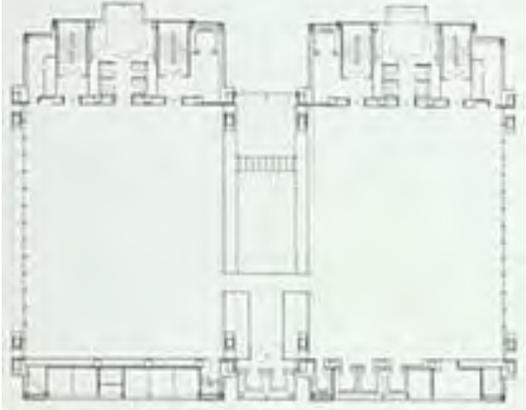
## Восточная Азия: Китай, Тайвань, Япония

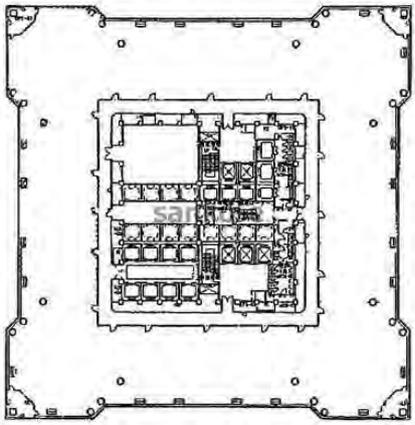
№ 40		Здание Касумигасэки (Kasumigaseki Building)	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	Kajima Construction		
Страна/город:	Япония, Токио		
Год:	1968		
Высота:	147 м		
Кол-во уровней:	36		
Общая площадь:	165,7 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло		
Функции:	Офисы		
Источник иллюстраций:		<a href="https://www.skyscrapercenter.com/building/kasumigaseki-building/3615">https://www.skyscrapercenter.com/building/kasumigaseki-building/3615</a>	<a href="https://www.researchgate.net/publication/353021945_Technological_development_in_the_construction_of_Kasumigaseki_Building_Japan%27s_first_super_high-rise/figures?lo=1">https://www.researchgate.net/publication/353021945_Technological_development_in_the_construction_of_Kasumigaseki_Building_Japan%27s_first_super_high-rise/figures?lo=1</a>

№ 41		Джардин-хаус (Jardine House)	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	P & T Architects & Engineers		
Страна/город:	Китай, Гонконг		
Год:	1973		
Высота:	179		
Кол-во уровней:	52		
Общая площадь:	100 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло		
Функции:	Офисы		
Источник иллюстраций:		<a href="https://www.skyscrapercenter.com/building/jardine-house/2407">https://www.skyscrapercenter.com/building/jardine-house/2407</a>	<a href="https://www.cbdoofficehk.com/jardine-house">https://www.cbdoofficehk.com/jardine-house</a>

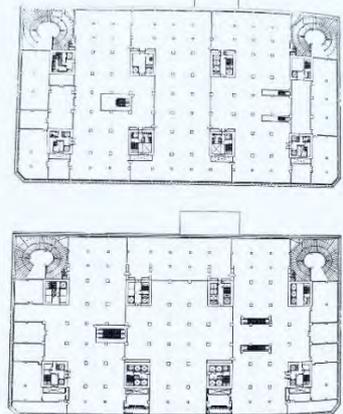
№ 42		Здание банка Эйч-Эс-Би-Си (HSBC Main Building)	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	Norman Foster		
Страна/город:	Китай, Гонконг		
Год:	1985		
Высота:	179 м		
Кол-во уровней:	44		
Общая площадь:	99 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Сталь, стекло ж/б, алюминий		
Функции:	Офисы		
Источник иллюстраций:		<a href="https://www.fosterandpartners.com/projects/hongkong-and-shanghai-bank-headquarters">https://www.fosterandpartners.com/projects/hongkong-and-shanghai-bank-headquarters</a>	

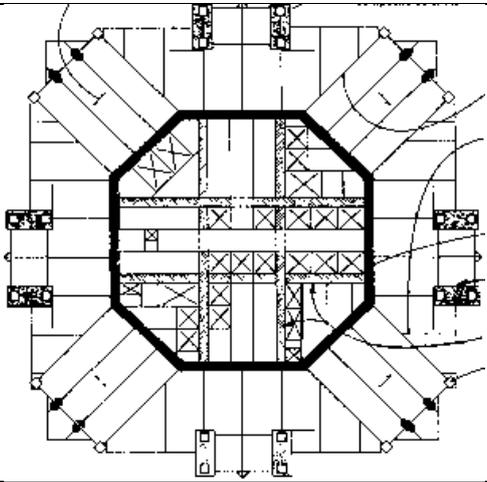
№ 43		Башня Банка Китая (Bank of China Tower)	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	Г.М. Pei & Partners		
Страна/город:	Китай, Гонконг		
Год:	1989		
Высота:	367 м		
Кол-во уровней:	70		
Общая площадь:	135 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, анодированный алюминий, гранит		
Функции:	Офисы		
Источник иллюстраций:		<a href="https://architecturetoday.co.uk/still-standing-bank-of-china-tower/">https://architecturetoday.co.uk/still-standing-bank-of-china-tower/</a>	<a href="https://ru.pinterest.com/pin/737112664027348123/">https://ru.pinterest.com/pin/737112664027348123/</a>

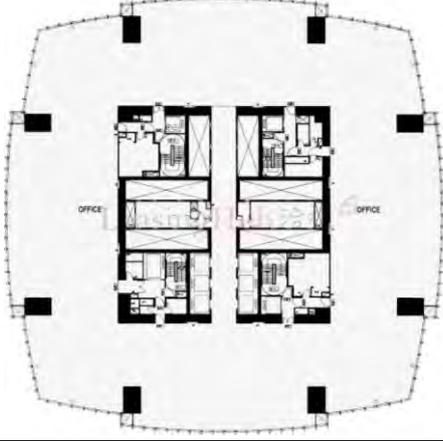
№ 44		Century Tower	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	Norman Foster		
Страна/город:	Япония, Токио		
Год:	1991		
Высота:	136м – по антенне		
Кол-во уровней:	21		
Общая площадь:	26,6 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Сталь, стекло, черный гранит, бетон		
Функции:	Офисы		
Источник иллюстраций:		<a href="https://en.wikiarquitectura.com/building/century-tower/#">https://en.wikiarquitectura.com/building/century-tower/#</a>	

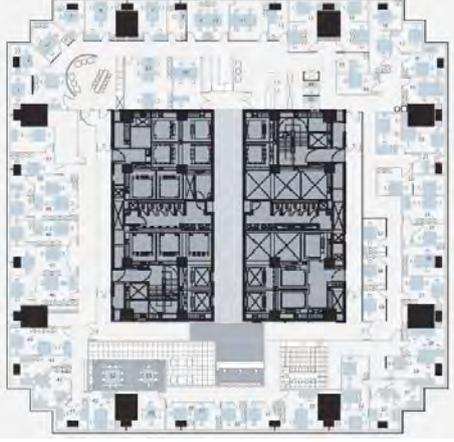
№ 45		Башня Лэндмарк (The Landmark Tower)	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	The Stubbins Associates Inc.		
Страна/город:	Япония, Иокогама		
Год:	1993		
Высота:	296 м		
Кол-во уровней:	73		
Общая площадь:	392,3 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Сталь, гранит		
Функции:	Офисы, отель, торговля		
Источник иллюстраций:		<a href="https://www.skyscrapercenter.com/building/landmark-tower/547">https://www.skyscrapercenter.com/building/landmark-tower/547</a>	<a href="https://www.sanko-e.co.jp/en/search/10/094827/">https://www.sanko-e.co.jp/en/search/10/094827/</a>

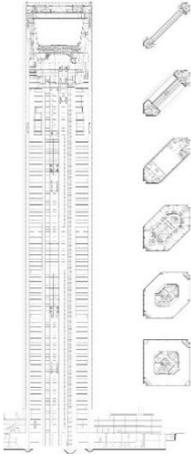
№ 46		Ситик Плаза (Citic Plaza; офисный блок)	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	Denis Lau & Ng Chun Man Architects		
Страна/город:	Китай, Гуанчжоу		
Год:	1997		
Высота:	390 м с антен.* 322 м по крыше		
Кол-во уровней:	80		
Общая площадь:	146,7 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б		
Функции:	Офисы		
Источник иллюстраций:		<a href="https://archello.com/project/citic-plaza">https://archello.com/project/citic-plaza</a>	Binder, G. One hundred and one of the world's tallest buildings (СТВУН) / G. Binder. – Mulgrave (Australia): The Images Publishing Group. – 2006. – 240p.

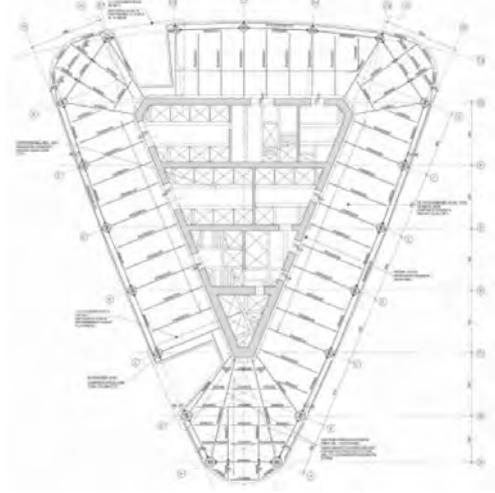
№ 47		Тантекс Скай Тауэр или 85 Скайтауэр (T&C Tower)	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	C.Y, Lee & Partners Architect		
Страна/город:	Китай, Гаосюн		
Год:	1998		
Высота:	348м		
Кол-во уровней:	85		
Общая площадь:	306,5 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Сталь, ж/б, стекло, камень		
Функции:	Офисы, отель, апартаменты, торговля, развлечения		
Источник иллюстраций:		<a href="https://www.cylee.com/project/T-C-tower">https://www.cylee.com/project/T-C-tower</a>	Binder, G. One hundred and one of the world's tallest buildings (СТВУН) / G. Binder. – Mulgrave (Australia): The Images Publishing Group. – 2006. – 240p.

№ 48		Джин Мао (Jin Mao Tower)	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	SOM		
Страна/город:	Китай, Шанхай		
Год:	1998		
Высота:	420 м		
Кол-во уровней:	86		
Общая площадь:	278,7 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, композиты, анодир. алюминий, стекло и др.		
Функции:	Офисы, торговля, отель		
Источник иллюстраций:		<a href="https://vlad-gluh.livejournal.com/610089.html">https://vlad-gluh.livejournal.com/610089.html</a>	<a href="https://www.northernarchitecture.us/resisting-system/case-studies.html">https://www.northernarchitecture.us/resisting-system/case-studies.html</a>

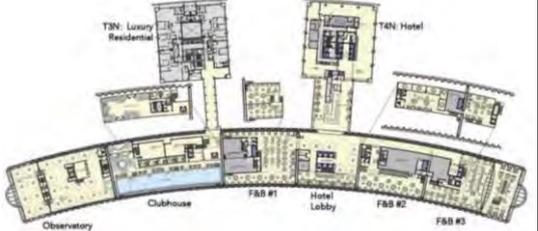
<b>№ 49</b>		<b>Международный финансовый центр (Two International Financial Center)</b>	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	Cesar Pelli & Associates		
Страна/город:	Китай, Гонконг		
Год:	2003		
Высота:	420 м		
Кол-во уровней:	88		
Общая площадь:	315,9 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, алюминий, стекло		
Функции:	Офисы		
Источник иллюстраций:		<a href="https://skyscraperpage.fandom.com/wiki/Two_International_Financial_Centre">https://skyscraperpage.fandom.com/wiki/Two_International_Financial_Centre</a>	<a href="https://www.leasinghub.com/building/two-international-finance-centre/10605">https://www.leasinghub.com/building/two-international-finance-centre/10605</a>

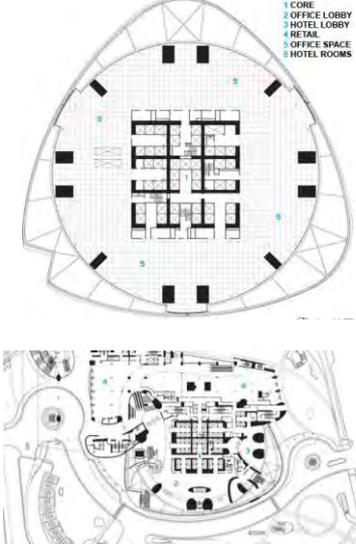
<b>№ 50</b>		<b>Тайбэй 101 (Taipei 101)</b>	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	C.Y.Lee & Partners Architects		
Страна/город:	Тайвань, Тайбэй		
Год:	2004		
Высота:	508м		
Кол-во уровней:	101		
Общая площадь:	412,5 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Сталь, стекло, камень		
Функции:	Офисы, торговля		
Источник иллюстраций:		<a href="https://skyscraper.org/tallest-towers/taipei-101/">https://skyscraper.org/tallest-towers/taipei-101/</a>	<a href="https://dr-terminator.livejournal.com/697731.html">https://dr-terminator.livejournal.com/697731.html</a>

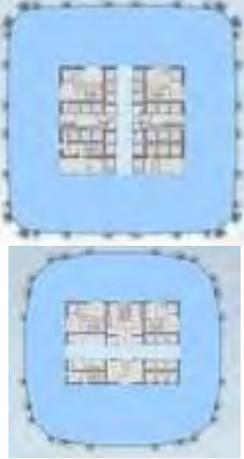
<b>№ 51</b>		<b>Шанхайский всемирный финансовый центр (Shanghai World Financial Center)</b>	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	Kohn Pedersen Fox		
Страна/город:	Китай, Шанхай		
Год:	2008		
Высота:	492 м		
Кол-во уровней:	101		
Общая площадь:	222,6 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло, камень		
Функции:	Офисы, отель, музей, торговля, обсерватория		
Источник иллюстраций:		<a href="https://trendsideas.com/gallery/stories/tower-of-prosperity/84037-view-of-architectural-plans-for-the-shanghai-world-financial-centre">https://trendsideas.com/gallery/stories/tower-of-prosperity/84037-view-of-architectural-plans-for-the-shanghai-world-financial-centre</a>	

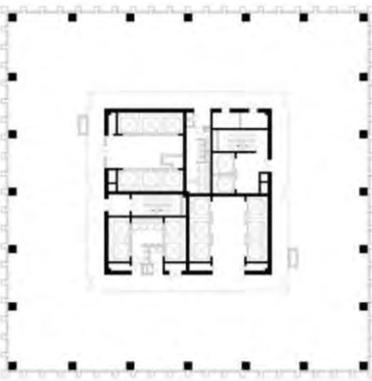
<b>№ 52</b>		<b>Финансовый центр Наньцзин-Гринлэнд (Nanjing Greenland Financial Center)</b>	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	SOM		
Страна/город:	Китай, Нанкин		
Год:	2010		
Высота:	450м со шпилем 330м - крыша		
Кол-во уровней:	66		
Общая площадь:	196,9 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, алюминий, стекло, сталь		
Функции:	Офисы, отель, торговля		
Источник иллюстраций:		<a href="https://global.ctbuh.org/resources/papers/download/417-performance-based-evaluation-for-the-450m-nanjing-greenland-financial-center-main-tower.pdf">https://global.ctbuh.org/resources/papers/download/417-performance-based-evaluation-for-the-450m-nanjing-greenland-financial-center-main-tower.pdf</a>	

