

МОСКОВСКИЙ АРХИТЕКТУРНЫЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ)

На правах рукописи



КАЗУРОВ Александр Евгеньевич

**ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ АРХИТЕКТУРНЫХ ОБЪЕКТОВ
СО ВЗЛЕТНО-ПОСАДОЧНЫМ БЛОКОМ**

Специальность

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

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени кандидата архитектуры

Москва 2023

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Московский архитектурный институт (государственная академия)» на кафедре «Конструкции зданий и сооружений»

Научный руководитель:

кандидат архитектуры, доцент

Суслова Ольга Юрьевна

Официальные оппоненты:

Коротич Андрей Владимирович

доктор архитектуры, доцент

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (УрФУ), Институт строительства и архитектуры, профессор кафедры «Архитектура» (г. Екатеринбург)

Касьянов Николай Владимирович

кандидат архитектуры,

Российская академия архитектуры и строительных наук (РААСН),
главный специалист по научно-аналитической деятельности (г. Москва)

Ведущая организация

ФГБОУ ВО «Уральский государственный архитектурно-художественный университет имени Н.С. Алфёрова»

Защита состоится «15» июня 2023 года в 15.00 часов на заседании диссертационного совета Д 24.2.3.29.01 на базе ФГБОУ ВО «Московский архитектурный институт (государственная академия)» по адресу: 107031, г.Москва, ул. Рождественка, д. 11/4, корпус 1, строение 4.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Московский архитектурный институт (государственная академия)» по адресу: 107031, г. Москва, ул. Рождественка, д. 11/4, корп. 1, строение 4 и на сайте www.marhi.ru.

Автореферат разослан «15» мая 2023 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



С. В. Клименко

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования.

Работа посвящена разработке научных предложений по адаптации архитектуры города к новым воздушным видам транспорта и соответствует специальности 2.1.12 «Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности» по направлению «Футуристическая архитектура». В работе рассматривается создание и выявление особенностей архитектурных и объемно-планировочных решений зданий для безопасного и эффективного взаимодействия с перспективным воздушным транспортом (ПВТ). В мире из-за стремительно растущего числа автомобилей в мегаполисах и недостаточно развитой транспортной инфраструктуры сложную транспортную ситуацию, не только в Российской Федерации, но и во всём мире. По данным аналитического агентства «АвтоСтат» на 1 июля 2020 года: В России на 1 000 жителей приходится 309 легковых автомобилей¹. Данный показатель отстает от показателей Европы (~500 автомобилей на 1000 человек) и США (797 автомобилей на 1000 человек)².

Активно развивается идея использования воздушного пространства в городе перспективными видами воздушного транспорта³. Воздушный вид транспорта, как и любой другой вид передвижения связан с определёнными рисками, которые следует заранее обозначить и принять соответствующие меры для предотвращения нештатных ситуаций.

Остается непроработанной и малоизученной проблема контакта перспективного воздушного транспорта (ПВТ) со зданиями, т.е. проблема изменения архитектурно-пространственной структуры зданий в связи с этим новым явлением. Не изучен вопрос: как изменится архитектурный облик здания, какие типы зданий могут использоваться для взлетов и посадок перспективного воздушного транспорта [25]. Требуется дополнительные исследования по поиску архитектурно-конструктивных решений, схем зданий, учитывающих аэродинамические требования, наиболее подходящих для контакта с гибридным

¹ Аналитическое агентство Автостат : [Официальный сайт]. URL: <https://www.autostat.ru/press-releases/46332/> (Дата обращения 11.10.2022)

² Статистическая база данных NationMaster : [Официальный сайт]. URL: <https://www.nationmaster.com/country-info/stats/Transport/Road/Motor-vehicles-per-1000-people> (Дата обращения 11.10.2022)

³ Новостное агентство РБК. Autonews : [Официальный сайт] URL: <https://www.autonews.ru/news/5bd486dd9a79476280434454?ruid=UET9B1vhciBiJQjPAy6p> Ag== (Дата обращения 11.10.2022)

транспортом. Необходимы дополнительные рекомендации по проектированию таких зданий с посадочными площадками.

В иерархии городского пространства полностью не раскрыт потенциал использования «надземных территорий» с будущим появлением ПВТ и их взаимосвязь с другими пространственными средами: «недра», «земля», «здание»⁴.

На 2021 год такие компании как: Uber (США), Urban Air Mobility (Европа), Volocopter (Германия), Japanese flying consortium (Япония), Ehang (КНР), McFly.aero (Россия), имеют летные образцы и план по развитию городского воздушного транспорта.

Проведенные наблюдения дают вектор для развития и разработки инфраструктуры, которая позволит реализовать эффективное взаимодействие воздушного транспорта с городской средой.

Проект летающего автомобиля появился еще в конце XIX века, когда в Америке сложилась неблагоприятная транспортная ситуация из-за огромного количества автомобилей. Первые попытки создать летающий автомобиль были предприняты еще в 1841 году Уильямом Сэмюэл Хэнсомом и Джоном Стрингфеллоу, но проект был закрыт из-за несовершенства конструкции аппарата⁵. Следующей вехой в развитии городского воздушного транспорта в 50-60-х годах XX века стало появление серийных пассажирских вертолетов и первых проектов городских вертодромов, а также транспортно-пересадочных узлов нового поколения в Великобритании и США, но технические недостатки вертолетов не позволили сделать его массовым транспортом⁶.

Свою заинтересованность в серийном производстве перспективного воздушного транспорта проявили ведущие страны Евросоюза, КНР, США и ОАЭ. Активную разработку перспективного воздушного транспорта и испытание летных образцов ведут компании: Airbus, Vertical Aerospace (Великобритания), Pal-V (Нидерланды), Volocopter (Германия), Terrafugia (США), Ehang (КНР)⁷.

Компании, разрабатывающие летающий автомобиль, прогнозируют высокую скорость и мобильность этого вида транспорта за счет использования воздушного пространства города и сложившейся городской УДС.

⁴ Алексеев Ю.В., Беляев В.Л. Подземные здания и сооружения как системный элемент взаимодействующих сред развития городской территории. Вестник МГСУ. №2. С. 6 – 10.

⁵ История летающего автомобиля: от XIX века до наших дней. [Fulpicture. Новостной портал]. URL:<https://fullpicture.ru/tehnologii-i-tehnika/istoriya-letayushhego-avtomobilya-ot-xix-veka-do-nashih-dnej.html> (Дата обращения 11.10.2022)

⁶ Unbuilt London: How Charing Cross nearly became a giant helipad [website].URL: <https://www.ianvisits.co.uk/blog/2015/06/20/how-charing-cross-nearly-became-a-giant-helipad/> (date of access 11.10.2022)

⁷ Мосеев. В. Такси взлетят в облака через пять лет. [Сайт]. URL: <https://mcs.mail.ru/blog/taksi-uletyat-v-oblaka> (Дата обращения 11.10.2022)

Степень научной разработанности проблемы. Теоретической базой исследования являются: учебные пособия и нормативная документация по проектированию вертодромов; материалы научных статей, информация с официальных сайтов разработчиков перспективных видов воздушного транспорта.

Идеи о внедрении воздушного транспорта в воздушное пространство крупных городов появились еще в начале XX-го века с первых прототипов воздушного транспорта, таких как вертолет, о которых говорится в работах и статьях: Аксенова И. Я. «Транспорт: история, современность, перспективы, проблемы»; Щербаков В. «Летающий автомобиль: от фантастики до реальности»; Пономаренко Е. «Транспорт будущего: городские летательные аппараты: Крылатые мечты».

К сожалению, в то время как вертолетный транспорт в небе города обычное явление, практически отсутствуют исследования, направленные на изучение влияния вертолетного транспорта на городскую среду в т.ч. на архитектуру. Возможно это связано с тем, что вертодромы располагаются на земле. Аэродинамика зданий и неудобообтекаемых тел изложена в научно-популярных фильмах и учебных пособиях: Айрапетов А. Б. «Новые аспекты аэродинамики ветрового нагружения высотных зданий в мегаполисе, новые подходы и методические принципы исследований как источник формирования новых нормативов проектирования и строительства»⁸, Серебровский Ф. Л. «Аэрация жилой застройки», Реттер Э. И. «Аэродинамика зданий», Симиу Э., Сканлан Р. «Воздействие ветра на здания и сооружения», Табунщиков Ю. А., Шилкин Н. В. «Аэродинамика высотных зданий».

