

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

МОСКОВСКИЙ АРХИТЕКТУРНЫЙ ИНСТИТУТ  
(государственная академия)

Направление подготовки: АРХИТЕКТУРА 07.06.01

**НАУЧНЫЙ ДОКЛАД**  
об основных результатах  
подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)

На тему: Архитектурно-планировочные принципы формирования  
высотных бизнес-центров

Аспирант: Болдырева Полина Сергеевна  
(фамилия, имя, отчество полностью)

Подпись

Научная специальность 2.1.12 – Архитектура зданий и сооружений. Творческие  
концепции архитектурной деятельности

Научный руководитель: Хрусталев Александр Алексеевич,  
кандидат архитектуры, профессор

(Фамилия И.О, звание, должность.)

(число)

Подпись

Кафедра подготовки «Архитектура промышленных сооружений»  
наименование

2023/ 2024 уч.г.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**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 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. Существующие работы по небоскребам посвящены отдельным аспектам проектирования объектов, а также вопросам истории и теории. Данное исследование впервые носит комплексный подход, то есть основанный на взаимодействии архитектурных, конструктивных и инженерных составляющих объекта. Работа предполагает анализ большего спектра проблем формирования

---

<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>

высотных бизнес-центров (ВБЦ) и выявление корреляции различных направлений проектирования объектов.

Тема высотных многофункциональных бизнес-центров, особенно в период перехода к шестому технологическому укладу, является обширной областью для анализа, требующей переосмысления существующих моделей и разработки новых функциональных, объемно-пространственных и конструктивных схем этих объектов.

**Степень разработанности темы.** В мировой архитектурной практике большое внимание уделяется вопросам истории и теории высотного строительства, приемам «устойчивого развития» отдельных объектов и их 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.Коротич и А.В.Коротич, М.Ф.Гейдж, 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 Е.М.Генераловой и В.П.Генералова, Т.Г.Маклаковой, М.Н.Туркатенко, Е.В.Орлова.

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 преобладающей 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 новые функциональные, объемно-пространственные и конструктивные модели высотных бизнес-центров посредством выявления новейших тенденций, возможных векторов развития высотного строительства, оптимальных технических и пластических решений небоскребов.

**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.

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

**Границы исследования.**

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.

Рассмотрены и обобщены объекты, размещенные на территории РФ, США, Азии (Восточной, Юго-Восточной, Западной), Европы, Австралии, Южной Америки (Чили), Африки (ЮАР).

Исследование посвящено системному анализу функциональных, объемно-пространственных и конструктивных решений высотных бизнес-центров ( $h \geq 100\text{м}$ ).

**Рабочая гипотеза** базируется на предположении, что переосмысление существующих моделей и разработка новых функциональных, объемно-пространственных и конструктивных схем небоскребов позволят создать высотные объекты «нового поколения».

**Методология и методы диссертационного 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 паспорта 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 кафедрах 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 21 работа, 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» МАРХИ, при составлении методического пособия по высотным зданиям, а также в конкурсном проектировании.

**Структура работы.** Диссертационная работа состоит из двух томов. Том I (201стр.) включает введение, 3 главы, заключение и библиографический список (134 источника). Том II (132стр.) содержит 5 приложений. Экспозиционная часть составляет 20,4 м<sup>2</sup>.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении** формулируются актуальность и степень разработанности данного исследования. Обосновывается научная новизна темы диссертационного исследования, выдвигается рабочая гипотеза, определяются объект и предмет, цель и задачи исследования, решение которых обеспечит ее достижение, границы исследования и его новизна. Представлены положения, вынесенные на защиту, теоретическая и практическая значимость работы.

**В ГЛАВЕ I «ЭТАПЫ СТАНОВЛЕНИЯ, ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА И КЛАССИФИКАЦИЯ ВЫСОТНЫХ БИЗНЕС-ЦЕНТРОВ (ВБЦ)»** выявляются и характеризуются основные периоды развития небоскребов, определяются архитектурные особенности отечественного и зарубежного опыта высотного строительства, раскрывается функциональная структура данного типа объектов, а также выводится авторская архитектурная классификация ВБЦ.