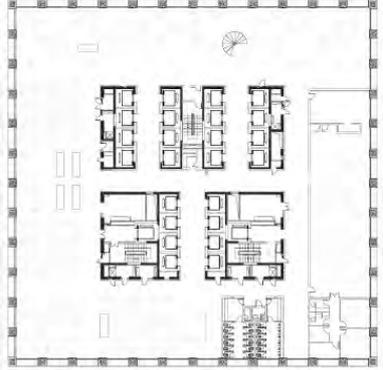
<b>№ 53</b>		<b>Штаб-квартира Си-Си-Ти-Ви (CCTV Headquarters)</b>	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	OMA		
Страна/город:	Китай, Пекин		
Год:	2012		
Высота:	234		
Кол-во уровней:	44		
Общая площадь:	437 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Сталь, ж/б, стекло		
Функции:	Офисы		
Источник иллюстраций:		<a href="https://www.archdaily.com/236175/cctv-headquarters-oma">https://www.archdaily.com/236175/cctv-headquarters-oma</a>	

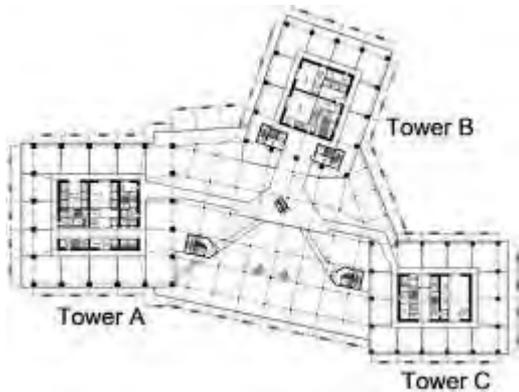
<b>№ 54</b>		<b>Раффлз-Сити (Raffles City Chongqing)</b>	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	Moshe Safdie		
Страна/город:	Китай, Чунцин		
Год:	2012		
Высота:	354		
Кол-во уровней:	79		
Общая площадь:	1134 тыс. м <sup>2</sup> (комплекс)		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло		
Функции:	Офисы, отель, апартаменты, торговля, обсерватория		
Источник иллюстраций:		<a href="https://s3.amazonaws.com/safdie-staging/95c251c2-5ab0-4085-a51f-a6cb5ce10476/2924-raffles-city-chongqing-conservatory-studies-for-a-new-bridging-building-type.pdf">https://s3.amazonaws.com/safdie-staging/95c251c2-5ab0-4085-a51f-a6cb5ce10476/2924-raffles-city-chongqing-conservatory-studies-for-a-new-bridging-building-type.pdf</a>	

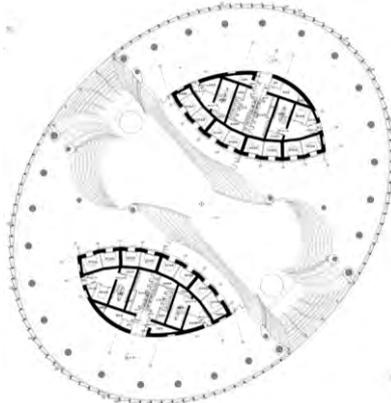
№ 55		Шанхайская башня	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	Gensler		
Страна/город:	Китай, Шанхай		
Год:	2015		
Высота:	632		
Кол-во уровней:	128		
Общая площадь:	380 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло		
Функции:	Офисы, торговля, отель		
Источник иллюстраций:		<a href="https://www.architecturalrecord.com/articles/7890-shanghai-tower">https://www.architecturalrecord.com/articles/7890-shanghai-tower</a>	

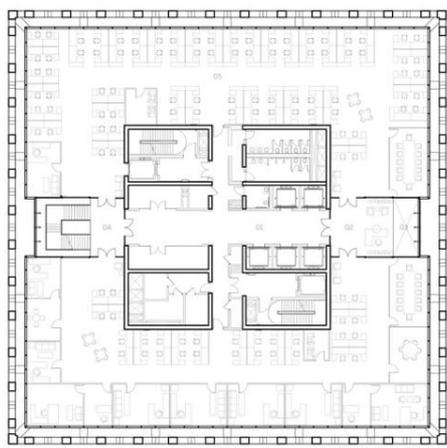
№ 56		Финансовый центр СИТИК (CITIC Financial center)	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	SOM		
Страна/город:	Китай, Шеньчжень		
Год:	2015 – проект 2025-реализация		
Высота:	312		
Кол-во уровней:	65		
Общая площадь:	440 тыс. м <sup>2</sup> - весь комплекс: 2 башни и стилобат		
Материалы:	Сталь, ж/б, стекло		
Функции:	Офисы, апартаменты, торговля		
Источник иллюстраций:		<a href="https://www.som.com/projects/citic-financial-center/">https://www.som.com/projects/citic-financial-center/</a>	

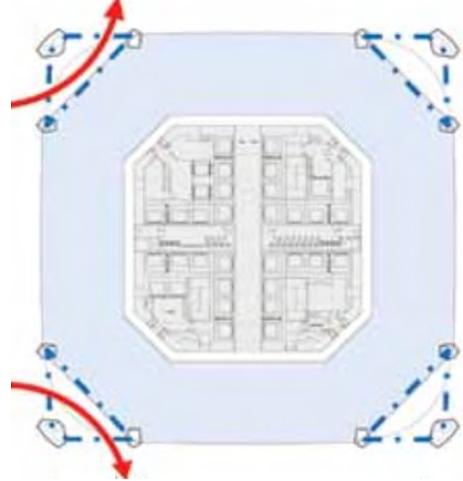
№ 57		Китайская торговая башня и Лесной парк (China Merchants Tower and Woods Park)	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	China Architecture Design & Research Group		
Страна/город:	Китай, Шеньчжень		
Год:	2017		
Высота:	170 м		
Кол-во уровней:	36		
Общая площадь:	108,5 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло		
Функции:	Офисы		
Источник иллюстраций:		<a href="https://www.archdaily.com/899014/china-merchants-bank-shenzhen-china-architecture-design-and-research-group">https://www.archdaily.com/899014/china-merchants-bank-shenzhen-china-architecture-design-and-research-group</a>	

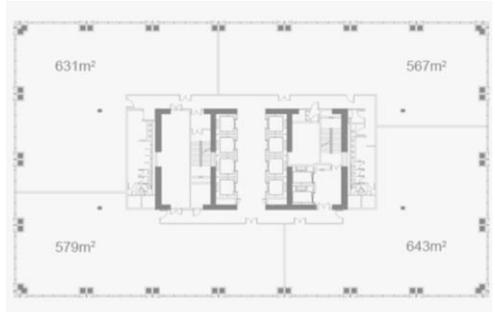
№ 58		Башня фондовой биржи в Шеньчжэне (Shenzhen Stock Exchange HQ)	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	OMA		
Страна/город:	Китай, Шеньчжень		
Год:	2018		
Высота:	246 м		
Кол-во уровней:	46		
Общая площадь:	180 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло		
Функции:	Офисы, конференц-зал		
Источник иллюстраций:		<a href="https://arquitecturaviva.com/works/sede-de-la-bolsa-de-shenzhen-1">https://arquitecturaviva.com/works/sede-de-la-bolsa-de-shenzhen-1</a>	

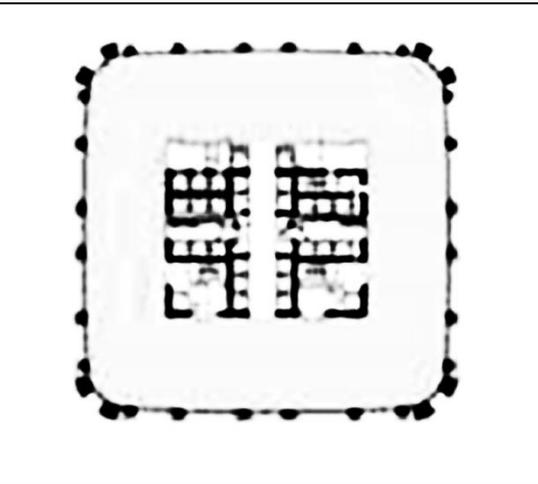
№ 59		Голден-Игл-Тьянди (Golden Eagle Tiandi)	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	East China Architectural Design & Research Institute		
Страна/город:	Китай, Нанкин		
Год:	2019		
Высота:	368, 328, 300 (башни А, В, С)		
Кол-во уровней:	77, 60, 58 (башни А, В, С)		
Общая площадь:	510 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло		
Функции:	Офисы, отель, апартаменты, торговля		
Источник иллюстраций:		<a href="https://www.skyscrapercenter.com/building/golden-eagle-tiandi-tower-b/11462">https://www.skyscrapercenter.com/building/golden-eagle-tiandi-tower-b/11462</a> <a href="https://global.ctbuh.org/resources/papers/download/2937-research-and-design-of-a-complex-connected-structure-consisting-of-three-super-high-rise-towers.pdf">https://global.ctbuh.org/resources/papers/download/2937-research-and-design-of-a-complex-connected-structure-consisting-of-three-super-high-rise-towers.pdf</a>	

№ 60		Лица СОХО (Leeza SOHO)	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	Zaha Hadid Architects		
Страна/город:	Китай, Пекин		
Год:	2019		
Высота:	207 м		
Кол-во уровней:	46		
Общая площадь:	172,8 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, сталежелезобетон, стекло		
Функции:	Офисы, торговля, вертолетная площадка		
Источник иллюстраций:		<a href="https://www.dezeen.com/2017/02/16/leeza-soho-zaha-hadid-architects-beijing-tower-worlds-largest-atrium-architecture-china/">https://www.dezeen.com/2017/02/16/leeza-soho-zaha-hadid-architects-beijing-tower-worlds-largest-atrium-architecture-china/</a>	

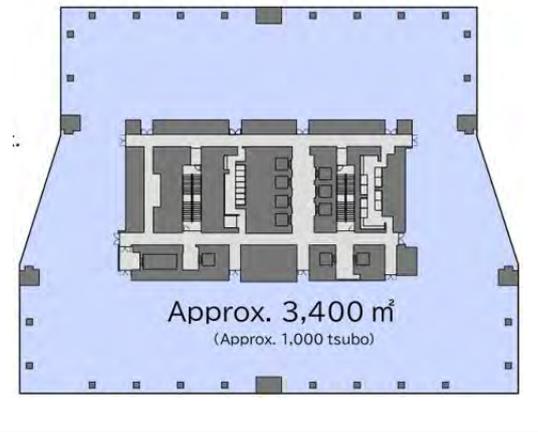
<b>№ 61</b>	<b>Главный офис Шэньчжэньского Сельского Коммерческого Банка (Shenzhen Rural Commercial Bank Headquarters)</b>		
Общая информация	Внешний вид/ Фасад	План/ схемы	
Арх./ арх.бюро:			
Страна/город:			
Год:			
Высота:			
Кол-во уровней:			
Общая площадь:			
Материалы:			
Функции:	Офисы		
Источник иллюстраций:	<a href="https://www.archdaily.com/974492/shenzhen-rural-commercial-bank-headquarters-skidmore-owings-and-merrill">https://www.archdaily.com/974492/shenzhen-rural-commercial-bank-headquarters-skidmore-owings-and-merrill</a>		

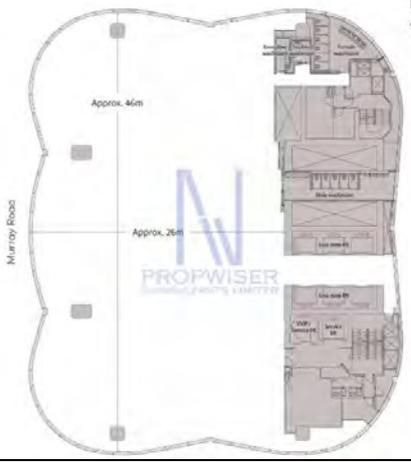
<b>№ 62</b>	<b>Башня Культурной площади Гуйян (Guiyang Cultural Plaza Tower)</b>		
Общая информация	Внешний вид/ Фасад	План/ схемы	
Арх./ арх.бюро:			
Страна/город:			
Год:			
Высота:			
Кол-во уровней:			
Общая площадь:			
Материалы:			
Функции:	Офисы, отель, торговля		
Источник иллюстраций:	<a href="https://global.ctbuh.org/resources/papers/download/2416-mediating-scale-performance-and-ionicity-a-21st-century-supertall-tower-for-guiyang.pdf">https://global.ctbuh.org/resources/papers/download/2416-mediating-scale-performance-and-ionicity-a-21st-century-supertall-tower-for-guiyang.pdf</a>		

<b>№ 63</b>	<b>Финансовая башня Нинбо Гохуа (Ningbo Guohua)</b>		
Общая информация	Внешний вид/ Фасад	План/ схемы	
Арх./ арх.бюро:			
Страна/город:			
Год:			
Высота:			
Кол-во уровней:			
Общая площадь:			
Материалы:			
Функции:	Офисы		
Источник иллюстраций:	<a href="https://www.pinsupinsheji.com/h-nd-2295.html">https://www.pinsupinsheji.com/h-nd-2295.html</a>		

<b>№ 64</b>		<b>Главный офис Сани ИРООТЕХ (Sany IROOTECH)</b>	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	SOM		
Страна/город:	Китай, Гуанчжоу		
Год:	2020 – проект, до 2025 – реализация		
Высота:	204		
Кол-во уровней:	43		
Общая площадь:	175,6 тыс. м <sup>2</sup> – весь комплекс		
Материалы:	Сталь, ж/б, стекло, алюминий		
Функции:	Офисы, торговля		
Источник иллюстраций:		<a href="https://www.som.com/projects/sany-irootech-headquarters/">https://www.som.com/projects/sany-irootech-headquarters/</a>	

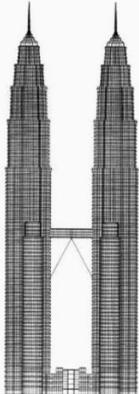
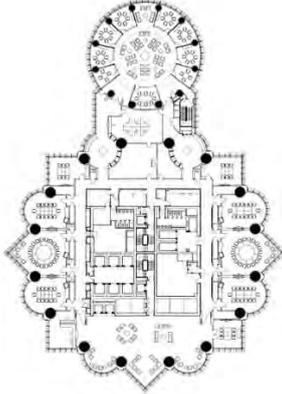
<b>№ 65</b>		<b>Здание Коммерческого банка Тайчжун (Taichung Commercial Bank Headquarters)</b>	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	Aedas		
Страна/город:	Тайвань, Тайчжун		
Год:	2022		
Высота:	200 м		
Кол-во уровней:	40		
Общая площадь:	110 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло		
Функции:	Офисы, отель, торговля		
Источник иллюстраций:		<a href="https://www.re-thinkingthefuture.com/case-studies/a8756-taichung-commercial-bank-headquarters-by-aedas/">https://www.re-thinkingthefuture.com/case-studies/a8756-taichung-commercial-bank-headquarters-by-aedas/</a>	

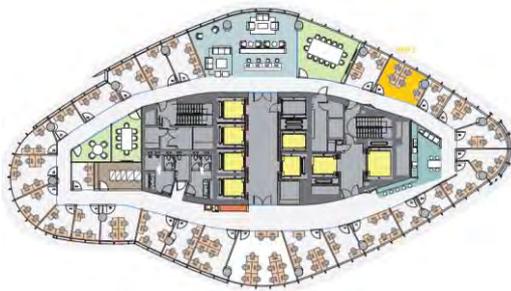
<b>№ 66</b>		<b>Башня станции Тораномон-Хиллз (Toranomom Hills Station Tower)</b>	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	OMA		
Страна/город:	Япония, Токио		
Год:	2023		
Высота:	266		
Кол-во уровней:	49		
Общая площадь:	236,6 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло		
Функции:	Офисы, торговля, отель		
Источник иллюстраций:		<a href="https://www.mori.co.jp/en/projects/toranomomhills_area/toranomomhills_stationtower/">https://www.mori.co.jp/en/projects/toranomomhills_area/toranomomhills_stationtower/</a>	