Появление и устойчивое развитие архитектурных объектов и инфраструктуры для аэротакси требует градостроительного анализа и расчетов. России данная тема мало изучена, т.к. законодательство запрещает авиации общего назначения полёты над крупными городами, например, как Москва (только за пределами МКАД). Теоретической базой для исследования градостроительной составляющей послужили работы: Аксенова Е. С. «Развитие пассажирской транспортной системы как одного из условий совершенствования социальной инфраструктуры»; Бирюков В.К., Власов А.В., Демченко К.Н. «Проблемы транспортных систем городов и возможные пути их решения»; Бочаров Ю. П., Кудрявцев О.К. «Планировочная структура современного города»; Скижали-Вейс А. В. «Футуристические проекты-прогнозы «Москвы будущего» 1914 и 2012.»;

⁸ Айрапетов А. Б. Новые аспекты аэродинамики ветрового нагружения высотных зданий в мегаполисе, новые подходы и методические принципы исследований как источник формирования новых нормативов проектирования и строительства // Academia. Архитектура и строительство. Научный журнал. 2010. №3. С.582-584.

Семироз Н. Г. «Принципы архитектурно-планировочной организации геликортов», следует отметить большую актуальность темы исследования для современного развития вертолётного транспорта в городе, а также разработки принципов формирования архитектурно планировочных решений для зданий, взаимодействующих с вертолётами. Смирнов А. А. «Формирование агломерационных форм расселения на основе развития системы пассажирского транспорта: эконом.» В работе Алексева Ю. В. и Беляева В. Л. «Подземные здания и сооружения как системный элемент взаимодействующих пространственных сред развития городской территории» рассмотрено развитие подземного пространства, которое имеет большой потенциал развития городов. Также в работе перечислены, взаимодействующие между собой среды, от которых зависит развитие городов: «земля», «недра», «здание», «надземная территория». Стоит отметить, что развитие современных летательных аппаратов для городского аэротакси, добавит в развитие городского пространства «воздушную среду», как дополнительную транспортную систему города.

Зарубежный опыт, имеет некоторые статьи и отчеты на основе экспериментов по использованию вертолётного пассажирского транспорта в черте города. Данные исследования изложены в статьях и лекциях Мартина Доджа (Martin Dodge): «Dreams of the helicopter travel in the 1950s and Liverpool's undeveloped plans for a city center heliport» (Мечты о путешествиях на вертолете в 1950-х годах и нереализованные планы городского вертодрома в Ливерпуле); «Vertical urbanism and the unrealized hopes of mass helicopter travel» (Вертикальный урбанизм и нереализованные надежды на массовые вертолетные сообщения).

Рабочая гипотеза: Современная дорожная сеть крупных городов не справляется с приростом автомобильного транспорта. Транспортные компании стремятся создать и внедрить в городское пространство новый вид транспорта - летающий автомобиль. Он улучшит маневренность и динамику пассажирского сообщения внутри города, существенно сблизит мегаполисы с пригородами и соседними городами. Разработчики нового вида воздушного транспорта заявляют, что данному виду транспорта требуется меньшая посадочная площадка для посадки, чем вертолету, а также летающий автомобиль свободно вписывается в парковочное место на автостоянке. Следует создать стратегию развития архитектурно-планировочной среды города, которая позволит обеспечить контролируемое внедрение летающего автомобиля в городскую среду с точки зрения архитектуры зданий и прилегающих к ним территорий.

Объектом исследования являются архитектурные объекты, имеющие на себе специальное взлетно-посадочные площадки и оборудование, и новые взлетно-посадочные блоки (ВПБ), способные принимать перспективный воздушный

транспорт: беспилотные / пилотируемые мультикоптеры, летающие автомобили конвертопланы.

Предмет исследования – изменение планировочной структуры здания, улучшение аэродинамических свойств зданий для взаимодействия с перспективным видом воздушного транспорта.

Границы исследования. В исследовании рассмотрены и изучены транспортные проблемы крупных городов. Изучены все типы альтернативных видов транспорта, направленных на улучшение транспортной и экологической ситуации в городе, выделен наиболее перспективный тип воздушного транспорта, на основе которого будет проводиться анализ изменения архитектуры зданий и даны рекомендации для проектирования посадочных площадок. Рассмотрены и проанализированы архитектурно-планировочные, объемно-пространственные характеристики футуристических проектов 20-го века, а также реализованных проектов зданий, взаимодействующих с вертолетным транспортом. В работе анализируются возможные уровни расположения посадочных площадок и их влияние на внешний облик зданий, предполагаемых к размещению в их объеме посадочных площадок. Рассмотрены основные типы конструкций вертолетных площадок. В исследовании проведен аэродинамический анализ с использованием программы «Autodesk Flow Design» основных схем зданий с посадочными площадками и благоприятными аэродинамическими характеристиками для стабильных условий посадки гибридного транспорта на здание. Анализируется процесс влияния архитектурных элементов (карнизы, балконы, объемно-пространственные конструкции и так далее) на воздушные потоки вблизи здания для создания благоприятного ветрового режима над посадочной площадкой. В исследовании не рассматриваются: организация загородной сети для ПВТ; влияние ПВТ на экологию города; развитие городского пространства с появлением ПВТ; влияние ПВТ на экономику города.

Цель исследования: Разработать принципы формирования архитектуры зданий, взаимодействующих с новым видом гибридного воздушного транспорта такого, как аэромобиль, и дать рекомендации при проектировании с учетом архитектурно-конструктивных особенностей таких зданий в условиях крупного города.

Задачи исследования:

Проанализировать исторический опыт проектирования зданий для воздушного вида транспорта в городе. Определить степень влияния взлетно-посадочного оборудования на объемно-пространственное и образное решение здания.

Проанализировать перспективу функционального развития зданий с ВПБ.

Провести аэродинамический анализ зданий различной формы с целью определения оптимальных мест для посадки с использованием программы «Autodesk Flow Design», и проработать принципы формирования объемов зданий, наиболее подходящих для контакта с гибридным транспортом.

Проанализировать варианты размещения взлетно-посадочных в структуре существующих зданий разного назначения. На основании анализа конструкций существующих посадочных площадок дать предложения по оптимизации конструктивных решений взлётных площадок.

Определить и сформулировать общий объемно-планировочный состав взлетно- посадочного блока в здании. Выявить основные принципы композиционного формирования архитектурных объектов со взлетно-посадочным блоком в соответствии с функциональным назначением. Определить основные типы и состав взлетно-посадочного блока в соответствии с функциональным назначением объекта.

Научная новизна исследования обозначена в следующих позициях:

- разработаны принципы формирования и развития архитектурных объектов с появлением нового вида воздушного транспорта;
- разработаны объемно-пространственные схемы зданий с различным расположением взлетно-посадочного блока;
- разработана концепция взлетно-посадочного блока, встроенного в планировочную структуру здания и включающего в себя необходимые помещения и зоны для безопасной эксплуатации воздушного транспорта, а также быстрого доступа посетителей к основным функциональным зонам здания;
- на основе анализа исторического опыта проектирования объектов с вертолетными площадками и экспериментальных проектов архитекторов-футуристов выявлено значительное влияние воздушного транспорта на формирование и планировку архитектурных объектов;
- разработаны три демпфирующие конструкции для посадочной зоны TLOF (зона приземления и отрыва);
- выявлены в ходе экспериментов три формы зданий с благоприятным аэродинамическим режимом над взлетно-посадочной площадкой;
- разработаны: принципы формирования и развития архитектурных объектов с появлением нового вида воздушного транспорта; шестнадцать объемно-пространственных схем зданий с различным расположением взлетно-посадочного блока; концепция взлетно-посадочного блока, встроенного в планировочную структуру здания и включающего в себя необходимые помещения и зоны для безопасной эксплуатации воздушного транспорта, а также быстрого доступа посетителей к основным функциональным зонам здания; три демпфирующие конструкции для посадочной зоны TLOF (зона приземления и отрыва);

- выявлена возможность замедлять воздушный поток в зоне взлета и посадки за счет архитектурных приёмов, в виде балконов, различных решеток, внешних эвакуационных лестниц и прочего. Использование этих элементов также повышает архитектурную выразительность здания.

Теоретическая и практическая значимость исследования. Результаты исследования могут быть использованы в проектировании зданий с посадочными площадками как для новых типов гибридного транспорта, так и для вертолетов. Необходимостью такого исследования является, прежде всего, создание прогнозов и баз данных по проектированию, формированию и развитию новых видов зданий для перспективного воздушного транспорта с целью обеспечения стабильного и прогнозируемого развития такого транспорта в городе, наиболее правильного выбора формы и планировки здания, а также расположения в городе.

Материалы исследования могут быть использованы в учебном процессе профильных вузов в виде лекционного материала и методической базы для архитектурного проектирования зданий с посадочными площадками.

Теоретическое значение представляют разработанные автором аэродинамические принципы как один из основных формообразующих факторов архитектурных объектов со взлетно-посадочным модулем.

Практическое значение имеют рекомендации по созданию объемно-пространственных моделей зданий за счет использования аэродинамики как средства по улучшению ветрового режима над площадкой.