В рамках исследования демонстрируется проведенный анализ количественных (относительных и абсолютных) показателей небоскребов и выводятся их средние значения с ряда позиций: соотношение функциональных частей в моно-, би- и мультифункциональном офисном здании; сопоставление площадей, сдаваемых в аренду и используемых компанией; сравнение доли офисных объектов в высотном строительстве в определенные периоды; частота использования отдельных конструктивных схем и материалов; количество небоскребов различных групп высотности в ведущих странах мира и др.

**В разделе 1.1 «История и факторы возникновения, этапы развития ВБЦ»** изучается зарождение и эволюция ВБЦ, своеобразие зарубежного и отечественного опыта высотного строительства.

На основании анализа более 200 объектов выделяется **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.

Каждый период характеризуется с позиций основного функционального назначения объектов, их высотности, конструктивных схем, инженерного оснащения, архитектурного стиля и композиции, интеграции в городскую среду, географических границ и др.

В ходе исследования выявляются следующие **особенности** высотного строительства в Европе и Азии.

#### **Европа:**

- тенденция к размещению небоскрёбов за пределами центральной части города с исторической застройкой (исключение - Франкфурт-на-Майне и Лондон);
- 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.

Автором определяются 3 основных этапа развития **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-тека, структурного экспрессионизма;
- 2000-е – наст.вр. – расширение функционального спектра и количества площадок высотного строительства не только в Москве, но и в других городах России.

**В разделе 1.2 «Современная функциональная структура ВБЦ»** представлен анализ функциональной структуры небоскреба, помогающий понять механизмы

работы вертикальной системы при всем многообразии ее составляющих, а также определить перспективные векторы развития, направленные на проектирование более адаптивной, автономной и долговечной модели высотного здания.

Определено и дано развернутое описание **5 основным факторам 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 двустольных высотных комплексов;
- «зеленые» технологии и политика «устойчивого развития».

В ходе исследования обозначено и подкреплено примерами **10 разновидностей социально-культурных зон** в ВБЦ: торговые (магазины, супермаркеты, бутики), развлекательные (обзорные площадки, VR-центры, игровые помещения), медицинские (клиники, стоматологии), спортивные (фитнес-клубы, бассейны), культурные (музеи, выставочные пространства, медиатеки, кинотеатры), образовательные (филиалы вузов, детские учебные центры), сервисно-бытовые (химчистки, фотоателье), финансово-юридические (банки, нотариальные центры), религиозные (молельные комнаты), предприятия общественного питания (кафе, рестораны, столовые, кулинарии).

В контексте рассмотрения буферных и соединяющих пространств в небоскребе особое место уделяется **атриумам**, выводится их классификация по 9 основным признакам:

- по способу освещения (открытые, закрытые),
- по количеству смежных сторон здания (одно-, двух-, трехсторонние),
- по высоте (на высоту нескольких уровней или же всего здания),
- по сложности конфигурации (простые, комбинированные),
- по типу ограждающих конструкций,
- по степени доступности (с открытым или ограниченным входом),
- по функциональной насыщенности (кафе, магазины, зоны открытых переговоров, административно-управленческие элементы и др.),
- по принципу обеспечения комфортного микроклимата,
- по типу интеграции (центральное, периментальное, внешнее/выступающее размещение).

**Раздел 1.3 «Современная архитектурная классификация высотных зданий»** посвящен авторской архитектурной классификации небоскребов по 10 основным признакам:

1. высота объекта (от 100 до 300 м – высотные, от 300 до 600м – сверхвысокие, от 600м – мегавысокие);

2. функциональная насыщенность (моно-, би- и мультифункциональные);
3. основное функциональное назначение (офисные, учебные, жилые (квартиры и апартаменты), гостиничные и промышленные);
4. размещение в структуре города (центральная часть города, срединная и периферия);
5. конструктивная схема (каркасные, оболочковые, ствольные, диафрагмовые и комбинированные);
6. материал конструкции и технология возведения (сталь, железобетон и перекрестно-клееная древесина);
7. положение транспортно-коммуникационного ядра (центральное – 80%, периметральное – 15%, смешанное – 3%, внешнее – 2%);
8. тип объемно-пространственной композиции (1-, 2- и многоствольные объемы с различными видами горизонтальных элементов);
9. количество доминирующих композиционных осей (развитие по одному направлению (z), по двум (z+ x или y), по трем (z+x+y));
10. пластическое решение внешней формы (объекты с однородным и многочастным строением оболочки по всей высоте здания).

Данная классификация позволяет наиболее наглядно увидеть современное многообразие архитектурных решений, а также проследить основные направления и тенденции развития высотного строительства.