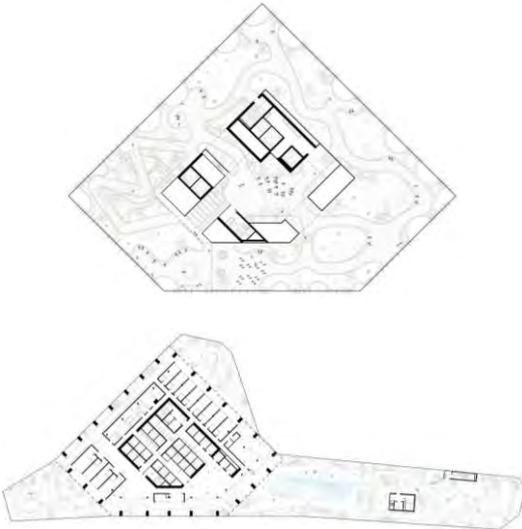
№ 67		2 Мюррей Роад (2 Murray Road)	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	Zaha Hadid Architects		
Страна/город:	Китай, Гонконг		
Год:	2024		
Высота:	190 м		
Кол-во уровней:	36		
Общая площадь:	43,2 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло		
Функции:	Офисы		
Источник иллюстраций:		<a href="https://propwiser.com.hk/tc/Building/central/the-henderson/2248?maxArea=3000&amp;rentOrSale=rent">https://propwiser.com.hk/tc/Building/central/the-henderson/2248?maxArea=3000&amp;rentOrSale=rent</a>	

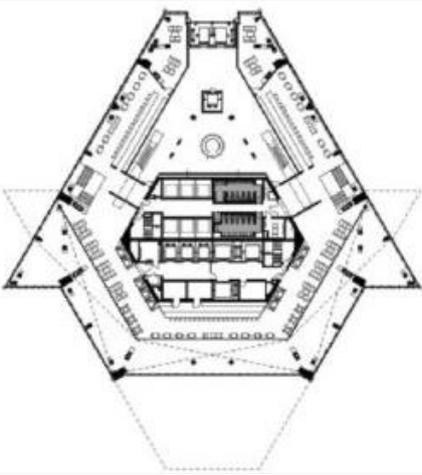
## Юго-Восточная Азия: Сингапур, Малайзия, Вьетнам

№ 68	Центр заморского объединенного банка (OUB (Overseas Union Bank) Center)		
Общая информация	Внешний вид/ Фасад	План/ схемы	
Арх./ арх.бюро:			
Страна/город:			
Год:			
Высота:			
Кол-во уровней:			
Общая площадь:			
Материалы:			
Функции:			
Источник иллюстраций:	<a href="https://www.skyscrapercenter.com/building/overseas-union-bank-centre/638">https://www.skyscrapercenter.com/building/overseas-union-bank-centre/638</a>	<a href="https://www.geomancy.net/forums/topic/16456-oub-centre-one-raffles-place-site-plan/">https://www.geomancy.net/forums/topic/16456-oub-centre-one-raffles-place-site-plan/</a>	

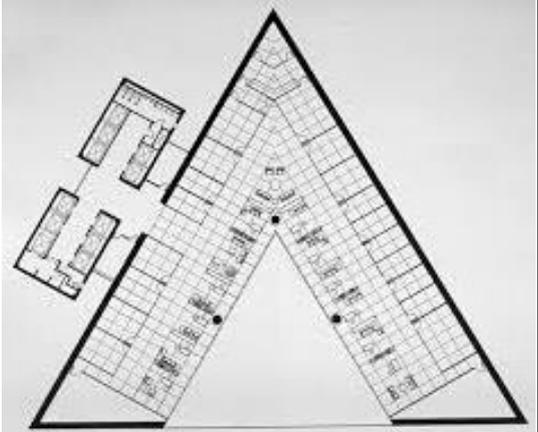
№ 69	Башни Петронас (Petronas Towers)		
Общая информация	Внешний вид/ Фасад	План/ схемы	
Арх./ арх.бюро:			
Страна/город:			
Год:			
Высота:			
Кол-во уровней:			
Общая площадь:			
Материалы:			
Функции:			
Источник иллюстраций:	<a href="https://www.petronastwintowers.com.my/design-and-structures/">https://www.petronastwintowers.com.my/design-and-structures/</a>	<a href="https://archestudy.com/petronas-twin-towers/">https://archestudy.com/petronas-twin-towers/</a>	

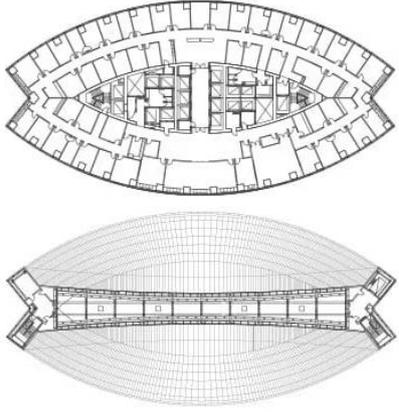
№ 70	Финансовая башня Битекско (Bitexco Financial Tower)		
Общая информация	Внешний вид/ Фасад	План/ схемы	
Арх./ арх.бюро:			
Страна/город:			
Год:			
Высота:			
Кол-во уровней:			
Общая площадь:			
Материалы:			
Функции:			
Источник иллюстраций:	<a href="https://www.archdaily.com/885838/ho-chi-minh-tower-arep">https://www.archdaily.com/885838/ho-chi-minh-tower-arep</a>	<a href="https://saos.vn/vi/van-phong-tron-goi-tai-toa-nha-bitexco-financial-tower">https://saos.vn/vi/van-phong-tron-goi-tai-toa-nha-bitexco-financial-tower</a>	

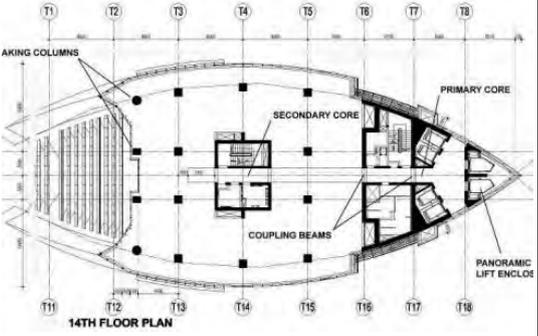
№ 71		Кэпитаспринг (CapitaSpring)	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	Vjarke Ingels Group, Carlo Ratti		
Страна/город:	Сингапур		
Год:	2022		
Высота:	276		
Кол-во уровней:	51		
Общая площадь:	93 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло		
Функции:	Офисы, апартаменты, высотный парк (оазис)		
Источник иллюстраций:		<a href="https://arquitecturaviva.com/works/torre-capitaspring-en-singapur">https://arquitecturaviva.com/works/torre-capitaspring-en-singapur</a>	

№ 72		Мердека 118 (Merdeka 118)	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	Fender Katsalidis		
Страна/город:	Малайзия, Куала-Лумпур		
Год:	2023		
Высота:	679 м		
Кол-во уровней:	118		
Общая площадь:	292 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло		
Функции:	Офисы, торговля, отель, апартаменты, смотровая площадка		
Источник иллюстраций:		<a href="https://skyscraper.org/supertall/merdeka-118/">https://skyscraper.org/supertall/merdeka-118/</a>	

## Западная Азия: ОАЭ, Катар, Саудовская Аравия, Бахрейн

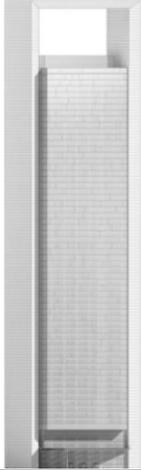
№ 73	Национальный коммерческий банк в Джидде (Saudi National Bank)		
Общая информация	Внешний вид/ Фасад	План/ схемы	
Арх./ арх.бюро:			
Страна/город:			
Год:			
Высота:			
Кол-во уровней:			
Общая площадь:			
Материалы:			
Функции:			
Источник иллюстраций: <a href="https://centerfordiagonality.org/national-commercial-bank-2/">https://centerfordiagonality.org/national-commercial-bank-2/</a>			

№ 74	Бурдж Аль-Мамляка (Kingdom Center)		
Общая информация	Внешний вид/ Фасад	План/ схемы	
Арх./ арх.бюро:			
Страна/город:			
Год:			
Высота:			
Кол-во уровней:			
Общая площадь:			
Материалы:			
Функции:			
Источник иллюстраций: <a href="https://architizer.com/projects/kingdom-centre/">https://architizer.com/projects/kingdom-centre/</a>			

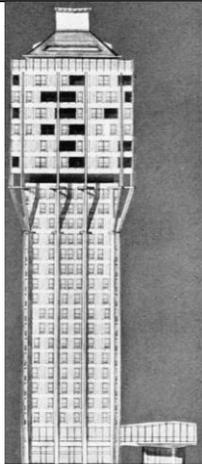
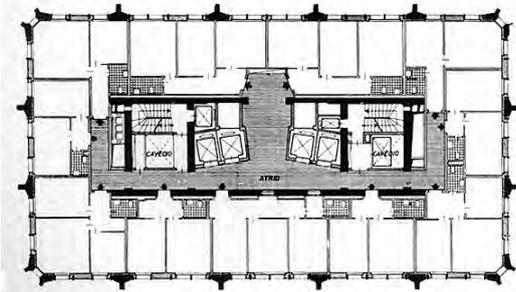
№ 75	Бахрейнский всемирный торговый центр (Bahrain WTC)		
Общая информация	Внешний вид/ Фасад	План/ схемы	
Арх./ арх.бюро:			
Страна/город:			
Год:			
Высота:			
Кол-во уровней:			
Общая площадь:			
Материалы:			
Функции:			
Источник иллюстраций: <a href="https://bahrainwtc.wordpress.com/drawings-diagrams/">https://bahrainwtc.wordpress.com/drawings-diagrams/</a>			

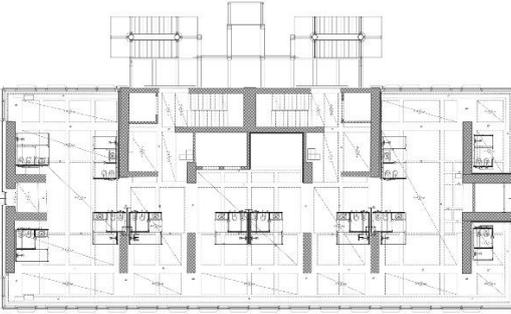
№ 76		Бурдж-Халифа (Burj Khalifa)	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	SOM		
Страна/город:	ОАЭ, Дубай		
Год:	2010		
Высота:	828 м		
Кол-во уровней:	163		
Общая площадь:	344 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, алюминий, стекло, гранит		
Функции:	Офисы, отель, апартаменты		
Источник иллюстраций:		<a href="https://www.pinterest.co.uk/pin/380765343498184341/">https://www.pinterest.co.uk/pin/380765343498184341/</a>	

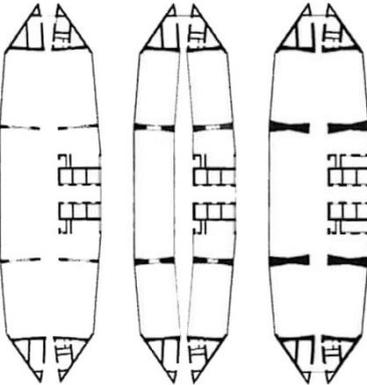
№ 77		Аль-Бахар (Al Bahar)	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	Aedas Architects		
Страна/город:	ОАЭ, Абу-Даби		
Год:	2012		
Высота:	145		
Кол-во уровней:	29		
Общая площадь:	70 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло		
Функции:	Офисы		
Источник иллюстраций:		<a href="https://en.wikiarquitectura.com/building/al-bahar-towers/#">https://en.wikiarquitectura.com/building/al-bahar-towers/#</a>	

№ 78		Здание Национальной нефтяной компании Абу-Даби (ADNOC)	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:			
Страна/город:	ОАЭ, Абу-Даби		
Год:	2015		
Высота:	342		
Кол-во уровней:	65		
Общая площадь:	190 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло		
Функции:	Офисы		
Источник иллюстраций:		<a href="https://www.archdaily.com/895578/abu-dhabi-national-oil-company-headquarters-hok">https://www.archdaily.com/895578/abu-dhabi-national-oil-company-headquarters-hok</a>	

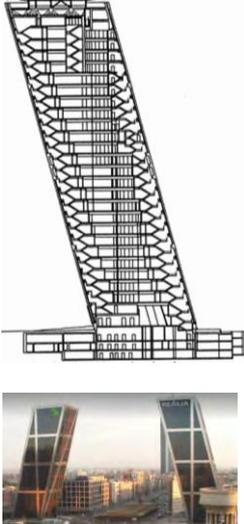
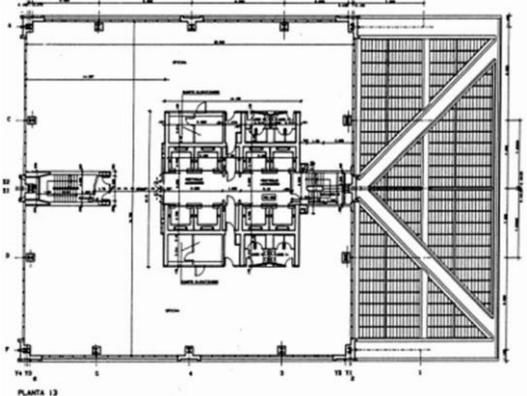
**Европа: Германия, Великобритания, Испания, Бельгия и др.**

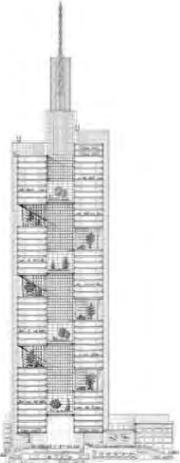
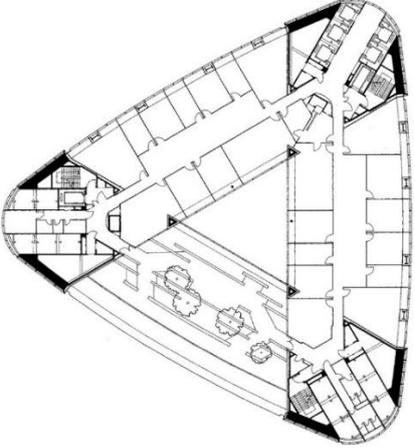
№ 79	Башня Веласка (Torre Velasca)		
Общая информация	Внешний вид/ Фасад	План/ схемы	
Арх./ арх.бюро:	BBPR		
Страна/город:	Италия, Милан		
Год:	1958		
Высота:	98 (100) м		
Кол-во уровней:	26		
Общая площадь:	20,9 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, стекло		
Функции:	Офисы, жилье		
Источник иллюстраций:		<a href="https://www.urbipedia.org/hoja/Torre_Velasca">https://www.urbipedia.org/hoja/Torre_Velasca</a>	