Исследование показало, что скорость ветра, характер движения воздушных потоков, направление ветра имеют огромное воздействие на летательный аппарат. В целях повышения безопасности при посадке на здание были созданы объемно-пространственные модели зданий с учетом использования принципов аэродинамики как средства по улучшению ветрового режима над посадочной площадкой. В моделях применялись различные архитектурные элементы и детали, которые также влияют на ветровой режим над площадкой. Кроме того, здания могут быть довольно разнообразны по своим архитектурно-пластическим характеристикам за счет использования различных по форме взлетно-посадочных блоков с диспетчерскими пунктами, местами для стоянки воздушного транспорта и другими элементами здания.

Методология и методы исследования.

Исследования включают в себя комплексный анализ отечественных и зарубежных примеров футуристических проектов прошлого и реализованных проектов вертодромов, зданий с консольными посадочными площадками и вертодромами на крыше зданий. Кроме того, произведен анализ современных летательных аппаратов, и выявлены наиболее перспективные виды транспорта для городских условий, произведено прогнозирование изменений в

архитектурном облике зданий с появлением гибридных видов транспорта. Для получения более точных данных использовалась виртуальная аэродинамическая труба в программе Autodesk «Flow Simulation» в порядке консультации со специалистами по аэродинамике в ЦАГИ и МГТУ им. Баумана для поиска наиболее оптимальных аэродинамических форм зданий с посадочными площадками. Методология исследования основана на изучении литературных источников, Интернет-ресурсов, теоретических трудов.

Положения, выносимые на защиту:

- архитектурные и конструктивные приемы адаптаций здания и генерального плана города к новому виду воздушного транспорта;
- использование аэродинамических принципов как одного из основных формообразующих факторов архитектурных объектов со взлетно-посадочным блоком;
- архитектурно-конструктивные решения посадочных площадок на разных уровнях здания;
- гипотеза развития архитектурных объектов со взлетно-посадочным блоком, с появлением нового вида городского воздушного транспорта;
- экспериментальные проекты архитектурных объектов с различным расположением взлетно-посадочного блока;
- взлетно-посадочный блок в здании, обеспечивающий безопасные взлеты и посадки, хранение летающего транспорта, быстрый доступ пассажиров к основным функциональным зонам здания, связь с улично-дорожной сетью.
- архитектурно-конструктивные и аэродинамические, принципы формирования здания со взлетно-посадочным блоком: решения посадочных площадок на разных уровнях здания; использование аэродинамических принципов как одного из основных формообразующих факторов архитектурных объектов со взлетно-посадочным блоком; взлетно-посадочный блок в здании, обеспечивающий безопасные взлеты и посадки, хранение летающего транспорта, быстрый доступ пассажиров к основным функциональным зонам здания, связь с улично-дорожной сетью.
- гипотеза развития архитектурных объектов со взлетно-посадочным блоком, с появлением нового вида городского воздушного транспорта;
- экспериментальные проекты архитектурных объектов с различным расположением взлетно-посадочного блока на основе разработанных принципах формирования зданий со взлетно-посадочным блоком
- экспериментальные типы конструкций посадочных площадок, рассеивающих динамические нагрузки от летательных аппаратов;

Апробация результатов исследования:

Основные результаты научной работы представлены в одиннадцати публикациях, в том числе две публикации в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, одна статья в издании, входящем в международную реферативную базу данных Scopus, «IOP Conference series: Materials science and engineering»); в докладах на Международных научно-практических конференциях «Наука, образование и экспериментальное проектирование» в МАРХИ (Москва, 2013-2016гг.); Международной научно-практической конференции «Инженерные системы – 2019» в Российском университете дружбы народов (Москва 2019 г.); на смотре-конкурсе «Союз молодых профессионалов» в номинации «Наследие В. Г. Шухова: архитектура и строительство» за проект «Многофункциональное высотное здание, адаптированное к взлёту и посадке на него перспективных воздушных видов транспорта» (Москва 2014 г.). Также результаты исследования апробированы при проектировании судоремонтной верфи с вертолётной площадкой в городе Мурманск для ООО «Торговый дом Металл Строй Сфера-НН» Семёновский завод металлоконструкций (Мурманск 2021 г.).

Объём и структура работы. Диссертация общим объёмом 181 страница состоит из текстовой части (135 страниц), включающей введение, три главы, заключение, список литературы (129 источников), словарь терминов, а также приложения, содержащего графические материалы и аналитические таблицы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во Введении раскрыта актуальность исследования, освещена степень разработанности темы, определены цель и задачи, сформулированы объект и предмет исследования, показаны научная новизна, теоретическая и практическая значимость, представлена степень апробации результатов работы. Выявлен и обоснован подход к исследованию.

ГЛАВА 1. ПРЕДПОСЫЛКИ ИНТЕГРАЦИИ ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА В АРХИТЕКТУРУ ГОРОДА

В первой главе выявлены основные риски использования воздушного транспорта в городе и возможные решения потенциальных угроз. Рассмотрены проблемы транспортных систем крупных городов мира на примере Москвы, Нью-Йорка, Сингапура, Пекина. Сформулированы предпосылки к появлению архитектурных объектов, взаимодействующих с воздушным транспортом.

Проанализированы существующие и перспективные виды воздушного транспорта, предназначенного для взлетов и посадок в черте города. Изучены архитектурные концепции XX-го века и их особенности. Проанализирована реализация инфраструктуры для городского воздушного транспорта в США Великобритании, России и СССР. Выявлены особенности влияния взлетно-посадочного оборудования на архитектурный облик здания.

1.1 Безопасность использования перспективного воздушного транспорта в городе.

Обозначены основные риски и угрозы и пути их решения для безопасной эксплуатации ПВТ в городе.

- Отказ техники во время полёта. Соблюдение регламентов обслуживания ПВТ, Квалифицированный персонал предполётной подготовки. Выбор безопасных маршрутов над городом. Использование Баллистических парашютных систем.

- Человеческий фактор. Профессиональная подготовка пилотов и обслуживающего персонала, внедрение искусственного интеллекта в управление воздушным судном.

- Террористическая угроза. Использование опыта организации объемно-планировочных решений аэропортов для зданий с ПВТ. Привлечение служб безопасности для контроля допуска к летательным аппаратам.

- Сложные метеорологические условия. Ограничение или прекращение полётов для летательных аппаратов, имеющих ограничения по эксплуатации в определенных метеоусловиях. Использование архитектурных приёмов для оптимизации воздушных потоков над взлетно-посадочными площадками.

- Воздействие на экологию и шумовое загрязнение. Использование летательных аппаратов с электрической силовой установкой. Использование воздушных коридоров в обход спальных районов; Выбор оптимальной высоты воздушного коридора для избегания столкновений с птицами.

1.2 Современные проблемы наземного транспорта.

Рассмотрены основные предпосылки XX и XXIв.в. к появлению архитектурных объектов, взаимодействующих с перспективными видами воздушного транспорта. Проанализирована статистика современных проблем городского транспорта и его инфраструктуры. Обозначены предпосылки к изменению объемно-пространственного решения зданий, на которые будут частью воздушной транспортной инфраструктуры, для перспективных летательных аппаратов.

1.3 Кризис дорожно-транспортной сети в крупных городах.

Выполнено сравнение и анализ состояния транспортной системы и сложившихся негативных факторов в России, США, Китае, Бразилии, Индии (Таблица 1).

Таблица 1

| | Страны | Общая протяженность дорог(км) | Общая протяженность скоростных магистралей (км) |
|---|----------|-------------------------------|---|
| 1 | Америка | 6733024 | 108394 |
| 2 | Индия | 5603293 | 1581 |
| 3 | Китай | 4859500 | 142500 |
| 4 | Бразилия | 1751868 | 11000 |
| 5 | Россия | 1507750 | 2050 |

Сравнение протяженности дорог в России и за рубежом.

1.4 Влияние развития транспортной системы на расселение людей.

Особенности технического развития городов в прошлом накладывают отпечаток на образ жизни общества. Например, до изобретения автомобиля люди стремились жить недалеко друг от друга. Ускоренное развитие административных центров изменило жизнь отдаленных районов и пригородов за счет повышения мобильности населения, вследствие массовой автомобилизации и развития систем междугороднего общественного транспорта. Это привело к «маятниковой» миграции населения из отдаленных районов в крупные города в поисках приложения труда.

В городах возникли многофункциональные центры, которые позволяют производить необходимые взаимодействия в пределах одного или нескольких районов. Увеличение скорости движения транспортных потоков в городах позволило людям расселяться все дальше от места постоянной работы. Уже сегодня многие люди предпочитают жить в собственном загородном доме и работать в городе.