**В ГЛАВЕ II «ХАРАКТЕРИСТИКИ ВБЦ В ПРИЕМАХ И ТЕНДЕНЦИЯХ АРХИТЕКТУРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ»** раскрываются основные факторы эволюции планировочной организации офисных небоскребов, взаимодействие их объемно-пространственных решений с системами инженерного обеспечения и конструкциями, определяются позиции «Устойчивого развития», оказывающие наибольшее влияние на композиционное решение высотных зданий, выделяются современные тенденции архитектурного проектирования рассматриваемых объектов.

**В Разделе 2.1 «Эволюция схем зонирования и планировочных решений объектов»** на основе проведенного анализа обозначаются и всесторонне характеризуются следующие этапы развития планировочных решений:

- жесткая планировка (коридорно-кольцевая (50%), однокоридорная (40%), двухкоридорная (10%)),
- гибкая планировка («ландшафтное бюро», групповая, кабинетно-групповая),
- атриумная планировка,
- комбинированная планировка.

Выявляется тенденция постепенного увеличения средней глубины рабочего пространства: I период (1880е - начало 1930х) – 7,5м, II период (конец 1930х – начало 1970х) – до 12м, III период (конец 1970х – 1990е) – до 14м, IV период (2000е – настоящее время) - до 16м.

Для каждого периода определяются характерные конфигурации планов и факторы их формирования:

- I период: «Зарождение и становления небоскреба в США» – Г-, П-, Н- образные формы планов:

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

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

- II период: «Появление высотного строительства в странах Европы и Азии, главенство американского опыта» – компактные прямоугольные формы планов:

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

- появление планировки типа «ландшафтное бюро»,

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

- III период: «Зарождение эконевоскреба, становление локальных приемов формирования высотных зданий в Европе и Азии» – формы планов со скошенными/ступенчатыми углами:

- уменьшение 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: «Доминирование высотного строительства в Азии, формирование внутренних типологий в группе небоскребов» – криволинейные формы плана (обтекаемые конфигурации):

- новые конструктивно-технические возможности, позволяющие внедрять криволинейные очертания в формы планов (архитектурно-художественный аспект),

- увеличение средней высотности и, как следствие, все большая необходимость в снижении ветровой нагрузки (аэродинамическая форма).

Освещаются современные тенденции планировочной организации офисных пространств в связи с распространением гибридного формата работы, возникшей в ходе пандемии covid-19:

- 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.

**Раздел 2.2 «Взаимодействие архитектурно-пространственных и конструктивных решений объектов»** содержит результаты исследования более 100 высотных объектов, позволившего вывести частоту 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.

В рамках анализа определяется частота использования различных конструктивных систем в зависимости от высотности, а также от исторического периода.

Выявляются этапы развития структуры оболочки высотных зданий и определяется 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.

**Раздел 2.3 «Системы инженерного обеспечения в структуре ВБЦ»** раскрывает различные корреляции архитектурно-пространственных решений с следующими инженерными системами:

- водоснабжения и водоотведения;
- отопления, вентиляции и кондиционирования;
- энергоснабжения;
- вертикального транспорта (лифты);
- пожарной безопасности (противопожарных мероприятий).

Автором определяются основные системы-энергопотребители ВБЦ и выводится их процентное соотношение: освещение – 31%, кондиционирование – 14%, лифты – 11%, вентиляция – 9%, отопление – 8%, офисное оборудование (компьютеры) – 8%, остальные – менее 6%. При современной тенденции к энергоэффективности, а также повышенном внимании к эксплуатационным затратам и экономическим показателям выявленные числовые значения показывают степень значимости различных архитектурно-планировочных решений, нацеленных на снижение энергопотребления той или иной инженерной системы.

**В Разделе 2.4 «Влияние позиций «Устойчивого развития» на объемно-пространственное решение ВБЦ»** определяются основные инструменты (формы реализации) данного направления в высотной архитектуре. Доказательно иллюстрируется на конкретных примерах взаимосвязь позиций «Устойчивого

развития» с объемно-пространственными решениями, которые предлагается дифференцировать:

- 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.