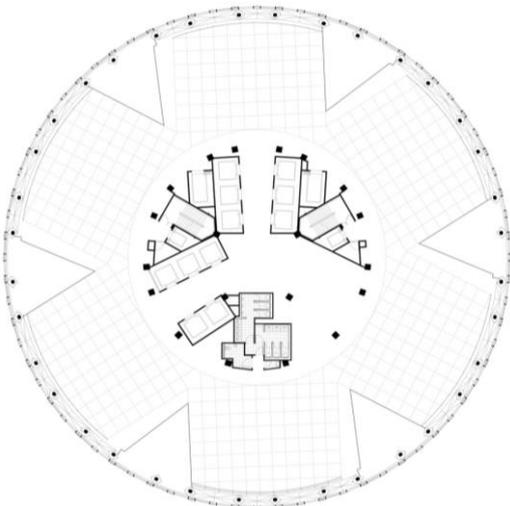
№ 80	Торре Галфа (Galfa Tower)		
Общая информация	Внешний вид/ Фасад	План/ схемы	
Арх./ арх.бюро:	Melchiorre Vega		
Страна/город:	Италия, Милан		
Год:	1959, 2019 - реновация		
Высота:	109 м		
Кол-во уровней:	31		
Общая площадь:	26,1 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло		
Функции:	Офисы		
Источник иллюстраций:		<a href="https://www.sterchelegroup.com/en/news/galfa-tower-rebirth-architectural-icon">https://www.sterchelegroup.com/en/news/galfa-tower-rebirth-architectural-icon</a>	

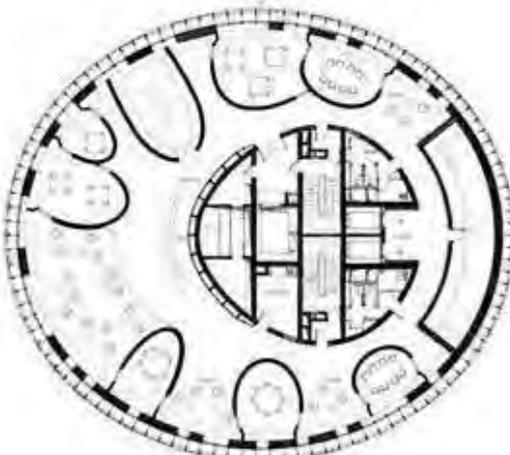
№ 81	Башня Пирелли в Милане		
Общая информация	Внешний вид/ Фасад	План/ схемы	
Арх./ арх.бюро:	Gio Ponti, Pier Luigi Nervi		
Страна/город:	Италия, Милан		
Год:	1960		
Высота:	127 м - шпиль 113 м - крыша		
Кол-во уровней:	32		
Общая площадь:	24 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло		
Функции:	Офисы		
Источник иллюстраций:		<a href="https://www.archdaily.com/481062/ad-classics-pirelli-tower-gio-ponti-pier-luigi-nervi">https://www.archdaily.com/481062/ad-classics-pirelli-tower-gio-ponti-pier-luigi-nervi</a>	

<b>№ 82</b>		<b>Городские ворота (Bürocenter Nibelungenplatz)</b>	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	Fritz Meinel, Günther Rheingaus, Novotny Mähner		
Страна/город:	Германия, Франкфурт-на- Майне		
Год:	1966		
Высота:	110 м		
Кол-во уровней:	27		
Общая площадь:	32 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Сталь, стекло, ж/б		
Функции:	Офисы		
Источник иллюстраций:		<a href="https://wikimapia.org/22566906/B%C3%BCro-Center-Nibelungenplatz">https://wikimapia.org/22566906/B%C3%BCro-Center-Nibelungenplatz</a>	<a href="https://www.buerosuche.de/frankfurt-am-main/nordend-west/1/10919">https://www.buerosuche.de/frankfurt-am-main/nordend-west/1/10919</a>

<b>№ 83</b>		<b>Ворота Европы</b>	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	Philip Johnson		
Страна/город:	Испания, Мадрид		
Год:	1989		
Высота:	114 м		
Кол-во уровней:	26		
Общая площадь:	26 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло		
Функции:	Офисы, вертолетная площадка		
Источник иллюстраций:		<a href="https://www.archdaily.com/157275/ad-classics-puerta-de-europa-philip-johnson-john-burgee">https://www.archdaily.com/157275/ad-classics-puerta-de-europa-philip-johnson-john-burgee</a>	

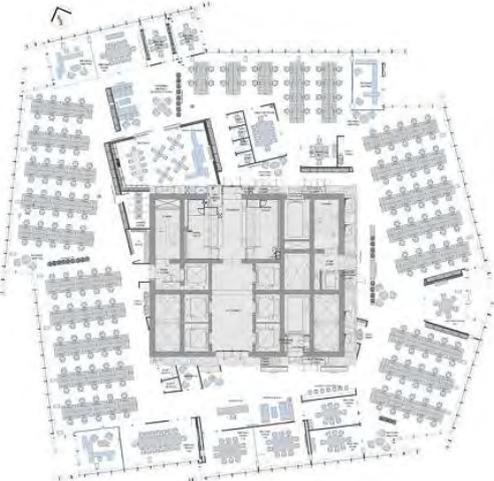
<b>№ 84</b>		<b>Коммерцбанк-тауэр (Commerzbank Headquarters)</b>	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	Foster & Partners		
Страна/город:	Германия, Франкфурт-на- Майне		
Год:	1997		
Высота:	298м со шпилем		
Кол-во уровней:	51		
Общая площадь:	85,5 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь		
Функции:	Офисы		
Источник иллюстраций:		<a href="https://www.fosterandpartners.com/projects/commerzbank-headquarters">https://www.fosterandpartners.com/projects/commerzbank-headquarters</a>	

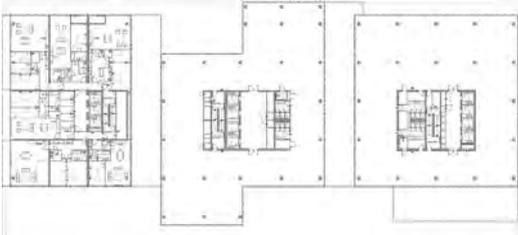
<b>№ 85</b>		<b>Сент-Мэри Экс 30 (30 St Mary Axe)</b>	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	Norman Foster		
Страна/город:	Великобритания Лондон		
Год:	2003		
Высота:	180 м		
Кол-во уровней:	41		
Общая площадь:	64,5 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Сталь, ж/б, стекло		
Функции:	Офисы		
Источник иллюстраций:		<a href="https://www.archdaily.com/928285/30-st-mary-axe-tower-foster-plus-partners?ad_medium=gallery">https://www.archdaily.com/928285/30-st-mary-axe-tower-foster-plus-partners?ad_medium=gallery</a>	

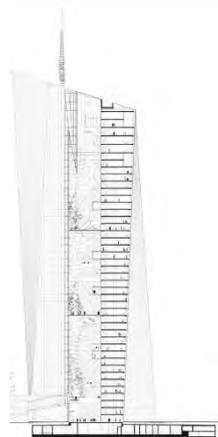
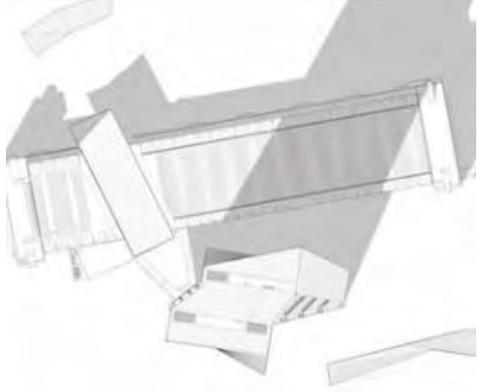
<b>№ 86</b>		<b>Башня Агбар (Torre Agbar)</b>	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	Жан Нувель		
Страна/город:	Испания, Барселона		
Год:	2005		
Высота:	144		
Кол-во уровней:	34		
Общая площадь:	40 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло		
Функции:	Офисы, торговля		
Источник иллюстраций:		<a href="https://www.flickr.com/photos/luismisax/19688102814">https://www.flickr.com/photos/luismisax/19688102814</a> <a href="https://i.pinimg.com/originals/e9/55/b7/e955b7a6c46f779cfbed5a85613dd620.jpg">https://i.pinimg.com/originals/e9/55/b7/e955b7a6c46f779cfbed5a85613dd620.jpg</a>	

<b>№ 87</b>		<b>Стеклянная башня (Torre de Cristal)</b>	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	César Pelli and Associates		
Страна/город:	Испания, Мадрид		
Год:	2009		
Высота:	249 м		
Кол-во уровней:	50		
Общая площадь:	60 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло		
Функции:	Офисы		
Источник иллюстраций:		<a href="https://br.pinterest.com/pin/790944753280371927/">https://br.pinterest.com/pin/790944753280371927/</a> <a href="https://galeria.vulka.es/foto/proyecto-de-implantacion-en-la-torre-de-cristal-de-madrid-87977.html">https://galeria.vulka.es/foto/proyecto-de-implantacion-en-la-torre-de-cristal-de-madrid-87977.html</a>	

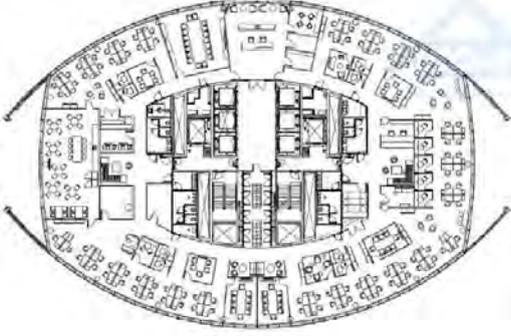
№ 88		Герон Тауэр (Heron Tower)	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	Kohn Pedersen Fox		
Страна/город:	Великобритания Лондон		
Год:	2011		
Высота:	230 м		
Кол-во уровней:	46		
Общая площадь:	43 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло		
Функции:	Офисы		
Источник иллюстраций:		<a href="https://www.mellersh.co.uk/lat-estdeals.aspx?articleid=136">https://www.mellersh.co.uk/lat-estdeals.aspx?articleid=136</a>	<a href="https://www.gryphonpropertypartners.com/property-details/heron-tower-110-bishopsgate-ec2n-4ay/162.html">https://www.gryphonpropertypartners.com/property-details/heron-tower-110-bishopsgate-ec2n-4ay/162.html</a>

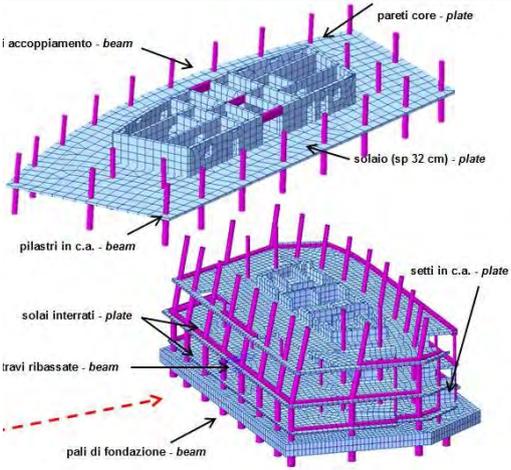
№ 89		Башня Осколок (The Shard)	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	Ренцо Пиано		
Страна/город:	Великобритания Лондон		
Год:	2012		
Высота:	309 м - шпиль		
Кол-во уровней:	87		
Общая площадь:	127,5 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло		
Функции:	Офисы, жилье, торговля, обзорная площадка		
Источник иллюстраций:		<a href="https://www.skyscrapercenter.com/building/the-shard/451">https://www.skyscrapercenter.com/building/the-shard/451</a>	<a href="https://i.pinimg.com/originals/c7/62/7d/c7627d429149a6cc71176bedac67a12.jpg">https://i.pinimg.com/originals/c7/62/7d/c7627d429149a6cc71176bedac67a12.jpg</a>

№ 90		Де Роттердам (De Rotterdam)	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	OMA		
Страна/город:	Нидерланды, Роттердам		
Год:	2013		
Высота:	150 м		
Кол-во уровней:	44		
Общая площадь:	160 тыс. м <sup>2</sup> – весь комплекс		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло		
Функции:	Офисы, торговля, апартаменты, отель		
Источник иллюстраций:		<a href="https://arquitecturaviva.com/works/edificio-de-rotterdam-1">https://arquitecturaviva.com/works/edificio-de-rotterdam-1</a>	

<b>№ 91</b>		<b>Главное здание Европейского Центрального Банка (European Central Bank)</b>	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	Coop Himmelb(l)au		
Страна/город:	Германия, Франкфурт-на-Майне		
Год:	2014		
Высота:	202м – антенна 184м - крыша		
Кол-во уровней:	45		
Общая площадь:	185 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло		
Функции:	Офисы, торговля		
Источник иллюстраций:		<a href="https://www.archdaily.com/799210/european-central-bank-coop-himmelb-l-au">https://www.archdaily.com/799210/european-central-bank-coop-himmelb-l-au</a>	

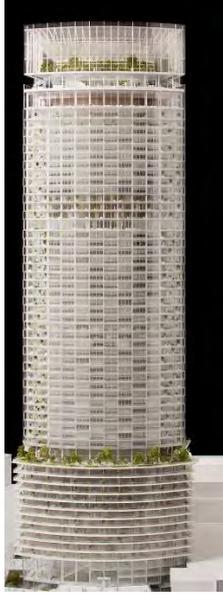
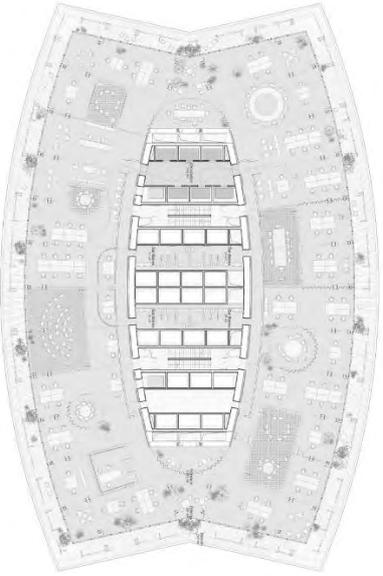
<b>№ 92</b>		<b>Лиденхол-Билдинг (Leadenhall Building, 122 Leadenhall Street)</b>	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	Rogers Stirk Harbour + Partners		
Страна/город:	Великобритания Лондон		
Год:	2014		
Высота:	225 м		
Кол-во уровней:	48		
Общая площадь:	84,4 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Сталь, стекло, ж/б		
Функции:	Офисы		
Источник иллюстраций:		<a href="https://www.archdaily.com/547041/the-leadenhall-building-rogers-stirk-harbour-partners">https://www.archdaily.com/547041/the-leadenhall-building-rogers-stirk-harbour-partners</a>	

<b>№ 93</b>		<b>Башня Шпиль Варшавы (Warsaw Spire)</b>	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	M. & J-Jaspers M. — J. Eyers & Partners		
Страна/город:	Варшава, Польша		
Год:	2016		
Высота:	220 м – шпиль, 180 м - крыша		
Кол-во уровней:	49		
Общая площадь:	71,6 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло		
Функции:	Офисы		
Источник иллюстраций:		<a href="https://www.skyscrapercenter.com/building/warsaw-spire/1262">https://www.skyscrapercenter.com/building/warsaw-spire/1262</a>	<a href="https://locus.pl/lokal-wynajem-1550m2-32550pln-wola-warszawa-mazowieckie,42483/2450/OLW">https://locus.pl/lokal-wynajem-1550m2-32550pln-wola-warszawa-mazowieckie,42483/2450/OLW</a>

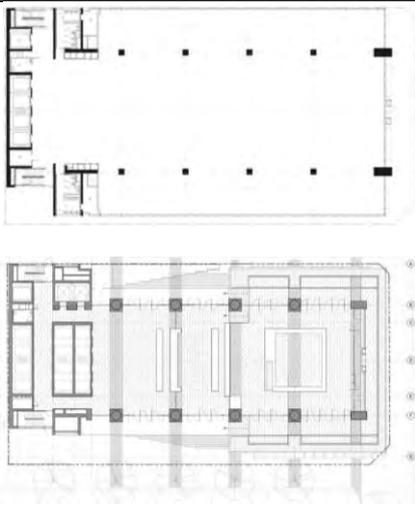
№ 94		Башня PWC (PWC Tower)	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	Даниэль Либескинд		
Страна/город:	Италия, Милан		
Год:	2021		
Высота:	175		
Кол-во уровней:	28		
Общая площадь:	76 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло		
Функции:	Офисы, торговля		
Источник иллюстраций:		<a href="https://www.archilovers.com/projects/186334/torre-libeskind-citylife.html">https://www.archilovers.com/projects/186334/torre-libeskind-citylife.html</a>	<a href="https://www.calcolostrutturale.com/torre-libeskind-di-milano-tra-i-grattacieli-piu-spettacolari-del-2021/">https://www.calcolostrutturale.com/torre-libeskind-di-milano-tra-i-grattacieli-piu-spettacolari-del-2021/</a>