Появление воздушного транспорта в городе позволит еще шире раздвинуть границы расселения людей вокруг городов. Возможно, это повлечет за собой возникновение новых жилых образований рядом с крупными городами в разных регионах страны.

1.5 Комплексный анализ перспективных видов городского транспорта и его совместимости с городской инфраструктурой. Преимущества перспективного воздушного транспорта.

Проведен анализ современных видов городского транспорта их преимущества и недостатки, также в анализ включены различные типы перспективных видов воздушного городского транспорта (см. приложение 1).

Составлена классификация типов перспективного транспорта:

1. Гибридный транспорт (сочетающий в себе как возможность использовать воздушное пространство, так и дорожно-транспортную сеть. Возможность сочетать в себе два типа моторов: двигатель внутреннего сгорания и электродвигатель.

2. Легкие мультикоптеры - многомоторный или мультироторный летательный аппарат. Различаются **мультикоптеры** по количеству моторов (или по количеству несущих винтов).

3. Вертолеты.

4. Автомобили нового поколения (с электрической силовой установкой или с беспилотным управлением).

5. Перспективный общественный транспорт, использующий специальную инфраструктуру (эстакады для подвесного транспорта и монорельса или дорожки для беспилотных капсул).

Из перечисленных видов транспорта, стоит выделить группу аэромобилей с вертикальным взлетом и посадкой, а также мультикоптеры. Например, мультикоптеры и аэромобили могут быть включены в маршруты между пригородами и городскими транспортно-пересадочными узлами (ТПУ). Также новый вид воздушного транспорта может использоваться в аэротакси⁹, в службе доставки, экстренных служб, для малого и крупного бизнеса. Среди преимуществ мультикоптеров следует отметить: малые габариты, мобильность, экологичность, безопасность, легкость в обслуживании. Несомненно, внедрение нового вида транспорта в городскую среду повлияет на архитектурные объекты, с которыми он будет взаимодействовать, а также это изменит подходы к градостроительству.

Как только прототипы аэромобиля станут серийными образцами, у архитекторов должна уже быть готова концепция на нескольких уровнях: Первый – макроуровень: должны быть решены все градостроительные задачи городского и регионального значения. Второй - микроуровень: типология зданий и сооружений, которые будут спроектированы для взаимодействия с новым видом

⁹ Airbus начал испытания аэротакси. Новостной портал. URL: <https://tass.ru/ekonomika/6205374> (Дата обращения 10.10.2022)

транспорта. Третий уровень-социальный: экология, снижение шума, безопасность.

Анализируя все виды транспорта, можно сделать вывод, что наиболее перспективной группой является воздушный транспорт с вертикальным взлетом.

1.6 Футуристические архитектурные концепции взаимодействия различных видов городского транспорта XX века.

Рассмотрены и проанализированы архитектурные концепции архитектурных объектов XX-го века, взаимодействующих с воздушным транспортом будущего в работах: Клауса Брюгле «Космопорт», Товарищества Эйнем «Москва будущего», Георгия Крутикова «Летающие города».

Из всех проанализированных футуристических проектов зданий 20-го века, которые так или иначе взаимодействуют с воздушным транспортом можно проследить значительные изменения в структуре здания и его внешнем облике, появляется определенная специфика в наборе и расположении функциональных зон в здании. Внешний облик зданий имеет нечто схожее с авианосцами, с палуб которых стартуют реактивные самолеты. Если авианосец называют «городом с аэропортом в океане», то футуристические здания, имеющие миниатюрные аэродромы на крыше можно назвать «городскими авианосцами». Здания объединяют: лётная палуба, зона хранения и обслуживания летательных аппаратов, диспетчерская, аэровокзальная зона (см. приложение 2).

1.7 Влияние реализации воздушного пассажирского транспорта на архитектуру Великобритании и США.

Проанализированы особенности проектов внедрения вертолетного транспорта в городскую среду, в середине XX-го века. В 1952г. в Лондоне был предложен проект большого вертодрома, который должен был располагаться над вокзалом Чарринг Кросс. Данный проект по сути являлся реконструкцией вокзала в транспортно-пересадочный узел, который мог объединить наземные, подземные и воздушные транспортные пути сообщения.

«Sky port one» архитектора Джеймса Дартфорда для стекольной компании «Pillington's Glass Age Development Committee», созданный в 1959 году. Новый Sky port должен был стать частью системы вертолетного сообщения для крупного бизнеса. Здание представляет собой в плане трилистник высотой 150 метров. Каждое крыло имеет свою функцию: офисы, отель и гараж, к которым примыкают три опоры, в которые спрятаны лифты, ведущие на взлетно-посадочные платформы в виде перевернутых конусов диаметром по 36 метров каждая. Данная компоновка по расчетам должна была обеспечить пропускную способность до 24 посадок в час, то есть по 7 минут на вертолет, при условии, что на каждую окружность приходилось по 8 вертолетов.

Еще одним реализованным проектом стало здание-вертодрома «Port authority», построенный в рамках всемирной выставки в Нью-Йорке в 1965 году для демонстрации проекта инфраструктуры общественного вертолетного транспорта в США. Здание поднимается над землей на четырех массивных пилонах, в которых расположены вертикальные коммуникации, ведущие на крышу платформы, где расположен вертодром. Внутри платформы находится ресторан. Высота здания составляет 36 метров, посадочная площадка представляет собой прямоугольник 40 x 60 метров.

1.8 Влияние реализации вертолетного пассажирского транспорта на архитектуру СССР и современной России.

В Советском Союзе финансирование вертолетостроения было приоритетным. Программа развития вертолетного сообщения в СССР предполагала связать областные центры с отдаленными поселениями не имеющих наземной связи с другими населенными пунктами. Поэтому основной акцент был сделан на доставку грузов с «большой земли». К сожалению, из-за отставания в наращивании протяженности дорожно-транспортной сети и увеличением количества частного автотранспорта в стране, не было проблем с городским трафиком в «часы пик». В результате этого вопрос о внедрении вертолетов, как части общественного транспорта не стоял. В результате этого в архитектурном проектировании практически не рассматривались идеи посадки вертолета на здание. Как следствие, в СССР отсутствовала типология зданий с вертолетной площадкой на крыше. Тем не менее была разработана нормативная документация по правилам проектирования наземных вертодромов, которая касалась строительства вспомогательной инфраструктуры и взлетно-посадочных площадок. Только после распада СССР стала постепенно развиваться частная авиация. К 2013-му году появились первые частные вертодромы и вертолетные площадки в Подмоскovie и около МКАД, также построен один вертодром в Санкт-Петербурге¹⁰.

1.9 Степень влияния посадочного оборудования на архитектурные проектно-планировочные решения.

Определена степень влияния посадочного оборудование на объемно-пространственный облик архитектурных объектов (см. приложение 3).

Невыраженная степень влияния вертолетных площадок на здание характеризуется тем, что архитектурный облик здания абсолютно не меняется, независимо, присутствует на нем взлетно-посадочное оборудование или нет.

¹⁰ Хелипорт Москва. [Официальный сайт]. URL: <https://heliports-russia.ru/heliports/kheliport-moskva/>. (Дата обращения 10.10.2022)

Опосредованное влияние на архитектуру здания оказывают вертолётные площадки, которые являются одним из элементов, составляющих образ здания. Такой тип вертолётных площадок имеет большой потенциал, как инструмент для создания акцентов в композиции фасада здания.

Доминантное влияние вертолетной площадки предполагает активное влияние на архитектурный замысел здания, когда вертолетная площадка является главным архитектурным элементом во внешнем облике здания.

ГЛАВА 2. АНАЛИЗ АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНЫХ СИСТЕМ СУЩЕСТВУЮЩИХ ЗДАНИЙ, ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ С ВОЗДУШНЫМ ТРАНСПОРТОМ.

Вторая глава посвящена анализу и проблемам конструктивного решения вертолётных площадок. В ней также поставлены задачи и намечены принципы решений аэродинамических характеристик вертолётных площадок. В основе анализа был учтен зарубежный опыт в строительстве и эксплуатации подобных сооружений. В этой главе обозначены основные факторы, влияющие на безопасность полетов в пределах городского воздушного пространства, затронута актуальная на сегодня тема правил безопасного полета над городом. Используя выводы, полученные на основе комплексного анализа альтернативных видов воздушного транспорта, в дальнейшем будут рассматриваться такие виды транспорта (гибридной группы), как летающий автомобиль и беспилотные пассажирские дроны с вертикальным взлетом и посадкой, в качестве наиболее перспективного вида транспорта. Следует отметить, что данная группа транспорта имеет схожую механику полета с вертолетами, следовательно, необходимо изучить основные особенности и наработки в проектировании зданий с вертолетными площадками для того, чтобы можно было составить наиболее точный прогноз о том, как может измениться архитектура зданий, взаимодействующих с новым видом воздушного транспорта.