При оценке соответствия аккредитованных высотных зданий основным аспектам и категориям международной системы экологической сертификации LEED была выявлена частота применения рекомендуемых позиций из экологического (90%), экономического (98%) и социально-культурного (99%) разделов. Данный анализ также позволил определить наиболее популярные тенденции «устойчивого» проектирования: всесторонний учет характеристик и параметров участка застройки, установка водосберегающего оборудования с повторным использованием дождевой воды, увеличение доли естественного освещения, защита от ультрафиолета, стандартизация конструктивных элементов, использование местных экологичных строительных материалов, эффективное использование внутренних пространств и др.

Обозначенные тенденции в контексте архитектурно-пространственных решений выражаются:

- в усложнении структуры и пластики внешней оболочки здания;
- создании более обтекаемых аэродинамических форм (особенно для сверх- и мегавысоких зданий);
- организации внутренних атриумов и рекреационных зон, озелененных пространств;
- включении ВИЭ – возобновляемых источников энергии – в общую композицию фасада;
- использовании большой площади наружного остекления для обеспечения необходимого уровня инсоляции и создания визуальной связи с контекстом;
- применении светлых материалов во внешней отделке для снижения уровня нагрева ограждающей поверхности объекта.

**В Разделе 2.5 «Особенности архитектурно-художественной композиции высотных объектов»** выявляются 24 источника формирования языка архитектурно-художественной композиции современных высотных объектов: культовые формы и сооружения, национальные орнаменты, афоризмы/изречения, объекты живой природы и особенности их строения, динамика процессов, параметрическое моделирование и компьютерные алгоритмы и др. Обозначаются восемь факторов, определяющих пластическое решение небоскребов, и выводятся четыре перспективные 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).

Особое внимание уделяется системе внешнего освещения ВБЦ, позволяющей модифицировать его образ во времени, повышать вариативность видов объекта, изменять восприятие масштаба и тектоники небоскреба, выявлять его как знаковую световую доминанту в сумрачное время суток, связывать световые трансформации объекта с изменениями параметров окружающей среды (ветра, влажности, времени года) и др. Для каждого из четырех обозначенных автором периодов развития ВБЦ определяются наиболее характерные виды освещения и их взаимосвязь с особенностями архитектурно-пространственного решения, идеологией времени:

I период (1880е - начало 1930х гг.) – заливающее и контурное освещение – при 3х частном композиционном делении локально выделяется венчание; контурной подсветкой нередко обрамляются отдельные уровни, выявляется структура горизонтального членения; заливающий свет подчеркивает ступенчатость общего силуэта;

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

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

IV период (2000 - настоящее время) – «цветодинамика», «медиафасад» - с введением в архитектуру ВБЦ категории времени свет становится неотъемлемым инструментом для трансформаций, смены образов.

### **ГЛАВА III «ПРИНЦИПЫ АРХИТЕКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВБЦ НОВГО ПОКОЛЕНИЯ».**

**В Разделе 3.1. «Пространственные структуры как перспективный инструмент формирования ВБЦ в контексте современных тенденций» анализируются**

концептуальные высотные проекты на основе ПСПК (работы А.Т.Свенсона, С.Тигермана, Л.Кана, Э.Тинг и Г.Гюншеля). Выводится авторское определение пространственных сот – геометрически неизменяемый пространственный модуль (структурная ячейка) из несущих стержневых стальных, железобетонных, сталежелезобетонных и деревоклееных конструкций высотных зданий. Определяются основные преимущества пространственных сот в высотном строительстве:

- способность перераспределять усилия между элементами несущего остова;
- усложнение и увеличение вариативности объемно-пространственных форм;
- структурная гибкость и адаптивность;
- возможность трансформации высотного здания с течением времени.

Выстраивается взаимосвязь характеристик пространственных сот с выявленными тенденциями в архитектурном проектировании ВБЦ.

**В Разделе 3.2. «Математическое моделирование и матрица конструктивных решений»** феномен пространственных сот рассматривается через систему решений (матрицу), имеющих следующие ключевые позиции.

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:

- а. тетраэдры и пирамиды (с треугольным основанием),
- б. тетраэдры и пирамиды (с квадратным основанием),
- в. ромбододекаэдры,
- г. ромбоусеченные кубооктаэдры, усеченные икосододекаэдры и кубы.

II. Тип/характер общего объема ВБЦ (с обоснованием):

1. прямоугольный – наиболее распространенный тип среди небоскребов; 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 пор, пустот (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 («Раффл-сити» в Чунцине, «ССТV» в Пекине);

5. наклонный – экспериментальный вариант; ответ на существующие наклонные небоскребы («Ворота Европы» в Мадриде), современные решения лифтовые разработки (система «MULTI» от «thyssenKrupp»).