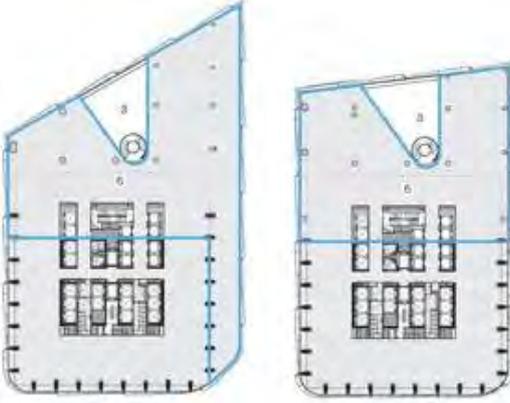
№ 95		Парные башни (Tours Duo)	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	Жан Нувель		
Страна/город:	Франция, Париж		
Год:	2021		
Высота:	180 м		
Кол-во уровней:	39		
Общая площадь:	108 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло		
Функции:	Офисы, отель, торговля		
Источник иллюстраций:		<a href="https://globaldesignnews.com/jean-nouvells-twin-angled-tours-duo-skyscrapers-open-in-paris-adding-a-bold-unsettling-silhouette-to-the-skyline-visible-from-the-river-seine-the-peripherique-and-other-landmarks/">https://globaldesignnews.com/jean-nouvells-twin-angled-tours-duo-skyscrapers-open-in-paris-adding-a-bold-unsettling-silhouette-to-the-skyline-visible-from-the-river-seine-the-peripherique-and-other-landmarks/</a>	

№ 96		Башня Хекла (Tour Hekla)	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	Жан Нувель		
Страна/город:	Франция, Париж,		
Год:	2022		
Высота:	220 м		
Кол-во уровней:	48		
Общая площадь:	76 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло		
Функции:	Офисы		
Источник иллюстраций:		<a href="https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQXzcIMEjKwD0e34Gh9oyss4J29-C2k9SaQPTM8o19tBQ&amp;s">https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQXzcIMEjKwD0e34Gh9oyss4J29-C2k9SaQPTM8o19tBQ&amp;s</a>	

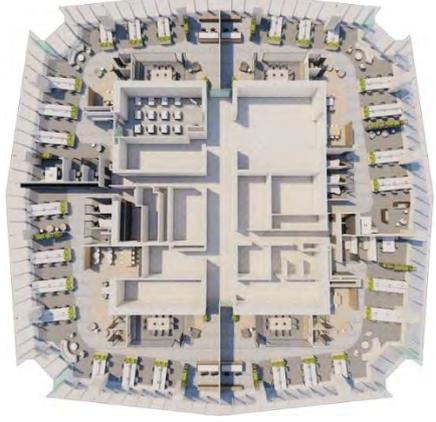
№ 97		Башня Монпарнас (tour Montparnasse)	
Общая информация		Внешний вид/ Фасад	План/ схемы
Арх./ арх.бюро:	С. Saubot-Jullien, Е.É.Beaudouin, L.-G.H. Marien; С 2024 - Chartier- dalix		
Страна/город:	Франция, Париж		
Год:	1972; 2024 - реконструкция		
Высота:	210		
Кол-во уровней:	60		
Общая площадь:	88,4 тыс. м <sup>2</sup> , 120 тыс. м <sup>2</sup> – после реконструкции		
Материалы:	Сталь, ж/б, стекло		
Функции:	Офисы После реконстр.: офисы, отель, торговля и др.		
Источник иллюстраций:		<a href="https://www.chartier-dalix.com/en/projects/metamorphosis-montparnasse-tower-paris-15">https://www.chartier-dalix.com/en/projects/metamorphosis-montparnasse-tower-paris-15</a>	

## Австралия

<b>№ 98</b>	<b>100 Маунт Стрит</b>		
<b>Общая информация</b>		<b>Внешний вид/ Фасад</b>	<b>План/ схемы</b>
Арх./ арх.бюро:	SOM		
Страна/город:	Австралия, Сидней		
Год:	2019		
Высота:	147		
Кол-во уровней:	34		
Общая площадь:	47 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло		
Функции:	Офисы, торговля		
Источник иллюстраций:		<a href="https://www.archdaily.com/937006/100-mount-street-som">https://www.archdaily.com/937006/100-mount-street-som</a>	

<b>№ 99</b>	<b>Башня причального квартала (Quay Quarter Tower)</b>		
<b>Общая информация</b>		<b>Внешний вид/ Фасад</b>	<b>План/ схемы</b>
Арх./ арх.бюро:	3XN		
Страна/город:	Австралия, Сидней		
Год:	2023 - реконструкция небоскреба от 1976		
Высота:	206 м		
Кол-во уровней:	49 - после реконструкции		
Общая площадь:	102 тыс. м <sup>2</sup>		
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло		
Функции:	Офисы, торговля		
Реконструкция: (65 % исходной конструкции (балки, колонны и плиты) и 95 % исходного ядра)	1) серое – демонтаж, 2) белое – сохраняемая часть, 3) синее – монтаж новых элементов	  	
Источник иллюстраций:		<a href="https://architectureau.com/articles/quay-quarter-tower/">https://architectureau.com/articles/quay-quarter-tower/</a>	

## Южная Америка

№ 100	Гран-Торре в Сантьяго (Gran Torre Santiago)			
Общая информация	Внешний вид/ Фасад	План/ схемы		
Арх./ арх.бюро:	Cesar Pelli			
Страна/город:	Чили, Сантьяго			
Год:	2013			
Высота:	300м - по крыше 260м - верх. этаж			
Кол-во уровней:	64			
Общая площадь:	107 тыс. м <sup>2</sup>			
Материалы:	Ж/б, сталь, стекло			
Функции:	Офисы, смотровая площадка			
Источник иллюстраций:	<a href="https://officehubcostanera.cl/es/home-gran-torre-costanera">https://officehubcostanera.cl/es/home-gran-torre-costanera</a>			

## Африка

№ 101	Стандарт Банк Центр (Standard Bank Center)			
Общая информация	Внешний вид/ Фасад	План/ схемы		
Арх./ арх.бюро:	Hentrich Petschnigg & Partners			
Страна/город:	ЮАР, Йоханнесбург			
Год:	1968			
Высота:	139			
Кол-во уровней:	34			
Общая площадь:	30 тыс. м <sup>2</sup>			
Материалы:	Ж/б, стекло			
Функции:	Офисы			
Источник иллюстраций:	<a href="https://www.researchgate.net/publication/337960061_Sustainable_Skyscrapers_The_Standard_Bank_Centre_Johannesburg">https://www.researchgate.net/publication/337960061_Sustainable_Skyscrapers_The_Standard_Bank_Centre_Johannesburg</a>			

### **Приложение 5. Список источников иллюстраций.**

**Рис. 1.** «Здание домового страхования (Home Insurance Building)». Фасад. Уильям Ле Барон Дженни. Чикаго. 1885г. // *Vauwelt*. – Berlin : Bauverlag BV GmbH, 2013. - №40. – Р. 20.

**Рис. 2.** «Ригли-билдинг (Wrigley Building)». Фасад. Фирма «Грэм, Андерсон, Пробст и Уайт». Чикаго. 1920-1931гг. // *Vauwelt*. – Berlin : Bauverlag BV GmbH, 2013. - №40. – Р. 30.

**Рис. 3.** «Питтсфилд-билдинг (Pittsfield building)». Фото. Фирма «Грэм, Андерсон, Пробст и Уайт». Чикаго. 1927г. // *Landmark destination report: Pittsfield building*. – New York: Department of planning and development, 2001. – Р.2.

**Рис. 4.** «Вулворт-билдинг (Woolworth Building)». Фото. Касс Гилберт. Нью-Йорк. 1910-1913гг. [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://ramer.by/shop/kartiny-dlja-interera/reprodukcii-kartin/print-zdanie-volvort-v-nju-jorke-iz-serii-vintazhnye-neboskreby-ameriki/>

**Рис. 5.** «Крайслер-билдинг (Chrysler Building)». Фасад. Уильям ван Аллен. Нью-Йорк. 1928-1930гг. / Artwork. Charlie Edwards / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.saatchiart.com/art/Mixed-Media-Chrysler-Building-New-York-City-Limited-Edition-100/1205743/4800846/view>

**Рис. 6.** «Эмпайр-стейт-билдинг (Empire State Building)». Фасад. Шрив, Лэмб и Хармон. Нью-Йорк. 1929-1931 гг. [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.quora.com/How-dangerous-is-it-to-drop-a-pen-off-the-Empire-State-Building>

**Рис. 7.** «Эмпрэс-стэйт-билдинг (The Empress State Building)». Фото. Стоун, Томс и партнеры. Лондон. 1961г. // *Shaping West London: an illustrated guide to the history of Earls Court*. – Р. 20.

**Рис. 8.** «Европа-центр (Europa Center)». Фото. Гельмут Хентрих, Губерт Печниг. Берлин. 1965г. / Сайт : СТБУН / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.skyscrapercenter.com/building/europa-center/10076>

**Рис. 9.** «Городские ворота (Bürocenter Nibelungenplatz)». Фото. Г. Рейнгаус. Франкфурте-на-Майне. 1966г. / Сайт : СТБУН / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.skyscrapercenter.com/frankfurt-am-main/b%С3%BCro-center-nibelungenplatz/9350/>

**Рис. 10.** «Башня Инициале (Tour Initiale)». Фото. Жан де Майи, Жак Депюссе. Париж. 1966г. [Электронный ресурс] - Режим доступа : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Tour\\_Initiale](https://fr.wikipedia.org/wiki/Tour_Initiale)

**Рис. 11.** «Башня АМП (AMP Building)». Фото. Сидней. 1962г. [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://archives.cityofsydney.nsw.gov.au/nodes/view/570849>

**Рис. 12.** «Здание Касумигасэки (Kasumigaseki Building)». Фасад. Муто Киёси, Икэда Такэкуни, Ямасита Тосиро. Токио. 1968 г. Сайт : СТБУН / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.skyscrapercenter.com/building/kasumigaseki-building/3615>

**Рис. 13.** «Башня века I (Century Tower I)». Фото. Гонконг. 1971г. [Электронный ресурс] - Режим доступа : [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:HK\\_Mid-Levels\\_1\\_Tregunter\\_Path\\_Century\\_Tower\\_terrace\\_facade\\_Oct-2012.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:HK_Mid-Levels_1_Tregunter_Path_Century_Tower_terrace_facade_Oct-2012.JPG)

**Рис. 14.** «Сирз-тауэр (Sears Tower, с 2009 г. - Уиллис-тауэр (Willis Tower))». Модель. Бюро СОМ (Skidmore, Owings and Merrill). Чикаго. 1970 - 1973гг. [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://free3d.com/ru/premium-3d-models/cinema-4d-%D0%A1%D0%B8%D1%80%D1%81>

**Рис. 15.** «Всемирный торговый центр». Фасад. Минору Ямасаки. Нью-Йорк. 1966 -1973гг. [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.educazionetecnicaonline.com/tag/skyscraper-2/>

**Рис. 16.** «Дефанс». Фото. Ближний пригород Парижа. 1958г. (дата основания). / Деловой район Ля Дефанс в Париже /

[Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://omyworld.ru/9400>

**Рис. 17.** «Сити». Фото. Лондон. // РБК : Власти Сити впервые признали равным Лондону центром финансов другой город /

[Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://quote.rbc.ru/news/article/6425645b9a79474bf7a4a71a>

**Рис. 18.** ММДЦ «Москва-Сити». Фото. Москва // Сколько стоит аренда офиса в Москва-Сити. Цены на коммерческую недвижимость /

[Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://moscowcitysale.ru/blog/arenda-offisa>

**Рис. 19.** Первоначальный проект «Москва-Сити». 3д-модель 1991г. // Как должна была выглядеть Москва-Сити? /

[Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://times-estate.ru/tpost/5ns4vnn3h1-kak-dolzha-bila-viglyadet-moskva-siti>

**Рис. 20.** «Шанхайская башня». Структура внешне оболочки (экзоскелета). // Сайт : Designboom / [Электронный ресурс] - Режим доступа :

<https://www.designboom.com/architecture/shanghai-tower-china-tallest-building-skyscraper-gensler-01-15-2017/>

**Рис. 21.** Башни «Аль-Бахар». Динамические фасады (машрабии). Абу-Даби // Интеллектуальная система затенения на башнях Аль Бахар / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <http://domvstile.com/blog/architecture/1217.html>

**Рис. 22.** Башня «Джиан му (Jian Mu)». Фрагмент оболочки в 3д-разрезе. Шеньчжень // Небоскреб и вертикальная гидропонная ферма /

[Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://positivnews.ru/neboskreb-i-vertikalnaya-gidroponnaya-ferma/>

**Рис. 23.** «Ривер Бич Тауэр (River Beech Tower)». Визуализация. Чикаго. // World Architecture Festival: homes of the future / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.ft.com/content/0223bdec-801d-11e6-8e50-8ec15fb462f4>

**Рис. 24.** «100 East 53rd Street Midtown East». Визуализация. Нью-Йорк. // Сайт : Архи.ру / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://archi.ru/projects/world/224/zhiloi-kompleks-100-east-53rd-street>

**Рис. 25.** «Марина-Бэй-Сэндс (Marina Bay Sands)». Фото. Сингапур. // Сайт : Архи.ру / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://archi.ru/tech/72709/-reguliruemyykh-opor-buzon-bylo-postavleno-na-terrasakh-marina-bay-sands>

**Рис. 26.** «Башня Веласка». Разрез. BBPR. Милан. 1956-1958 гг. // Velasca Tower: The Intersection of Technology and Historicism by BBPR Architects / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://archeyes.com/velasca-tower-technology-vs-historicism/>

**Рис. 27.** «Милбенк-Тауэр». Фото. Рональд Уорд и партнеры. Лондон. 1963-1964 гг. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Millbank\\_Tower,\\_Millbank\\_\(2\)\\_-\\_geograph.org.uk\\_-\\_2616861.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Millbank_Tower,_Millbank_(2)_-_geograph.org.uk_-_2616861.jpg)

**Рис. 28.** «Мэн-Монпарнас». Фото. Леон и Даниэль Франсис. Париж. 1969-1972 гг. // Единственному небоскребу Парижа, который все ненавидят, исполнилось 50 лет / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://focus.ua/lifestyle/573836-edinstvennomu-neboskrebu-parizha-kotoryu-vse-nenavidyat-ispolnilos-50-let>

**Рис. 29.** «Кэнери-Уорф». Лондон. // U.S., EU Urge European Banks, Businesses to Invest in Iran /

[Электронный ресурс] - Режим доступа :  
<https://www.linkedin.com/pulse/us-eu-urge-european-banks-businesses-invest-iran-akhoundi>

**Рис. 30.** «Потсдамер-платц». Берлин. // Архитектурные сюрпризы Берлина / [Электронный ресурс] - Режим доступа :  
<https://germania.one/arhitekturnye-syurprizu-berlina/>