2.1 Анализ уровней соприкосновения воздушно-транспортной системы с городской средой, влияние на архитектуру города

Выявлены уровни расположения вертолетных площадок на зданиях и в городских пространствах.

- наземное и надводное (понтонные и пирсы) наиболее эффективны на открытых пространствах: на окраинах города, у водоемов, в поле;

- консольное размещение вертолетных площадок эффективно размещать на высотных зданиях, где конструкция крыши не позволяет разместить площадку из-за небольшой площади, декоративных элементов (шпиль), размещения оборудования и др.

- расположение на крыше: наиболее эффективно в плотной городской застройке, могут иметь выразительные архитектурные решения;

В дальнейшем, с развитием нового вида воздушного транспорта тоже могут использоваться существующие эшелоны для взлета и посадки.

2.2 Анализ конструктивных особенностей вертолетных площадок.

Анализ конструктивных особенностей вертолетных площадок на разных эшелонах контакта воздушного транспорта выявил общую закономерность: конструкция вертолетной площадки имеет жесткие связи с несущими конструкциями здания, что отвечает требованиям для приема вертолетов, однако, посадки вертолетов на здания происходят относительно редко: от нескольких раз в день до одного раза в несколько недель. Такое количество посадок будет считаться достаточно интенсивным использованием вертолетной площадки. В дальнейшем, когда ПВТ станет достаточно распространённым явлением в небе над городом, на здания с взлетно-посадочным блоком будут совершаться десятки посадок в день, что может негативно сказаться на износе несущих конструкций здания в результате динамических нагрузок и вибраций от летательных аппаратов. Поэтому перед проектировщиками стоит задача разработать конструктивную систему, которая повысит эксплуатационные качества и долговечность конструкций и будет отвечать новым городским запросам в использовании воздушного транспорта.

2.3 Анализ безопасности использования воздушного транспорта в городе.

Произведён анализ:

- безопасность движения воздушного транспорта в городе;
- безопасность вертолетных площадок;

Анализ обеспечения безопасного движения воздушных судов над городом и жилыми районами выявил нехватку изысканий в области градостроительства и законодательства. Существует необходимость в определении безопасных и эффективных точек контакта воздушного транспорта в городе, например, с транспортно-пересадочными узлами и вдоль крупных автомагистралей.

2.4 Аэродинамический анализ основных форм зданий с вертолетной площадкой.

Аэродинамический анализ основных форм зданий с вертолетной площадкой был проведен на основе эксперимента в виртуальной аэродинамической трубе с помощью программы «Flow design». Для продувки были выбраны основные типы аэродинамических схем зданий, на которых могут располагаться вертолетные площадки.

В ходе эксперимента в виртуальной аэродинамической трубе подверглись продувке 9 моделей зданий: цилиндрическое, прямоугольное башенного типа,

каверна (прямоугольное с внутренним двором), каверна с открытым двором, Т-образное в плане, Г-образное в плане, С-образное, трилистник, Н-образное и крестообразное в плане. Эксперимент выявил относительно схожий характер обтекания воздушным потоком всех зданий кроме каверны.

Каверна имеет благоприятные условия для посадки за счет образования установившегося вихря внутри (каверны) и относительно невысокой скорости движения воздуха в нем.

На примере американского вертодрома Port Authority был проведен аэродинамический эксперимент с компьютерной моделью, поскольку он имеет довольно интересное решение с точки зрения формообразования. Эксперимент показал, что приподнятая часть вертодрома над землей имеет стационарный воздушный поток над посадочными площадками, что является наиболее благоприятным решением для размещения вертолетных площадок.

Эксперимент с вертодромом позволяет утверждать, что можно моделировать форму здания с точки зрения аэродинамики с целью создания благоприятных аэродинамических условий над взлетно-посадочными площадками.

ГЛАВА 3. АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ОБЪЕКТОВ СО ВЗЛЕТНО-ПОСАДОЧНЫМ БЛОКОМ.

В главе рассмотрена гипотеза развития планировочной структуры архитектурных объектов со взлетно-посадочным блоком. Смоделированы и проанализированы воздушные потоки, создаваемые зданиями в городской среде. Установлены задачи и поиск решений с помощью 3D моделирования здания с новыми параметрами, влияющими на создание воздушных потоков с предсказуемым результатом. Созданы концептуальные архитектурные образы концепций объектов, ориентированных на прием аэромобилей различного функционального и социального назначения. Выполнен сопоставительный анализ особенностей архитектурных объектов с ВПБ.

3.1 Гипотетические прогнозы развития перспективного вида воздушного транспорта и архитектуры зданий, взаимодействующих с ним, на примере Москвы и регионов РФ.

Выявлено несколько типов зданий, использующих аэромобили, которые появятся в новой транспортной концепции. Это здания экстренных служб, общественные и административные здания, транспортно-пересадочные узлы. На первых этапах использования этот транспорт может использоваться как такси и выполнять курьерские функции: в правительственных организациях и в муниципальных службах города, и по мере совершенствования этого транспорта переходить в пользование крупным бизнесом и частными лицами.

3.2 Экспериментальные объемно-пространственные формы зданий для создания благоприятного аэродинамического режима над взлетно-посадочными площадками.

В ходе экспериментов над различными формами зданий в виртуальной аэродинамической трубе в программе Autodesk «Flow design» были получены три формы здания с благоприятным аэродинамическим режимом над взлетно-посадочной площадкой.

- Здание с «антикрылом». Для того, чтобы посадочная площадка всегда находилась в неизменном воздушном потоке, ее можно расположить на платформе удобообтекаемой формы и приподнять над основным объемом здания, чтобы воздух мог беспрепятственно обдувать площадку с двух сторон. Платформа имеет профиль, напоминающий профиль перевернутого крыла.

- Здание ступенчатой формы. Это решение обеспечивает стационарный воздушный поток над посадочными площадками, однако, решение имеет свои ограничения из-за возможных предельно допустимых скоростей ветра.

- Здания каверны. Характер обтекания каверны или здания с внутренним двором схож с обтеканием здания прямоугольной формы. У обдуваемого здания в форме параллелепипеда с подветренной стороны в турбулентной зоне образуются отходящие вихри, которые отрываются от здания и рассеиваются на определенном расстоянии. У здания-каверны тоже образуется вихрь с подветренной стороны, но ему не дает отрываться и отходить от здания позади стоящий корпус здания.

Данные эксперименты показали, что можно создавать благоприятные аэродинамические режимы над взлетно-посадочными площадками за счет изменения формы здания.

3.3 Типы и особенности объемно-пространственных решений зданий с взлетно-посадочным блоком.

Создано определение Взлетно-посадочного блока в здании. **Взлетно-посадочный блок (ВПБ) в здании – комплекс помещений и инженерно-технических мероприятий в архитектурных объектах обеспечивающий прием, отправку, базирование воздушных судов с системой вертикального взлета и посадки (СВВП) и обслуживания авиаперевозок.**

Планировочные решения взлетно-посадочного блока рассмотрены и предложены в виде универсальных функциональных зон, которые имеют свое назначение:

- Аэродромная часть
- Аэровокзал
- Вертикальный транспорт

- Зона размещения и хранения летательных аппаратов

Для систематизации выявленных основных особенностей и принципов формирования зданий со взлетно-посадочным блоком разработана схема, которая разделена на пять частей:

- 1) уровни расположения взлетно-посадочных площадок на здании со взлетно-посадочным блоком;
- 2) типы оптимальных аэродинамических схем зданий с ВПБ и разными уровнями расположения взлетно-посадочных площадок;
- 3) планировочные решения взлетно-посадочного блока в здании;
- 4) принципиальные конструктивные решения зданий со взлетно-посадочным блоком;
- 5) элементы фасадных решений зданий со взлетно-посадочным блоком.

Исходя из анализа расположения посадочных площадок на здании (на крыше, консоли, в каверне или дворовом пространстве), можно определить три основных типа расположения взлетно-посадочного блока (ВПБ) в здании, которые будут различаться по компоновки помещений и инженерно-технических мероприятий (см. приложение 4):

1) ВПБ в здании с консольным расположением взлетно-посадочных площадок аэродромной части, рассчитанные на здания башенного типа, многофункциональные высотные здания, здания с нестандартным объемно-пространственным решением.

2) ВПБ в здании с аэродромной частью на крыше предусматривается для малоэтажных, средней этажности и высотных зданий до двухсот метров разного функционального назначения, в том числе экстренных служб.

3) ВПБ в здании с аэродромной частью в «кавернах» и дворовых пространствах.

Выявлены основные типы зданий с ВПБ.