Таким образом, графическая матрица концептуальных архитектурно-планировочных моделей ВБЦ на основе пространственных сот включает 20 вариантов.

### **Раздел 3.3. «Принципы создания архитектуры ВБЦ»**

Принципы архитектурного формирования ВБЦ раскрывают основополагающие подходы создания новейшей архитектуры высотных объектов.

**Принцип функциональной насыщенности** отражает качество использования в первую очередь административно-офисных помещений, а также торговых, рекреационных, жилых, подсобных и других внутренних площадей различного назначения небоскреба. Данный принцип основывается на трех аспектах:

- функциональной структуре всего здания,
- программной диверсификации рабочих пространств,
- гармоничном взаимодействии различных функций.

**Принцип координации при вариативности рабочих пространств с меняющимися запросами компаний и сотрудников** заключается в соответствии программного наполнения ВБЦ динамике задач компаний и интересов работников. Он реализуется 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.

В основе **принципа объемно-пространственной трансформации** лежит стремление проектировщиков к динамической адаптации ВБЦ в контексте изменяющихся условий, требований и режимов эксплуатации. Было установлено три степени планировочной трансформации в ВБЦ:

- в пределах этажа – посредством сборно-разборных перегородок, зеленых насаждений, различной мебелировки, акустических кабин и др. в границах несущих конструкций;
- в диапазоне нескольких уровней и не более 40% площади этажа – через монтаж дополнительных разборных плит перекрытий в пространствах многоуровневых атриумов;
- в пределах всей высоты объекта и в границах его периметра – с помощью «пространственных сот».

**Принцип взаимного соответствия архитектурно-пространственной и конструктивной структуры ВБЦ** состоит в прямой корреляции архитектурных и конструктивных решений, обуславливающих высотность объекта, конфигурацию

общего объема небоскреба, пластику фасада здания, планировочную вариативность интерьера.

**Принцип синкретичности архитектурно-художественного образа** предполагает достижение целостности 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. Принцип рассматривается с позиций смешения и взаимодействия различных: стилей, первообразов, положений в выбранной философии, временных периодов и эпох, технологий, культур и религий, режимов освещения (световых проекций и их функций).

**Принципом экологической безопасности** предусматривается обеспечение гармоничного сосуществования высотной архитектуры и окружающего мира, создание комфортной среды для человека, развитие «зеленых технологий», более рациональное потребление природных ресурсов. По степени влияния на архитектуру ВБЦ решения, направленные на достижение экологической безопасности, дифференцируются на три группы:

- скрытая (потенциальная) степень влияния – реализация в границах технических уровней (системы тригенерации, автоматизации, мониторинга и др.);
- частичная (фрагментарная) степень влияния – проявление в отдельных элементах ограждающих конструкций, компонентах планировочных схем («зеленые» и фотоэлектрические панели на фасаде, низкоэмиссионные покрытия и др);
- формообразующая степень влияния – участие в формировании композиции фасада небоскреба, ряда параметров внутренней структуры объекта (системы альтернативной энергетики, вертикальные сады, сложные атриумные пространства, аэродинамические конфигурации общего объема небоскреба и др).

**Раздел 3.4. «Экспериментальное проектирование ВБЦ, апробация выводов и рекомендации по исследованию»** включает в себя описание авторских конкурсных проектов на основе «пространственных сот», а также примеры применения выведенных принципов в магистерских диссертациях и дипломных работах студентов МАРХИ кафедры «Архитектура общественных зданий» и кафедры «Архитектура промышленных сооружений».

## **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 и Австралии.

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 двухствольных 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, д - 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 магистров кафедры «Архитектура общественных зданий», 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 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.

## **ПУБЛИКАЦИИ АВТОРА ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

### ***а) в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России***

1. 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

2. 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/>

3. Формообразующие свойства пространственных сот в архитектуре высотных бизнес-центров / П.С.Болдырева – Текст : электронный // Architecture and Modern Information Technologies = Архитектура и современные информационные технологии : международный электронный научно-образовательный журнал : [сайт]. – 2024. – №2 (67). – С. 103-118. – URL: [https://marhi.ru/AMIT/2024/2kvart24/PDF/08\\_boldyreva.pdf](https://marhi.ru/AMIT/2024/2kvart24/PDF/08_boldyreva.pdf)  
DOI: 10.24412/1998-4839-2024-2-103-118

### ***б) в других изданиях***

4. Современная архитектурная классификация высотных зданий / П.С.Болдырева // Наука, образование и экспериментальное проектирование: тезисы докладов международной научно-практической конференции. – М.: МАРХИ, 2022. – С. 506-508.