**Рис. 31.** «Южная башня». Брюссель. 1968г. / [Электронный ресурс] – Режим доступа :  
<https://wikimapia.org/8349598/ru/%D0%AE%D0%B6%D0%BD%D0%B0%D1%8F-%D0%B1%D0%B0%D1%88%D0%BD%D1%8F>

**Рис. 32.** «Торре Галфа». Милан. 1956-1959гг. // Сайт : СТБУН / [Электронный ресурс] - Режим доступа :  
<https://www.skyscrapercenter.com/building/torre-galfa/4962>

**Рис. 33.** «Ворота в Европу». Мадрид. 1989 г. // Фото : Давид Острун / [Электронный ресурс] - Режим доступа :  
<http://rasfokus.ru/photos/new/photo389380.html>

**Рис. 34.** «Вестендштрассе 1». Франкфурт-на-Майне. 1990г. / [Электронный ресурс] - Режим доступа :  
[https://ru.wikipedia.org/wiki/Westendstra%C3%9Fe\\_1](https://ru.wikipedia.org/wiki/Westendstra%C3%9Fe_1)

**Рис. 35.** «Башня Мэри-Экс, 30». Лондон. 2001-2004гг. / [Электронный ресурс] - Режим доступа :  
[https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D0%B1%D0%BE%D1%81%D0%BA%D1%80%D1%91%D0%B1\\_%D0%9C%D1%8D%D1%80%D0%B8-%D0%AD%D0%BA%D1%81](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D0%B1%D0%BE%D1%81%D0%BA%D1%80%D1%91%D0%B1_%D0%9C%D1%8D%D1%80%D0%B8-%D0%AD%D0%BA%D1%81)

**Рис. 36.** Главное здание Европейского Центрального Банка. Франкфурт-на-Майне. 2008-2015гг. / [Электронный ресурс] - Режим доступа :  
[https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Seat\\_of\\_the\\_ECB,\\_Southwest\\_view\\_20220213\\_1.jpg](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Seat_of_the_ECB,_Southwest_view_20220213_1.jpg)

**Рис. 37.** Башня «PWC». Милан. 2016-2021гг. // Милан и три небоскреба. Достроена изогнутая башня Даниэля Либескинда / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://dzen.ru/a/X6aafBrrWDJsptC>

**Рис. 38.** «Самил-билдинг (Samil Building)». Сеул. 1970 г. // ARCHITECTURE: Kim Chung-Up, Dialogue / [Электронный ресурс] - Режим доступа : / [Электронный ресурс] - Режим доступа :  
<https://www.dreamideamachine.com/?p=39595>

**Рис. 39.** «UOB Plaza Two». Сингапур. 1974г. // Сайт : СТБУН / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.skyscrapercenter.com/building/united-overseas-bank-plaza-one/636>

**Рис. 40.** «ВТЦ (World Trade Center)». Дубаи, ОАЭ. 1979г. // Dubai World Trade Centre / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://relocate-uae.com/free-zones/dubai-world-trade-centre/>

**Рис. 41.** «Джардин-хаус (Jardine House)». Гонконг. 1973г. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <http://vostokovod.ru/photo>

**Рис. 42.** «ADNOC». Абу-Даби. // Photo : Matt Giesbrech / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.flickr.com/photos/mwgiesbrecht/27407130326/>

**Рис. 43.** «Бахрейновский всемирный торговый центр». 2004-2008 гг. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://i.pinimg.com/originals/c7/7c/03/c77c03cf25e38edd93f3c2d3eb377f94.jpg>

**Рис. 44.** «Джин Мао». Шанхай. 1994-1999 гг. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <http://www.bmi-bc.com/images/UploadImages/GS2011923143135103.jpg>

**Рис. 45.** «Второй международный центр». Гонконг. 1997-2003 гг. // Как китайцы уменьшили ветровые нагрузки небоскреба на 24%. Топ 8 самых высоких зданий мира / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://dzen.ru/a/Yc7iGwBMv2aF6BUf>

**Рис. 46.** «Taipei 101». Тайбей. 1999-2003 гг. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B0%D0%B9%D0%B1%D1%8D%D0%B9\\_101](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B0%D0%B9%D0%B1%D1%8D%D0%B9_101)

**Рис.47.** «Петронас-тауэр». Куала-Лумпур. 1993-1999 гг. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : [https://www.tourister.ru/world/asia/malaysia/city/kuala\\_lumpur/placeofinterest/3823](https://www.tourister.ru/world/asia/malaysia/city/kuala_lumpur/placeofinterest/3823)

**Рис. 48.** «Al Rostamani Maze Tower». Дубаи. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://mazetower.com/home/>

**Рис. 49.** «Al Saqr business Tower». Дубаи. 1999 г.// Сайт : СТБУН / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.skyscrapercenter.com/dubai/al-saqr-business-tower/3481>

**Рис. 50.** «Ландмарк тауэр». Токио. 1990-1993 гг. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : [https://ru.wikipedia.org/wiki/Yokohama\\_Landmark\\_Tower](https://ru.wikipedia.org/wiki/Yokohama_Landmark_Tower)

**Рис. 51.** «Сталинские высотки». Москва. // Сталинские высотки в Москве: сколько их и где они расположены / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://stroimprosto-msk.ru/news/stalinskie-vysotki-v-moskve-skolko-ih-i-gde-oni-raspolozheny/>

**Рис. 52.** План ММДЦ «Москва-Сити». Деление на участки. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : [https://ru.m.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB: Moskva\\_city.svg](https://ru.m.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB: Moskva_city.svg)

**Рис. 53.** Объекты ММДЦ «Москва-Сити». // Самая высокая в Европе жилая башня в "Сити" / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.kp.ru/daily/26999.7/4060043/>

**Рис. 54.** «Лахта-центр». Санкт-Петербург. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://10894082.84167.ru/>

**Рис. 55.** «Высоцкий». Екатеринбург. // / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://lacr1ma.livejournal.com/tag/%D0%95%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%BD%D0%B1%D1%83%D1%80%D0%B3>

**Рис. 56.** «Исеть» Екатеринбург. // Сайт : СТВУН/ [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.skyscrapercenter.com/building/iset-tower/1353>

**Рис. 57.** «Ахмат-тауэр». Грозный. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://grozniy.fooby.ru/company/akhmat-tower-3287944>

**Рис. 58.** «Башня Прайса». План. Ф.-Л.Райт. Оклахома. 1956г. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://ppt-online.org/263941>

**Рис. 59.** Башня «Signal» (проект). Разрез. Ж.Нувель. Париж. 2007г. // Сайт : Архи.ру / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://archi.ru/projects/world/4476/bashnya-signal>

**Рис. 60.** Башня «Мэри-Экс». Разрез. Н.Фостер. Лондон. 2001-2004гг. // Сайт : Foster+Partners / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.fosterandpartners.com/projects/30-st-mary-axe>

**Рис. 61.** Центральный вокзал Нью-Йорка (Grand Central Station) с прилегающими зданиями. Разрез. // EAST SIDE ACCESS (Grand Central Madison) / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.nycurbanism.com/east-side-access>

**Рис. 62.** Центральный вокзал Нью-Йорка (Grand Central Station) с прилегающими зданиями. План. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : [https://en.wikipedia.org/wiki/Grand\\_Central\\_Terminal](https://en.wikipedia.org/wiki/Grand_Central_Terminal)

**Рис. 63.** Башня «25 Bank Street» со станцией метро «Heron Quays». С. Пелли и партнеры. Лондон. 2001-2003 гг. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.wionews.com/web-stories/world/top-5-largest-banks-of-the-world-1714741152772>

**Рис. 64.** Башня «DNA». Схема включения железнодорожных путей в здание. Бюро SOM. Нью-Йорк. 2019г. // One Manhattan West by Skidmore, Owings & Merrill, New York / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://continuingeducation.bnprmedia.com/courses/architectural-record/tall-buildings-2/4/>

**Рис. 65.** Башня «Toranomon Hills» со станцией метро и скоростной магистралью. Фрагмент разреза. Строительная компания Мори (Mori Building Company). Токио. 2011-2014 гг. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.traicy.com/posts/20200602170527/>

**Рис. 66.** Башня «Эволюция» с подземной галереей. Фрагмент конструкций. Ф. Никандров (Горпроект), RMJM Москва. 2008-2015 гг. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.skyscrapercity.com/threads/03-evolution-tower-246%D0%BC-55%D1%8D-2015.142435/page-71>

**Рис. 67.** Башня «Федерация». Центральный атриум. С. Чобан и П. Швегер Москва. 2003-2017 гг. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://zhk-bashnya-federaciya-i.cian.ru/>

**Рис. 68.** Башня «Bitexco» с вертолетной площадкой. К.Запато. Хошимин. 2007-2010гг. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F\\_%D0%B1%D0%B0%D1%88%D0%BD%D1%8F\\_Bitexco](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D1%81%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D0%B1%D0%B0%D1%88%D0%BD%D1%8F_Bitexco)

**Рис. 69.** Башня «Осколок». Разрез и планы этажей. Р. Пьяно. Лондон. 2009-2012 гг. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://y8836029.blogs.upv.es/pa3-views/>

**Рис. 70.** Башня «Федерация». Разрез с функциональным зонированием. С. Чобан и П. Швегер Москва. 2003-2017 гг. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://all-towers.ru/buildings/5031>

**Рис. 71.** Комплекс «ОКО». Москва. Бюро SOM, «Промстройпроект». 2010-2016 гг. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://moscowcitysale.ru/moscow-towers>

**Рис. 72.** Многоствольный высотных комплекс «De Rotterdam». Бюро ОМА. Роттердам. 2009-2013 гг. // Сайт : Archdaily / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.archdaily.com/451377/de-rotterdam-oma>

**Рис. 73.** «Бионическая арка» для мэрии в Тайчжуне. Разрез. В.Каллебаут. 2011г. (проект). / [Электронный ресурс] - Режим доступа : [https://vincent.callebaut.org/object/110905\\_taichung/taichung/projects](https://vincent.callebaut.org/object/110905_taichung/taichung/projects)

**Рис. 74.** Схема принципов транзитно-ориентированного проектирования. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://medium.com/the-urban-condition/introduction-to-transit-oriented-development-tod-652bcb2d684f>

**Рис. 75.** Башня «Империя». Разрез с обозначением уровня музея. NBBJ. Москва. 2006-2011 гг. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://moscow-city.online/build/empire/>

**Рис. 76, рис.77.** Музей «Москва-Сити» в башне «Империя». Интерьеры. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : [https://www.tripadvisor.com/LocationPhotoDirectLink-g298484-d12804538-i282990791-Moscow\\_City\\_Museum-Moscow\\_Central\\_Russia.html](https://www.tripadvisor.com/LocationPhotoDirectLink-g298484-d12804538-i282990791-Moscow_City_Museum-Moscow_Central_Russia.html)

**Рис. 78.** Башня «Абэно Харукасу». Функциональная схема с включением социально-культурных зон, в том числе с музеем. Takenaka Corporation. С.Пелли. Токио. 2010-2014 гг. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : [https://www.takenaka.co.jp/takenaka\\_e/abeno/design/de-01.html](https://www.takenaka.co.jp/takenaka_e/abeno/design/de-01.html)

**Рис. 79.** Шанхайская башня. Gensler. 2008-2015 гг. // Сайт : Skyscraperpage / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://skyscraperpage.com/diagrams/?buildingID=71815>

**Рис. 80.** Шанхайская башня. Секция оболочки атриума в перспективе («экзоскелет»). // Gensler : our approach to integrated delivery/ [Электронный ресурс] - Режим доступа : [https://www.gensler.com/uploads/document/200/file/IntegratedDelivery\\_09\\_15\\_2010.pdf](https://www.gensler.com/uploads/document/200/file/IntegratedDelivery_09_15_2010.pdf)

**Рис. 81.** Шанхайская башня. Интерьер атриума (оболочки). // Сайт : Archdaily / [Электронный ресурс] - Режим доступа : [https://www.archdaily.com/413793/gensler-tops-out-on-world-s-second-tallest-skyscraper-shanghai-tower/520405aee8e44e949b000181\\_gensler-tops-out-on-world-s-second-tallest-skyscraper-shanghai-tower-\\_gensler-shanghaitower-skygarden2\\_-medium-jpg](https://www.archdaily.com/413793/gensler-tops-out-on-world-s-second-tallest-skyscraper-shanghai-tower/520405aee8e44e949b000181_gensler-tops-out-on-world-s-second-tallest-skyscraper-shanghai-tower-_gensler-shanghaitower-skygarden2_-medium-jpg)

**Рис. 82.** «Коммерцбанк-Тауэр». Интерьер с атриумом и разрез. Н.Фостер. Франкфурт-на-Майне. 1994-1997 гг. // От «зеленого строительства» к природо-интегрированной архитектуре. Принцип ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФОРМ. Часть 3

/ [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.archealth.ru/tekushchee-izdanie/arkhitektura-i-antropogennaya-sreda/506-ot-zelenogo-stroitelstva-k-prirodo-integrirovannoj-arkhitecture-printsip-ispolzovaniya-form-chast-3>

**Рис. 83.** Башня «Лиза Сохо (Leeza Soho)». З.Хадид и П.Шумахер. Пекин. 2015-2019гг. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://projects.archiexpo.com/project-270588.html>

**Рис. 84.** Башня «Лиза Сохо». Разрез (продольно линии метро на нижнем уровне). // Сайт : Archdaily / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.archdaily.com/877375/zaha-hadid-architects-unveil-worlds-tallest-atrium-under-construction-beijing-china>

**Рис. 85.** «Мэтлайф-билдинг (Meatlife Building)». Вальтер Гропиус. Нью-Йорк. 1959-1963гг. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://depositphotos.com/editorial/grand-central-terminal-and-metlife-building-new-york-58971723.html>

**Рис. 86.** «Китайская торговая башня (China Merchants Tower)». SOM. Шеньчжень. 2013г. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : [https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:China\\_Merchants\\_Tower\\_in\\_Shekou2021.jpg](https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:China_Merchants_Tower_in_Shekou2021.jpg)

**Рис. 87.** «Национальный коммерческий банк в Джидде (Saudi National Bank)». SOM. Джидда. 1983г. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://ampsecurity.ru/novosti-industrii/v-odnom-iz-krupnejshikh-bankov-saudovskoj-aravii-polnostyu-obnovili-sistemu-videonablyudeniya>

**Рис. 88.** «Бурдж-Аль-Мамляка (KingdomCenter)». Бектел корп. Эр-рияд. 1999-2002 гг. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://dzen.ru/a/YB579l-tzCKprz1>

**Рис. 89.** «Лакhta-центр». Фасад. Т.Кеттл, В. Травуш. Санкт-Петербург. 2019г. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.kp.ru/best/spb/lakhta-center-v-sankt-peterburge/>

**Рис. 90.** Комплекс «ОКО». Визуализация. Бюро SOM, «Промстройпроект». Москва. 2010-2016 гг. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.the-village.ru/city/estate/116111-oko>

**Рис. 91.** «Международный финансовый центр (Two International Financial Center)». Фасад. Сезар Пелли. Гонконг. 2000-2003 гг. // Сайт : Skyscraperpage / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://skyscraperpage.com/diagrams/?buildingID=11>

**Рис. 92.** «Мердека 118 (Merdeka 118)». 3д вид. Ф. Катсалидис. Куала-Лумпур. 2017-2023 гг. / [Электронный ресурс] - Режим доступа :

<https://www.bimcommunity.com/bim-projects/merdeka-118-the-skyscraper-of-malaysia-100-bim/>

**Рис.93.** «Шанхайская башня». Фасад. Gensler. 2008-2015 гг. // Сайт : Skyscraperpage / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://skyscraperpage.com/diagrams/?buildingID=71815>