Здания с консольным расположением взлетно-посадочного блока имеют три конфигурации за счет разной компоновки расположения консолей аэродромной части с посадочными площадками:

1) Веерное расположение консолей на разных высотах относительно земли

2) Веерное (круговое) расположение консолей ВПБ в одном уровне

3) Взлетно-посадочный блок в виде консоли представляет собой массивную консоль с аэродромной частью на консоли, которая встраивается в основной объем здания.

Для зданий с взлетно-посадочным блоком в уровне крыши разработаны три схемы конфигурации:

1) Террасированный взлетно-посадочный блок

2) Взлетно-посадочный блок с несколькими аэродромными частями. Данная конфигурация взлетно-посадочного блока предназначена для зданий, состоящих из двух и более корпусов, с общим стилобатом.

3) Здание с приподнятым взлетно-посадочным блоком над крышей. По аэродинамической схеме «антикрыло».

1) Для зданий со взлетно-посадочным блоком в «кавернах» и дворовых пространствах также предложены три варианта конфигурации ВПБ:

2) Взлетно-посадочный блок с аэродромной частью в дворовом пространстве.

3) Взлетно-посадочный блок в дворовом пространстве.

4) Взлетно-посадочный блок с аэродромной частью в каверне здания.

Также здания со взлетно-посадочным блоком разделены на четыре группы, в которых представлены типы функционального назначения ВПБ для разных типов зданий (см. приложение 5).

- ВПБ общего пользования
- ВПБ медицинского назначения
- ВПБ для зданий экстренных служб
- Частный ВПБ в здании
- Академгородки, университеты, институты и научно-исследовательские центры.

3.4 Конструктивные особенности зданий с взлетно-посадочным блоком.

1) Взлетно-посадочный блок обособлен в объемно-пространственной структуре здания техническими этажами.

2) Доступ в ВПБ осуществляется через вертикальные коммуникации (лестницы, лифты)

3) Лётная палуба ВПБ передает динамические нагрузки на несущий каркас здания.

4) Попадание с летной палубы к вспомогательным помещениям аэродромной части и аэровокзалу, осуществляется через тамбур-шлюз.

5) Лётная палуба аэродромной части имеет пять конструктивных схем в зависимости от объемно-пространственной схемы здания.

6) Вспомогательные помещения и зоны аэродромной части, помещения аэровокзала подчинены конструктивной схеме здания. Исключением является объемно-пространственная схема здания с ВПБ в виде консоли, так как для реализации такой схемы потребуются нестандартные конструктивные решения.

7) Зона хранения летательных аппаратов представляет собой автоматизированную парковку, которая выполнена из металлического каркаса, опирающегося на несущий каркас здания.

8) Зона хранения летательных аппаратов связана с другими частями ВПБ подъемниками для доставки ПВТ в аэродромную часть. Данный подъемник также является частью вертикальных коммуникаций здания, которые образуют ядро жесткости.

3.5 Экспериментальные конструктивные решения взлетно-посадочных площадок для погашения динамических нагрузок на здания при приземлении летательных аппаратов.

Разработаны экспериментальные демпфирующие конструкции для взлетно-посадочных площадок аэродромной части ВПБ).

Пружинно-амортизационная демпферная конструкция, представляет собой металлическое покрытие на пространственной металлической конструкции, которая опирается на амортизационное устройство, состоящие из амортизатора и пружины.

Шарнирная демпферная конструкция взлетно-посадочной площадки, представляет собой ж/б плиту, покрытую металлическим ребристым покрытием, которая опирается на каучуковые шары.

Плавающая демпферная конструкция состоит из нескольких частей: замкнутого и герметичного контура, наполненного жидкостью и плавающей платформы, которая заякорена на жесткое основание.

3.6 Экспериментальные проекты зданий со взлетно-посадочным блоком.

В ходе исследования были разработаны экспериментальные концепты основных типов зданий, которые могут появиться в процессе развития городской воздушно-транспортной системы. Поскольку здания обладают ограниченной площадью, отведенной для взлётно-посадочных платформ, все проекты рассчитаны исключительно для ПВТ вертикального взлета и посадки.

Автоматизированная парковка для перспективного воздушного транспорта. Автоматизированная парковка-гараж, для ПВТ состоит из двух рядом стоящих цилиндрических девятиэтажных башен, поставленных на общий стилобат, в котором разместились комплекс по обслуживанию ПВТ, вспомогательные помещения. На девяти этажах башен располагается автоматизированная парковка для ПВТ. Покрытие двух башен завершается взлетно-посадочными платформами с веерной системой взлетно-посадочных площадок и диспетчерским пунктом. Веерное расположение посадочных платформ дает два преимущества: возможность совершать посадку и взлет сразу нескольким летательным аппаратам в удобном для них направлении, но и делает возможным взлет и посадку при любом направлении ветра.

Многофункциональное высотное здание «Аэробашня». Башня выполнена по принципу вертикального города и разделена на 5 основных вертикальных блоков. В первом блоке находятся входная группа, торговые помещения, ресторан,

бутики, отделение банка и почта. Во втором блоке находится отель. В третьем блоке располагаются офисы. В четвертом блоке расположены апартаменты. В пятом блоке находится смотровая площадка. Каждый блок разделен взлетно-посадочным блоком с автоматической парковкой для аэромобилей. Взлетно-посадочные блоки размещаются на отметках +55.8200; +122.700; +230.700; +338.700; +471.800. В четвертом блоке применен новый тип апартамента с частной посадочной платформой и стояночным местом, из которого можно попасть через шлюз в апартамент.

Центр экстренной медицинской помощи. Центр задуман по принципу авианосца с двумя параллельными взлетно-посадочными «палубами» (ВПП) длиной 100 метров каждая и диспетчерским пунктом. ВПП позволяют осуществлять взлет и посадку с небольшим пробегом. На 2-ю ВПП выходят по 6 подъемников, три из них для аэромобилей, ведущие в автоматизированную парковку и три для доставки пациентов в медицинский стационар оперативной диагностики и оказания первой помощи.

В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРОВЕДЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ БЫЛИ СДЕЛАНЫ СЛЕДУЮЩИЕ ВЫВОДЫ:

1) На основе анализа современных зданий с посадочными площадками, определены три варианта композиционного решения архитектурных объектов данного типа, которые влияют на объемно-пространственное восприятие здания:

Невыраженное – позволит зданию поддерживать рядовую застройку улицы или квартала, не выбиваясь из общего контекста застройки.

Опосредованное – позволит создать деликатный акцент в композиции и силуэте здания.

Доминантное – для архитектурных объектов, призванных стать доминантой в городской среде, являться центром и точкой притяжения людей, а значит и воздушного и наземного транспорта.

2) Анализ современных архитектурных и инженерных объектов с взлетно-посадочными площадками в крупных городах выявил четыре основных решения расположения взлетно-посадочных площадок:

Наземные – наиболее экономичное и распространённое расположение взлетно-посадочных площадок на открытых территориях на определенном удалении от зданий.

Надводные – один из наиболее безопасных способов размещения взлетно-посадочных площадок в черте города, так как все этапы захода на посадку происходят над водоемом.

На консолях – данное тип подходит для высотных зданий (более 250 метров), где расположение взлетно-посадочной площадки ограничено по высоте из-за скорости ветра.

На крыше – Распространённый способ расположения взлетно-посадочной площадки в плотной городской застройке. Данное решение обеспечивает безопасный заход на посадку, так как площадка находится на одном уровне с окружающей застройкой или выше.

3) Создана и проанализирована гипотеза этапов развития архитектуры в крупных городах и пригородах как части единой транспортной сети, взаимодействующей с перспективным воздушным транспортом.

Первый этап: появление архитектурных объектов со взлетно-посадочным блоком для аэротакси, для различных экстренных служб.

Второй этап: развитие транспортно-пересадочных узлов со взлетно-посадочным блоком. Деловые центры с ВПБ

Третий этап: создание частных ВПБ для загородных домов и городских апартаментов.

4) Эксперименты в виртуальной аэродинамической трубе в программе Autodesk Flow Design с 3D моделями зданий с вертодромом «Port Authority» и «SkyPort One» выявили, что форма здания существенно влияет на ветровой режим над взлетно-посадочными площадками. Выявлены архитектурные принципы при создании объема здания, которые могут создавать благоприятный ветровой режим над взлетно-посадочными площадками, оптимизируя процедуру взлетов и посадок.