5. 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. – С. 785-786.

6. Периоды и особенности высотного строительства в Австралии / 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. – С. 85-89.

7. 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. – С. 89-92.

8. 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.

9. Динамика архитектурно-художественного образа. Феномен современного небоскреба / П.С.Болдырева // ЛИЧНОСТЬ. КУЛЬТУРА. ОБЩЕСТВО. 2022. Том XXIV. Вып. 2, № 114. - ISSN 1606951X. – С. 206-216. [УДК 130.2]

10. Устойчивое развитие: первые канонические примеры в высотном строительстве / П.С.Болдырева // Тезисы конференции «Экологически ориентированная архитектура высоких технологий». – М.: МАРХИ, 2022.

11. Небоскреб как феномен «гигантизма» в архитектуре / П.С.Болдырева // Наука, образование и экспериментальное проектирование: тезисы докладов международной научно-практической конференции. – М.: МАРХИ, 2023. – С. 214.

12. Медиафасад как современный инструмент формирования архитектурно-художественной выразительности высотных зданий / П.С.Болдырева // Наука, образование и экспериментальное проектирование: тезисы докладов международной научно-практической конференции. – М.: МАРХИ, 2023. – С. 378-379.

13. Влияние тенденций бионаправленной архитектуры на композиционно-художественное формообразование современных высотных зданий / П.С.Болдырева // Наука, образование и экспериментальное проектирование: тезисы докладов международной научно-практической конференции. – М.: МАРХИ, 2023. – С. 493-494.

14. Особенности архитектурного формирования высотных зданий в районах повышенной сейсмической активности / П.С.Болдырева // Наука, образование и экспериментальное проектирование: тезисы докладов международной научно-практической конференции. – М.: МАРХИ, 2023. – С. 344.

15. Влияние тенденций бионаправленной архитектуры на композиционно-художественное формообразование современных высотных зданий / П.С.Болдырева // Наука, образование и экспериментальное проектирование. Труды МАРХИ: материалы международной научно-практической конференции 2023 г.: сборник научных трудов / ФГБОУ ВПО Московский архитектурный институт (государственная академия). – М.: МАРХИ, 2023. - С. 440-441.

16. 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 трудов / ФГБОУ ВПО Московский архитектурный институт (государственная академия). – М.: МАРХИ, 2023. - С. 167-168.

17. Горизонтальные связи высотных зданий, или «небесные мосты»: история, типология, преимущества использования / П.С.Болдырева // Наука, образование и экспериментальное проектирование: тезисы докладов международной научно-практической конференции. – М.: МАРХИ, 2024. – Т.2. – С. 84-85.

18. Многообразие и значение «зеленых» пространств небоскребов в широтах с жарким климатом: Сингапур / П.С.Болдырева // Наука, образование и экспериментальное проектирование: тезисы докладов международной научно-практической конференции. – М.: МАРХИ, 2024. – Т.2. – С. 509-510.

19. Истоки возникновения и факторы развития высотных многофункциональных бизнес-центров (ВМБЦ) / П.С.Болдырева // Современные тенденции развития фундаментальных и прикладных наук: материалы VII Всероссийской научно-практической конференции 2024г. / ФГБОУ ВО Брянский государственный инженерно-технологический университет. – Брянск: БГИТУ, 2024. – С. 240-243.

20. Влияние небоскребов на архитектурно-пространственную композицию и художественный образ современного города / П.С.Болдырева // Сборник конференции «ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО: ТЕОРИЯ, ПРАКТИКА, ОБРАЗОВАНИЕ». – Иркутск: ИРНТУ, 2024.

21. Горизонтальные связи высотных зданий, или «небесные мосты»: история, типология, преимущества использования / П.С.Болдырева // Наука, образование и экспериментальное проектирование. Труды МАРХИ: материалы международной научно-практической конференции 2024 г.: сборник научных трудов / ФГБОУ ВПО Московский архитектурный институт (государственная академия). – М.: МАРХИ, 2024.