**Рис. 94.** «Джардин-Хаус (Jardine House)». Фасад. Палмер и Тернер. Гонконг. 1973г. // Сайт : СТБУН / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.skyscrapercenter.com/building/jardine-house/2407>

**Рис. 95.** «Уан-Вандербильт (One Vanderbilt)». Разрез. Кох Педерсен Фокс. Нью-Йорк. 2016-2020гг. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.skyscrapercity.com/threads/new-york-one-vanderbilt-427m-1401ft-59-fl-com.1518868/page-101>

**Рис. 96.** «Башня государственного инвестиционного фонда (Public Investment Fund Tower)». Визуализация. Омрания и партнеры. Эр-Рияд. 2021 г. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://global.ctbuh.org/resources/papers/download/2393-iconic-office-tower-propels-saudi-arabia-into-the-new-global-century-challenges-and-innovations.pdf>

**Рис. 97.** «Централ Плаза (Central Plaza)». Разрез. Деннис Лау, Чун Ман. Гонконг. 1989-1992 гг. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : [http://ibse.hk/sbe/case\\_study/case/hk/centplaz/centplaz.htm](http://ibse.hk/sbe/case_study/case/hk/centplaz/centplaz.htm)

**Рис. 98.** «Город столиц». Визуализация. NBBJ. Москва. 2005-2011г. // Сайт : Архи.ру / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://archi.ru/projects/world/63/gorod-stolic>

**Рис. 99.** «Гринлэнд-Центр (Wuhan Greenland Center)». Фасад. Адриан Смит, Гордон Джилл. Ухань. 2012-2023 гг. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.skyscrapercity.com/threads/014-greenland-center-wuhan-476m-101-fl.2383147/>

**Рис. 100.** «КК 100 (Kingkey 100)». Фасад. Терри Фаррел. Шеньчжень. 2007-2011 гг. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.archiposition.com/items/f03d40a63c>

**Рис. 101.** «Финансовый центр Си-Ти-Эф (CTF Finance Center)». Разрез, планы. SOM. Гуанчжоу. 2013-2019 гг. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://skyscraper.org/supertall/ctf/>

**Рис. 102.** «Гантекс-Тауэр (T&C Tower)». Фасад. С.Ю. Ли. Гаосюн. 1994-1997 гг. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.nstrade.ru/blog/item/samye-vysokie-zdaniya-kitaya/>

**Рис. 103.** «Шанхайский Всемирный финансовый центр (Shanghai World Financial Center)». Фасад. Кон Педерсен Фокс. Шанхай. 1997-2008гг. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://omyworld.ru/4900>

**Рис. 104.** «Шеньчженьский сельский коммерческий банк». Визуализация. SOM. Шеньчжень. 2020 г. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.som.com/projects/shenzhen-rural-commercial-bank-headquarters/>

**Рис. 105.** «Сбер-Сити» (башни А, Б). 3д-вид. Никкен Сиккеи. Москва. 2015-2020 гг. (модернизация). // Межбашенное пространство штаб-квартиры Сбербанка в Москве / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://prorus.ru/projects/mezhashennoe-prostranstvo-shtab-kvartiry-sberbanka/>

**Рис. 106.** «Калейдо (Caleido Tower)». 3д-вид. Ф.Ирибаррен. Мадрид. 2017-2020гг. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://en.wikipedia.org/wiki/Caleido>

**Рис. 107.** «Башня Центрального Парка (Central Park Tower)». Изометрия. Адриан Смит, Гордон Джилл. Нью-Йорк. 2014-2021 гг. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : [https://ny.curbed.com/2015/9/8/9923584/central-park-tower-loses-its-spire-will-stand-1550-feet?utm\\_campaign=ny.curbed&utm\\_content=entry&utm\\_medium=social&utm\\_source=pinterest](https://ny.curbed.com/2015/9/8/9923584/central-park-tower-loses-its-spire-will-stand-1550-feet?utm_campaign=ny.curbed&utm_content=entry&utm_medium=social&utm_source=pinterest)

**Рис. 108.** «Башня Байок II». 3д-вид. Сонгсак Висудхаром, Сапарк Акшарануграха. Бангкок. 1990-1997гг. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.skyscrapercenter.com/building/baiyoke-tower-ii/487>

**Рис. 109.** «Копенхилл (Copenhagen)». Визуализация. Бюро BIG. Копенгаген. 2017 г. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://dzen.ru/a/Wu70dQCz3WSmDydd>

**Рис. 110.** а) ММДЦ «Москва-Сити», б) «Даунтаун (Downtown)» Манхэттена в Нью-Йорке, в) «Даунтаун» в Дубаи, г) «Кэнери-Уорф (Canary Wharf)» в Лондоне. / Архив автора.

**Рис. 111.** «Липпо-центр (LippoCenter)». Фасад. Пол Рудольф. Гонконг. 1987-1988 г./ [Электронный ресурс] - Режим доступа : [https://www.architectmagazine.com/design/never-before-seen-paul-rudolph-work-to-be-exhibited-this-fall\\_o](https://www.architectmagazine.com/design/never-before-seen-paul-rudolph-work-to-be-exhibited-this-fall_o)

**Рис. 112.** «Центр Джона Хэнхока». 3д-вид. SOM. Чикаго. 1969 г. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://ainis.wordpress.com/wp-content/uploads/2007/02/in236b-hancock-bst.jpg>

**Рис. 113.** «Штаб-квартира национальной нефтяной компании». Фасад. НОК. Абу-Даби. 2009-2014гг. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.archdaily.com/895578/abu-dhabi-national-oil-company-headquarters-hok>

**Рис. 114.** «Фермерский дом (Farmhouse)». Фасад. Концепция. // Сайт : Archdaily / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.archdaily.com/1006779/timber-skyscrapers-a-low-carbon-typology-for-the-21st-century>

**Рис. 115.** «Оквуд Тауэр (Oakwood Tower)». Фасад. Концепция. Лондон. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://plparchitecture.com/oakwood-timber-tower-london-uk/>

**Рис. 116.** ТКЯ: а) центральное – в «Международном финансовом центре» в Шенчжэне; б) периметральное – в «Башне Пирелли» в Милане, в) смешанное – в башне «Ворота столица» в Дубае, г) внешнее – в «Инленд Стил Билдинг (Inland Steel Building)» в Чикаго. / Архив автора.

**Рис. 117.** «Циндао-Лэндмарк-Тауэр». Фасад. Циндао // Сайт : Skyscraperpage / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://skyscraperpage.com/diagrams/?searchID=108246612>

**Рис. 118.** Башня «Спарда Банка». Визуализация. Франкфурт-на-Майне / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.skylineatlas.com/sparda-bank-tower/>

**Рис. 119.** «Международный финансовый центр Тяньцзиньской зоны экономического и технологического развития (TEDA IFC)». Фасад. Тяньцзинь // Сайт : Skyscraperpage / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://skyscraperpage.com/cities/?buildingID=113886>

**Рис. 120.** «Логан-Сенчури-Центр (Logan Century Center)». Фасад. Наньнин // Сайт : Skyscraperpage / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://skyscraperpage.com/cities/?buildingID=90004>

**Рис. 121.** «Штаб-квартира Тенсент (Tencent Headquarters)». Визуализация. Шеньчжень / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://i.pinimg.com/originals/49/b7/54/49b754ad89feb8a7a3aade9fb2b993d.jpg>

**Рис. 122.** «Один Заабиль (One Za'abeel)». Фасад. Дубай / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.skyscrapercenter.com/complex/3308>

**Рис. 123.** «Имперский город (Empire City)» (проект). Визуализация. Хошимин / [Электронный ресурс] - Режим доступа :

<https://www.archdaily.com/883737/buro-ole-scheeren-unveils-skyscraper-complex-in-ho-chi-minh-city-featuring-public-sky-forest>

**Рис. 124.** «Шенчженьская фондовая биржа (Shenzhen Stock Exchange)». Разрез. Шенчжень / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://arquitecturaviva.com/works/sede-de-la-bolsa-de-shenzhen-1>

**Рис. 125.** «Джидда Тауэр». Фасад и фрагмент вертолетной площадки. Джидда (Саудовская Аравия) // Сайт : [Archi.ru](http://Archi.ru) / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://archi.ru/projects/world/7277/bashnya-jeddah-tower>

**Рис. 126.** «Адрес-скай-вью (Address Sky View)». Визуализация. Дубай / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://glazinumuae.com/the-address-residence-sky-views/>

**Рис. 127.** «Хендерсон (Henderson/ 2 Murray Road)». Визуализация. Гонконг / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://archello.com/project/2-murray-road>

**Рис. 128.** «Адрес-Бич-Резорт (The Address Beach Resort)», визуализация, Дубай / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://topaddress.ae/area/jumeirah-beach-residence/>

**Рис. 129.** «Башни-Хэштег (Cross # Towers)» (проект). Макет. Сеул / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.dezeen.com/2012/05/03/cross-towers-by-big/>

**Рис. 130.** «311 Саут-Вакер-Драйв» в Чикаго (311 South Wacker Drive)». Фасад. Чикаго // Сайт : [Skyscraperpage](http://Skyscraperpage.com) / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://skyscraperpage.com/cities/?buildingID=33>

**Рис. 131.** «Стеклянная башня (Torre de Christal)». Визуализация. Мадрид / [Электронный ресурс] - Режим доступа : [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B5%D0%BA%D0%BB%D1%8F%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F\\_%D0%B1%D0%B0%D1%88%D0%BD%D1%8F](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B5%D0%BA%D0%BB%D1%8F%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B1%D0%B0%D1%88%D0%BD%D1%8F)

**Рис. 132.** Планировки: а) однокоридорная («Whitehall Building Anex»), б) двухкоридорная («Equitable Building»), в) коридорно-кольцевая («Empire state building»). / Архив автора.

**Рис. 133.** Формы планов: а) L-образный («Дженерал-Электрик-билдинг»), б) U-образный («Вулворт-билдинг»), в) Н-образный («Крайслер-билдинг»). / Архив автора.

**Рис. 134.** План 4 этажа. «Seagram Building» в Нью-Йорке (1956-1958гг.). / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://seagram375park.com/the-building/building-stack-plan/>

**Рис. 135.** Типовой план. «CBS building» в Нью-Йорке (1961-1965гг.). / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.re-thinkingthefuture.com/case-studies/a2745-the-cbs-building-by-eero-saarinen-the-black-rock/>

**Рис. 136.** Разрез. «Блай Стрит» (2011г.). / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://architectus.com.au/projects/1-bligh-street/>

**Рис. 137.** Разрез. «Коммерцбанк-тауэр» (1994-1997 гг.) / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://c-adrianti.blogspot.com/2015/03/commerzbank-tower-worlds-first-green.html>

**Рис. 138.** Фасад. Банковский Операционный центр и Штаб-квартира BBVA в Мехико. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.theplan.it/eng/award-2017-Office-Business/bbva-bancomer-operations-center-1>

**Рис. 139.** Интерьер. Банковский Операционный центр и Штаб-квартира BBVA в Мехико. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.theplan.it/award-2017-Office-Business/bbva-bancomer-operations-center-1>

**Рис. 140.** Интерьер. «Фенчерч-стрит, 20» в Лондоне (2011-2014гг.). / [Электронный ресурс] - Режим доступа : [https://glassoffices4u.co.uk/glass-office-partitioning-in-london-skyscrapers/?\\_\\_cf\\_chl\\_tk=db55j3FOMXuhOuhCA0f95vb0kvfsQbAPCXEVEi58Mlw-1723643933-0.0.1.1-4074](https://glassoffices4u.co.uk/glass-office-partitioning-in-london-skyscrapers/?__cf_chl_tk=db55j3FOMXuhOuhCA0f95vb0kvfsQbAPCXEVEi58Mlw-1723643933-0.0.1.1-4074)

**Рис.141.** Варианты планировки: а) поделенная на сектора (multiple-unit); б) открытая (open). «Лиза Сохо». // Сайт : Архи.ру / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://archi.ru/projects/world/15068/bashnya-leeza-soho>

**Рис. 142.** Сравнение схем типового плана и плана, рассчитанного с учетом социального дистанцирования во время пандемии. Проект офисного небоскреба в районе Гудзон Ярдс на Манхэттене. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : [https://global.ctbuh.org/resources/papers/4370-Kaplan\\_PandemicResilientOffice.pdf](https://global.ctbuh.org/resources/papers/4370-Kaplan_PandemicResilientOffice.pdf)

**Рис.143.** Сравнение 2 типов рабочих мест: 1 - единое полотно, разделенное настольными заграждениями для нескольких сотрудников, 2 - индивидуальная «рабочая станция». / [Электронный ресурс] - Режим доступа

: [https://global.ctbuh.org/resources/papers/4370-Kaplan\\_PandemicResilientOffice.pdf](https://global.ctbuh.org/resources/papers/4370-Kaplan_PandemicResilientOffice.pdf)

**Рис. 144.** Схема конструкций (изометрия). Башня «Пирелли». 1956-1960гг. Милан, Италия. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://studfile.net/preview/4592752/page:18/>

**Рис. 145.** 3 варианта каркасной системы (в плане): рамная, рамно-связевая, связевая (слева направо). / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://ppt-online.org/1191212>

**Рис. 146.** План. Рокфеллер-плаза, 30. 1932-1933 гг. Нью-Йорк, США. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://marketplace.vts.com/listing/30-rockefeller-plaza-new-york-ny/ac86072e-48fa-4fec-a77f-96faabef2eb0>

**Рис. 147.** План. Метлайф-Билдинг. 1959-1963гг. Нью-Йорк, США. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.liip.no/?l=li-252-44600482-le-corbusier-project-obus-a-algiers>

**Рис. 148.** Схема фасада. Здание центрального страхового фонда. 1976г. Сингапур. // Сайт : СТБУН / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.skyscrapercenter.com/building/cpf-building/2683>

**Рис. 149.** Фото. Стандарт Банк Центр. 1966-1968 гг. Йоханнесбург, ЮАР. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : [https://www.researchgate.net/publication/345681634\\_SWOT\\_Analysis\\_for\\_Architectural\\_and\\_Structural\\_Solutions\\_Interaction\\_Assessment\\_in\\_High-Rise\\_Buildings\\_Design/figures?lo=1](https://www.researchgate.net/publication/345681634_SWOT_Analysis_for_Architectural_and_Structural_Solutions_Interaction_Assessment_in_High-Rise_Buildings_Design/figures?lo=1)

**Рис. 150.** План. ВТЦ. 2006-2013 гг. США, Нью-Йорк / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://newyorkrealty.livejournal.com/37538.html>

**Рис. 151.** План. Сирз-тауэр. 1970-1973 гг. США, Чикаго. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://hiddenarchitecture.net/willis-tower-formerly-sears-tower/>

**Рис. 152.** Фасад. Башня «Миллениум» (проект). Япония, Токио. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.building.co.uk/top-10-unbuilt-towers-millennium-tower-by-norman-foster/5023747.article>

**Рис. 153.** Схема фасада. Центр Джона Хэнхока. 1969г. США, Чикаго. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://studfile.net/preview/17128334/page:9/>

**Рис. 154.** Макет. Онтери Центр. 1986г. США, Чикаго. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.e-periodica.ch/cntmng?pid=bse-pe-002%3A1982%3A6%3A%3A53>

**Рис. 155.** Схема фасада. Шеньчженьский сельский коммерческий банк. 2020г. Китай, Шеньчжень. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.archiposition.com/items/20220107095031>

**Рис. 156.** Схема фасада. Здание банка HSBC. 1983-1985гг. Гонконг. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.chegg.com/homework-help/questions-and-answers/question-normal-dead-live-traffic-loading-structures-indicate-members-tension-compression--q44799237>

**Рис. 157.** Схема фасада. Херст-Тауэр. 2003-2006 гг. США, Нью-Йорк. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <http://architecture-history.org/architects/architects/FOSTER/OBJ/2006,%20Hearst%20Headquarters,%20New%20York,%20USA.html>

**Рис. 158.** Визуализация. Карлавагнсторнет (проект бюро «Заха Хадид»). 2014г. Швеция, Гетеборг. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.designboom.com/architecture/zaha-hadid-karlavagnstornet-gothenburg-skyscraper-sweden-05-28-2014/>

**Рис. 159.** Анализ напряжений на развертке фасада. CCTV. 2008г. Китай, Пекин. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://buro-os.com/projects/cctv>

**Рис. 160.** Ферма (сетка) Митчела. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : [https://www.linkedin.com/posts/david-liang-14a866173\\_michell-truss-is-great-space-structure-that-activity-6872934711044435969-xsp0?trk=public\\_profile\\_like\\_view](https://www.linkedin.com/posts/david-liang-14a866173_michell-truss-is-great-space-structure-that-activity-6872934711044435969-xsp0?trk=public_profile_like_view)

**Рис. 161.** Фасад. 100 Маунт Стрит. 2012-2019гг. Австралия, Сидней. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.buildsydney.com/100-mount-street-will-tower-149m-over-north-sydney/>

**Рис. 162.** Фасад. 800 Фултон Маркет. 2019-2021гг..США, Чикаго. // Сайт : Archdaily / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.archdaily.com/980017/800-fulton-market-skidmore-owings-and-merrill>

**Рис. 163.** Система с каскадной подачей воды. / Архив автора.

**Рис. 164.** Система с одним уровнем насосных станций. / Архив автора.

**Рис.165.** Офисный комплекс «ICity». Визуализация систем отопления, кондиционирования и вентиляции. Москва. 2020-2023 гг. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://realty.rbc.ru/news/614b5da29a794783a83a3035>

**Рис.166.** Схемы организации лифтовых групп: а) классическая – с зонами нижних, средних и верхних этажей (low-, mid -, high-rise); б) с пересадочным уровнем («sky lobby»). / Архив автора.