Закрытые взлетно-посадочные площадки:

- Принцип полного экранирования – формирование замкнутых дворовых пространств.
- Принцип частичного экранирования – формирование полузакрытых дворовых пространств (каре)
- Открытые взлетно-посадочные площадки:
- Принцип спойлера – расположение посадочных площадок на объеме, приподнятом над основным объемом здания
- Принцип каскадов – создание террасированной формы для архитектурного объекта.
- Принцип стационарности – создание взлетно-посадочных консолей с одним вектором захода на посадку
- Принцип переменности – создание взлетно-посадочных консолей с несколькими векторами захода на посадку

5) Сформулировано определение взлетно-посадочного блока в архитектурном объекте. **Взлетно-посадочный блок (ВПБ) в здании – комплекс помещений и инженерно-технических мероприятий в архитектурных объектах обеспечивающий прием, отправку, базирование воздушных судов с системой вертикального взлета и посадки (СВВП) и обслуживания авиaperевозок.**

ВПБ включает в себя четыре основные функциональные зоны:

- Аэродромную часть
- Зал ожидания пассажиров
- Вертикальные коммуникации дома
- Зона размещения и хранения летательных аппаратов.

На основании аэродинамических исследований определены основные типы объемно-пространственного решения архитектурных объектов с ВПБ.

- ВПБ в здании с консольным расположением взлетно-посадочных площадок аэродромной части, многофункциональные высотные здания.

- ВПБ в здании с аэродромной частью на крыше предусматривается для малоэтажных, средней этажности так и высотных зданий до двухсот метров разного функционального назначения, в том числе экстренных служб.

- ВПБ в здании с аэродромной частью в «кавернах» и дворовых пространствах.

Для каждого варианта объемно-пространственного решения здания с ВПБ определены возможные принципы расположения и объемно-пространственного решения ВПБ в здании.

- **Одноуровневый принцип азимутальности консолей ВПБ.** Взлетно-посадочный блок с азимутальным расположением консолей для посадочных площадок аэродромной части в одном уровне.

- **Многоуровневый принцип азимутальности консолей ВПБ.** Взлетно-посадочный блок с азимутальным расположением консолей для посадочных площадок аэродромной части в разных уровнях.

- **Каскадный принцип.** Взлетно-посадочный блок с террасированным расположением аэродромной части.

- **Принцип разветвленности ВПБ.** Взлетно-посадочный блок, в здании с несколькими корпусами на общем стилобате, где залы ожидания и аэродромная часть с вертикальным транспортом находится в каждом корпусе.

- **Принцип спойлера.** Взлетно-посадочный блок, приподнятый над основным объемом здания, что позволяет создавать благоприятный аэродинамический режим над посадочными площадками.

- **Принцип экранирования.** Взлетно-посадочный блок, аэродромная часть которого расположена в дворовом пространстве.

- **Принцип заглубления.** Взлетно-посадочный блок с аэродромной частью в каверне на крыше здания.

Определён состав ВПБ по функциональному назначению здания:

- ВПБ общего пользования.
- ВПБ медицинского назначения
- ВПБ для зданий экстренных служб.
- Частный ВПБ в здании
- Академгородки. университеты, институты и научно-исследовательские центры.

Исследование показало, что архитектурные объекты с ВПБ различного функционального назначения имеют достаточно отличий и особенностей в сравнении с аналогичными архитектурными объектами без ВПБ, что создает необходимость для разработки дополнительной нормативной документации по проектированию данных объектов.

РЕКОМЕНДАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Тема внедрения перспективного вида воздушного транспорта в город и его влияние на архитектурные объекты городские пространства имеет огромный потенциал, для решения этой задачи потребуется комплекс исследований в различных областях науки.

Отдельным направлением исследования может стать более глубокий градостроительный анализ развития городов целых областей и регионов, связанных воздушным городским транспортом с последующими рекомендациями по организации сетевого взаимодействия.

Обратной научной связью может быть совершенствование летательных аппаратов с целью оптимизации взлетов и посадок на части здания.

Темой исследования может стать разработка норм проектирования и расчетов конструкций зданий со взлетно-посадочным блоком, в частности: расчет вместимости зоны хранения ПВТ внутри здания, так и на крыше; исследования и расчет противопожарных мероприятий, разработка инженерных систем, отвечающим современным требованиям энергоэффективности и безопасности.

Актуальным направлением для исследования может стать колористика и архитектурная подсветка архитектурных объектов со взлётно-посадочным блоком. Исследования в данном направлении позволят избавить летные экипажи

пилотируемых ПВТ от оптических иллюзий в любое время суток, что повысит безопасность посадки на здание.

Актуальной темой для научной деятельности мог стать исследование в области аэродинамики зданий со взлётно-посадочным блоком.

Темой исследования может стать изучение экономики городского хозяйства с появлением архитектурных объектов со взлётно-посадочным блоком и перспективного воздушного транспорта.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ АВТОРА ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, по специальности 2.1.12 - Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности:

1. Казуров, А.Е. Проблемы архитектурно-конструктивной адаптации аэромобиля в городе / А. Е. Казуров, О.Ю. Сулова. – Текст : Электронный // Architecture and Modern Information Technologies. – 2015. – № 2 (31). С. 1-13. – URL: <http://www.marhi.ru/AMIT/2015/2kvart15/kazurov/abstract.php> (дата обращения 20.03.2023).

2. Казуров, А.Е. Особенности городских зданий с развитым взлетно-посадочным блоком / А.Е. Казуров, О.Ю. Сулова – Текст : Электронный // Architecture and Modern Information Technologies. – 2018. – №3(44). – С. 167-182 – URL: http://marhi.ru/AMIT/2018/3kvart18/09_suslova_kazurov/index.php (дата обращения 20.03.2023).

Публикации в изданиях, индексируемых в международной базе данных Scopus и приравниваемых к публикациям в рецензируемых изданиях, в которых излагаются научные результаты диссертации:

3. Kazurov, A. and Suslova O., Aerodynamic features of buildings with runways unit. IOP Conference Series Materials Science and Engineering, 2019. - 675(1). Режим доступа: www.iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/675/1/012019/pdf

Публикации в других научных изданиях:

4. Казуров, А. Е. Гипотеза развития городского воздушного транспорта / А. Е. Казуров, О. Ю. Сулова. // Градостроительство. — 2015. — № 6 (40). — С. 32-37.

5. Казуров, А. Е. Архитектурно-конструктивные особенности архитектурных объектов со взлетно-посадочными площадками. / А. Е. Казуров. // Системные технологии. — 2019. — № 33. — С. 47—56.

6. Казуров, А. Е. Где загорятся посадочные огни легкого и сверхлегкого воздушного транспорта? / А. Е. Казуров, О. Ю. Сулова. // Устойчивая архитектура: настоящее и будущее. Тезисы докладов международного симпозиума. — Москва : МАРХИ, 2011. — С. 107-108.

7. Казуров, А.Е. Города будущего Города будущего / А.Е.Казуров, Ю.Андреева // Завтра. - 2012. - 41(986). - С. 6.








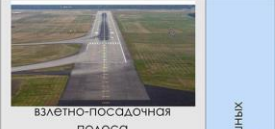

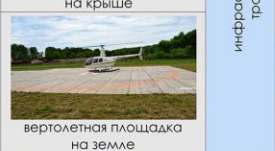

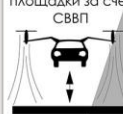

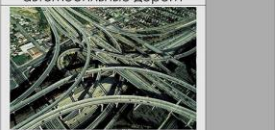




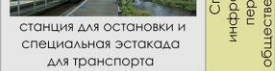
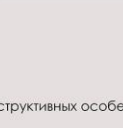
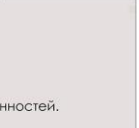


8. Казуров, А. Е. Архитектура и авиация. Будущий фарватер / А. Е. Казуров, О. Ю. Сулова. // Наука, образование и экспериментальное проектирование. Труды МАРХИ Материалы международной научно-практической конференции, сборник статей.. — Москва : МАРХИ, 2012. — С. 302-306.

9. Казуров, А. Е. Посадочные площадки на зданиях / А. Е. Казуров, О. Ю. Сулова. // Архитектоника инженера В.Г. Шухова. Международная научно-практическая конференция, посвященная 160-летию со дня рождения В.Г. Шухова. — Москва : МАРХИ, 2013. — С. 215-216.

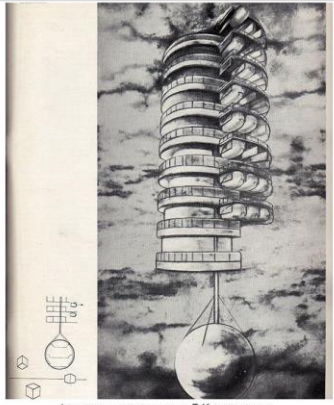

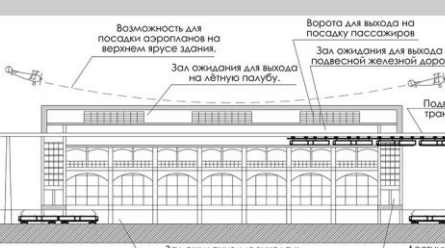


10. Казуров, А. Е. Воздействие ветра на посадочные платформы зданий / А. Е. Казуров, О. Ю. Сулова. // Наука, образование и экспериментальное проектирование: сборник статей. Тезисы докладов международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, молодых ученых и студентов. — Москва : МАРХИ, 2013. — С. 274-275.