**Рис. 167.** Схема организации системы вертикального транспорта (лифтов) на разрезе. ВТЦ. Нью-Йорк. 1968-1972 гг. / Архив автора.

**Рис. 168.** Ножничные лестницы. План. Разрез. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://ru.pinterest.com/pin/563724078341997503/>

**Рис.169.** Система «MULTI» от «thyssenKrupp». / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.e-elevatorshop.com/>

**Рис.170.** «EDGE East Side Berlin» в Берлине (h=142м, строительство 2019-2023гг.) / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.theblm.com/video/german-pavilion-at-dubai-expo-to-showcase-ropeless-elevator>

**Рис.171.** Теоретическая модель (проект) в рамках исследования СТВУН (2019г.) / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.archdaily.com/874385/thyssenkrupp-brings-sideways-moving-elevator-innovation-to-reality>

**Рис. 172.** Противопожарная штора рулонного типа. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://ab-profi.ru/protivopozharnye-shtory/protivopozharnye-shtory-rulonogo-tipa/>

**Рис. 173.** Противопожарная водяная завеса. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://m.fx361.com/news/2017/0408/15592231.html>

**Рис. 174.** Предлагаемые варианты деления типового уровня, разработанного ВБЦ с Н-образным планом (на 1-6 компаний-арендаторов). / Архив автора.

**Рис. 175.** ВТЦ. Фасад. Манама (Бахрейн). / [Электронный ресурс] - Режим доступа : [https://www.mdpi.com/2075-5309/9/9/193?type=check\\_update&version=2](https://www.mdpi.com/2075-5309/9/9/193?type=check_update&version=2)

**Рис. 176.** Башня «Страта». Фасад. Лондон. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.archdaily.com/70142/strata-se1-bfls>

**Рис. 177.** Бурдж-Аль-Таква. Визуализация. Дубай. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.worldconstructionnetwork.com/projects/dubai-tower/>

**Рис. 178.** Логистический город. Фасад. Шеньчжень. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <http://jdsa.eu/slc/slc-proj-24/>

**Рис. 179.** Схема оптимизации конструктивных элементов. / Архив автора.

**Рис. 180.** Пример отказа от фальш-потолков. Bureau 100 (проект интерьера). «Нью-Йорк-Лайф-Иншуэрэнс-Билдинг». Монреаль, Канада. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.linkedin.com/pulse/abetter-abm-business-lesson-15-land-desk-near-decision-kim-park>

**Рис. 181.** «Петронас-тауэр». Куала-Лумпур. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://3dmodels.org/ru/3d-models/petronas-twin-towers/>

**Рис. 182.** «Al Saqr Buisness Tower». Дубай. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.matchoffice.com/ae/lease/meeting-room/dubai-city/level-al-saqr-business-tower-sheikh-zayed-road-107807>

**Рис. 183.** «Джин Мао». Шанхай. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B7%D0%B8%D0%BD%D1%8C\\_%D0%9C%D0%B0%D0%BE](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B7%D0%B8%D0%BD%D1%8C_%D0%9C%D0%B0%D0%BE)

**Рис. 184.** «Австралия 108». Мельбурн. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.vzavtra.net/sovremennye-zdaniya/avstraliya-108-supervysokij-neboskreb-so-zvezdoj-v-nebe-melburna.html>

**Рис. 185.** «Гантэкс-скай-тауэр». Гаосюн. / [Электронный ресурс] - Режим доступа :

**Рис. 186.** «Геркулесовы столпы». Андалусия. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : [https://thearchitect.pro/ru/news/3231-Gerkulesovy\\_stolby](https://thearchitect.pro/ru/news/3231-Gerkulesovy_stolby)

**Рис. 187.** Небоскреб «Эврика». Мельбурн. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : [https://ru.m.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Eureka\\_Tower,\\_Melbourne\\_-\\_Nov\\_2008.jpg](https://ru.m.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Eureka_Tower,_Melbourne_-_Nov_2008.jpg)

**Рис. 188.** «Бурдж-Аль-Араб». Дубай. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://ru.pinterest.com/pin/66780006969172799/>

**Рис. 189.** «Крайслер-билдинг». Нью-Йорк. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.plainpicture.com/de/images/1590691?ref=1590694>

**Рис. 190.** «Либертиан-билдинг, или Небоскреб-водопад». Гуйян. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://dzen.ru/a/Xxc7nA1U0G5ofFYD>

**Рис. 191.** «Аква Тауэр». Чикаго. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Aqua\\_\(Building\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Aqua_(Building).jpg)

**Рис. 192.** Башня «HSBC». Гонконг. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.illuminationphysics.com/case-studies/hsbc-facades/>

**Рис. 193.** «Шеньчжэньская фондовая биржа». // Сайт : Архи.ру / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://archi.ru/projects/world/606/shenchzhenskaya-birzha>

**Рис. 194.** «Синостил Интернэшнл Плаза». Тяньцзинь. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://rabid-worg.livejournal.com/166063.html>

**Рис. 195.** «Сохо Тауэр». Шанхай. // Сайт : Архи.ру / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://archi.ru/world/69846/koketlivaya-yubchonka>

**Рис. 196. А)** Башня «Эволюция». Москва. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.artwall.ru/products/107639354>

**Б)** Структура ДНК. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/885954>

**Рис. 197. А)** «Шанхайская башня». Схема оболочки. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.slideshare.net/slideshow/karthy-krishna-wind-analysis/54658457>

**Б)** Строение кишечнорастворимых (гидры). / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://studarium.ru/question/5428>

**Рис.198.** «Глубокая кожа (Deep Skins): новая типология небоскребов в Нью-Йорке как адаптивный организм». Фасад. Разрез. 3д-вид (встройка в существующее окружение). / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.evolu.us/deep-skins-new-skyscraper-typology-in-nyc-as-an-adaptive-organism/>

**Рис. 199.** Структура кожи акулы под микроскопом. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.evolu.us/deep-skins-new-skyscraper-typology-in-nyc-as-an-adaptive-organism/>

**Рис. 200.** «Башня-ферма». Лондон. 3д-вид. Разрез. /

[Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://inhabitat.com/beehive-inspired-vertical-farm-is-a-self-sufficient-mini-ecosystem-for-london/london-tower-farm-home-arquitectos-2/>

**Рис. 201.** «Башня в Тель-Авиве». 3д-вид. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://mydecor.ru/news/architecture/bolshaya-semerka-7-samyh-novyh-neboskrebov-planety-id6780341/>

**Рис. 202.** «41 Вест 57-я улица (41 West 57th St) или башня Кхалиси». Нью-Йорк. 3д-вид. Фрагмент фасада с видом на город. Главный вход. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://luksyasamrehberi.com/new-yorkun-yeni-gozdesi-khaleesi-binasi.html>

**Рис. 203.** Контурное освещение. Башня банка Китая. Гонконг. 1989г. (3 период). / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://lifeglobe.net/entry/10065>

**Рис. 204.** «Светящийся фасад». Сигрем-билдинг. Нью-Йорк. 1958г. (2 период). / [Электронный ресурс] - Режим доступа : [https://tournavigator.pro/%D0%9D%D1%8C%D1%8E-%D0%99%D0%BE%D1%80%D0%BA/%D0%B4%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D1%87%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8/%D0%A1%D0%B8%D0%B3%D1%80%D0%B5%D0%BC\\_%D0%91%D0%B8%D0%BB%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B3](https://tournavigator.pro/%D0%9D%D1%8C%D1%8E-%D0%99%D0%BE%D1%80%D0%BA/%D0%B4%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D1%87%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8/%D0%A1%D0%B8%D0%B3%D1%80%D0%B5%D0%BC_%D0%91%D0%B8%D0%BB%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B3)

**Рис. 205.** Заливающее освещение. Здание фирмы «Зингер». Нью-Йорк. 1908г. (1период). / Н.И.Щепетков. Световой дизайн города.

**Рис. 206.** «Конде-Наст-Билдинг». Медиаплощадка биржи «Nasdaq». Нью-Йорк. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://ru.pinterest.com/pin/120119515035677972/>

**Рис. 207.** Башня «Евразия». Медиаполотна. Москва. / Архив автора.

**Рис. 208.** Башня «Эволюция». Медиафасад. Москва. / Архив автора.

**Рис. 209.** Городская башня. А) Разрез. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.quondam.com/40/4012k.htm>

Б) Макет. Л.Кан и Э.Тинг. Филадельфия. 1953г. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://rndrd.com/?p=9&y=1&c=5&s=124>

**Рис. 210.** Высотное здание на основе пространственной системы в виде гроздей. Изометрия. Г.Гюншель. / В.Шуллер. Конструкции высотных зданий.

**Рис. 211.** Маяк в Эссене. Разрез. Г.Гюншель. 1963г. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : [https://www.sfmoma.org/artist/G%C3%BCnter\\_G%C3%BCnschel/](https://www.sfmoma.org/artist/G%C3%BCnter_G%C3%BCnschel/)

**Рис. 212.** Проект J, многоуровневая башня из додекаэдров. Изометрия. Г.Гюншель. 1963г. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : [https://www.sfmoma.org/artist/G%C3%BCnter\\_G%C3%BCnschel/](https://www.sfmoma.org/artist/G%C3%BCnter_G%C3%BCnschel/)

**Рис. 213.** Проект N a. Макет. Г.Гюншель. 1963г. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : [https://www.sfmoma.org/artist/G%C3%BCnter\\_G%C3%BCnschel/](https://www.sfmoma.org/artist/G%C3%BCnter_G%C3%BCnschel/)

**Рис. 214.** Башня из пирамид и тетраэдров. Макет. Г.Гюншель. 1963г. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.sfmoma.org/artwork/2014.218/>

**Рис. 215.** Мгновенный город. Зд-вид. Фасад. Разрезы отдельных уровней. Планы. С.Тигерман. 1966г. // Arts & Architecture, 1966. – P. 18-19.

**Рис. 216.** 150-этажное административное здание. А) Продольный и поперечный разрезы, план. Б) Зд-вид. А.Т.Свенсон. Чикаго. 1971г. // FORUM, 1971. – P. 58-60.

**Рис. 217.** Пример структурной плиты из тетраэдров и пирамид с квадратным основанием. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://studfile.net/preview/4456698/>

**Рис. 218.** Пример структурной плиты из тетраэдров и пирамид с треугольным основанием. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://studfile.net/preview/4456698/>

**Рис. 219.** Усеченные октаэдры. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <http://nauka21vek.ru/archives/23343>

**Рис. 220.** Ромбододекаэдры. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%B7%D0%BE%D1%8D%D0%B4%D1%80%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5\\_%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%BE](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%B7%D0%BE%D1%8D%D0%B4%D1%80%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%BE)

**Рис. 221.** Ромбоусеченные кубооктаэдры, усеченные икосододекаэдры и кубы. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : [https://ru.m.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:HC\\_A1-A3-A4.png](https://ru.m.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:HC_A1-A3-A4.png)

**Рис. 222.** Шестиугольные пирамиды. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://studfile.net/preview/4456698/>

**Рис. 223.** Структуры Уэйра-Фелана. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D1%87%D>

0%B0\_%D0%9A%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%B0

**Рис. 224.** Матрица решений. / Архив автора.

**Рис. 225.** Пример усиления конструкции из ромбододекаэдров за счет поэтапной триангуляции вертикальных и горизонтальных граней. Программа ЛИРА. Схемы фасадов, планов, изометрии (мозаика результатов проверки назначенных сечений по 1 предельному состоянию). / Архив автора.

**Рис. 226.** Башня причального квартала в Сиднее. Схема уровней. Фото атриума. / Сайт : Archdaily / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://www.archdaily.com/1003606/quay-quarter-tower-3xn>

**Рис.227.** Схема возможного типологического изменения здания: функция как переменная величина. Схема жизненного цикла здания / А.Л.Гельфонд. Архитектурное проектирование общественных пространств. Нижегород. гос. архит.-строит. ун-т – Н.Новгород: ННГАСУ, 2013. - С. 265.

**Рис. 228.** «Башня причального квартала», Сидней. Слева направо: здание «АМР» до реконструкции; схемы демонтажа (красный цвет), сохраняемой части конструктивной системы, монтажа дополнительных элементов (зеленый цвет); небоскреб после реконструкции. / [Электронный ресурс] - Режим доступа : <https://3xn.com/project/quay-quarter-tower-2>

**Рис. 229.** «Центр матери и ребенка (Shenzhen Women & Children's Centre)» в Шеньчжене. Вид офисной башни до реконструкции (до 2017г.). Вид обновленного центра после реконструкции (с 2023г.). / [Электронный ресурс] - Режим доступа : [https://architime.ru/news/mvrdv\\_s/shenzhen\\_women\\_childrens\\_center.htm](https://architime.ru/news/mvrdv_s/shenzhen_women_childrens_center.htm)

**Рис.230.** Проект «Пространство высотного здания канальной структуры с функциональными пространствами в пересечении каналов (в узлах каналов)». / Магистерская диссертация В.Пивень (руководитель Е.В.Ульянова) / Архив автора.

**Рис.231.** «Вертикальная теплица в Норильске». / Дипломная работа А.Швоевой (рук. М.Н.Туркатенко) / Архив автора.

**Рис. 232.** «Высотная структура в Нью-Йорке»: застройка в окружение, 3д-вид, разрез, фасад. / Архив автора.

**Рис. 233.** Расчет в программе ЛИРА. / Архив автора.

**Рис. 234.** «Высотная структура в Гонконге»: 3д-виды, расчет конструктивной схемы в программе «ЛИРА». / Архив автора.

**Рис. 235.** Башня рядом с ММДЦ Москва-Сити: 3д-вид, фрагмент фасада, 3д-схема объекта и «капсульных дронов», расчет конструкций в программе «ЛИРА». / Архив автора.