11. Казуров, А. Е. Методы создания комфортного ветрового режима над посадочной площадкой за счет улучшения аэродинамических свойств здания / А. Е. Казуров, О. Ю. Сулова. // Наука, образование и экспериментальное проектирование: сборник статей. Тезисы докладов международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, молодых ученых и студентов. — Москва : МАРХИ, 2016. — С. 147-148.

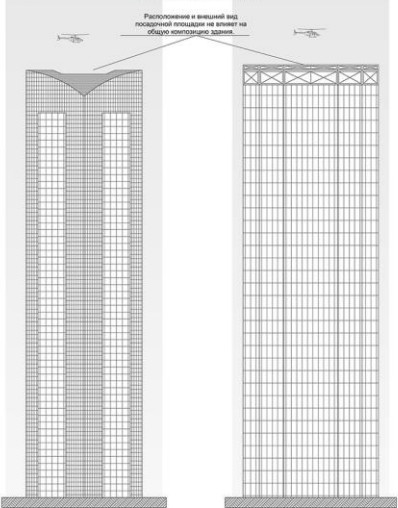
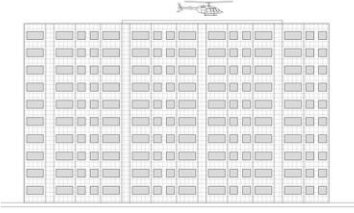

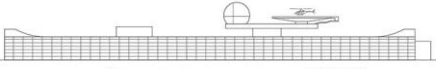

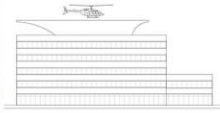

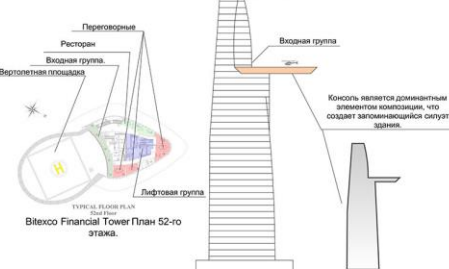
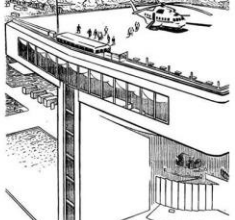


Анализ уровня мобильности альтернативного городского транспорта.

| Альтернативные виды транспорта. | Гибридная группа транспорта сочетающая в себе возможность использовать воздушное пространство так и дорожно-транспортную сеть. | | | Пассажирские беспилотные летательные аппараты | Группа автомобилей нового поколения (с электрической силовой установкой или с беспилотным управлением). | | Группа перспективного общественного транспорта и использующего специальную инфраструктуру. (Эстакады для подвешенного транспорта, монорельсы или дорожки для беспилотных капсул) | |
|---|---|--|--|--|---|---|---|---|
| <p>Элементы транспортной инфраструктуры</p>  |  <p>Прототип летающего автомобиля самолета типа Inteligolix Transient (США)</p> <p>Прототип летающего автомобиля самолета типа Inteligolix TF-x (США)</p> <p>такси-робот (Нидерланды)</p> | | |  <p>Ehang 184 (Китай)</p> |  <p>Электромобиль Tesla (США)</p> |  <p>проект беспилотного автомобиля Google (США)</p> |  <p>Вуппертальская подвешенная дорога (Германия)</p> |  <p>проект беспилотной капсулы ultra pt (Англия)</p> |
| <p>возлетно-посадочная полоса</p>  <p>вертолетная площадка на крыше</p>  <p>вертолетная площадка на земле</p>  | <p>возможность посадки на взлетно-посадочную полосу (ВПП)</p>  <p>возможность использовать ВПП (укороченные и обычные) и вертолетные площадки за счет СВВП</p>  <p>не может использовать вертолетные площадки, так как отсутствуют системы вертикального взлета и посадки (СВВП)</p> | | | <p>возможность посадки на взлетно-посадочную полосу в том числе и укороченную</p> <p>не может использовать вертолетные площадки, так как отсутствуют системы вертикального взлета и посадки (СВВП)</p> | <p>возможность посадки на взлетно-посадочную полосу при условии, колесных шасси у вертолета</p> <p>возможность посадки на вертолетную площадку.</p> | <p>Не могут использовать специальную транспортную инфраструктуру из-за особенностей конструкции.</p> <p>Не могут использовать специальную транспортную инфраструктуру из-за особенностей конструкции.</p> | <p>Могут использовать только специальную инфраструктуру из-за конструктивных особенностей.</p> | |
| <p>автомобильные дороги</p>  <p>автомобильная развязка</p>  <p>автомобильный тоннель</p>  <p>автомобильный мост</p>  <p>автомобильная парковка</p>  | <p>Дорожно-транспортная инфраструктура</p> <p>Возможность использовать дорожно-транспортную сеть в том числе обычные парковки за счет возможности складывания крыльев.</p> <p>Возможность использовать дорожно-транспортную сеть в том числе обычные парковки за счет возможности складывания лопастей несущего винта.</p> <p>Возможность использовать дорожно-транспортную сеть при наличии автомобильного шасси и возможности складывать консоли с двигателями.</p> | | | <p>Предназначен только для дорожно-транспортной сети. Цель внедрения данного транспортного средства - улучшение экологии города и снижение выбросов CO2</p> | <p>Предназначен только для дорожно-транспортной сети. Цель внедрения данного транспортного средства - улучшение качества движения на дорогах, за счет устранения человеческого фактора.</p> | <p>Могут использовать только специальную инфраструктуру из-за конструктивных особенностей.</p> | | |
| <p>эстакада и специально оборудованные парковки</p>  <p>станция для остановки и специальная эстакада для транспорта</p>  | <p>Специальная инфраструктура для перспективного общественного транспорта</p> <p>Могут использовать только специальную инфраструктуру из-за конструктивных особенностей.</p> | | |  |  |  <p>используют только специальные конструкции, по которым движется подвижной состав</p> <p>конструкция подвешенной ж/д, по которой движется подвижной состав</p> |  <p>используют только специальные дорожки и эстакады, по которым перемещаются капсулы</p> <p>специализированные дорожки для автоматических капсул.</p> | |

Футуристические концепции архитектурных объектов XX-го века,
взаимодействующих с воздушным транспортом

| Футуристические проекты 20-го века | Анализ устройства новых типов зданий | транспортные средства, с которым взаимодействует архитектурный объект. |
|--|---|---|
|  <p>Летающие города Г.Крутикова</p> |  <p>Вертикальный транспорт Стыковочный док</p> <p>Летающие города Г.Крутикова. Схема-разрез, устройство жилого блока.</p> |  <p>Капсулы, летающие в электромагнитном поле.</p> |
|  <p>Plan City Airport Above River Thames</p> <p>Здание аэропорта над рекой Темзой.</p> |  <p>Диспетчерский пункт Летная палуба Вертикальный транспорт Опорная башня Вестибюль Ангар для стоянки самолетов Подъемник для самолетов р. Темза</p> <p>Здание аэропорта над рекой Темзой. (реконструкция разреза)</p> |  <p>Аэропланы.</p> |
|  <p>«Центральный вокзал», аверс открытки, товарищество Эйнем, 1914</p> |  <p>Возможность для посадки самолетов на верхнем ярусе здания. Зона ожидания для выхода на летную палубу. Ворота для выхода на посадку пассажиров. Зона ожидания для выхода к подвесной железной дороге. Подвесной транспорт Зона ожидания для выхода к наземным видам транспорта. Лестнично-микропов узла</p> <p>«Центральный вокзал». Схема-разрез, устройство транспортно-пересадочного узла, товарищество Эйнем, 1914 (реконструкция разреза)</p> |  <p>Аэропланы.</p> <p>Трамвай.</p> |
|  <p>«Театральная площадь», аверс открытки, товарищество Эйнем, 1914</p> |  <p>Башня управления полетами Пассажирский терминал Выход на посадку пассажиров Аэровокзал Зона ожидания и посадки Многофункциональный торговый центр Зона посадки пассажиров Ангар технического обслуживания воздушного транспорта Выход к скоростным поездам и метро</p> <p>Транспортно-пересадочный узел, схема-разрез внутреннего устройства. (реконструкция разреза)</p> |  <p>Подвесная железная дорога.</p> |
|  <p>Транспортно-пересадочный узел. Вторая половина XX-го века, США.</p> | <p>Тяжелые пассажирские вертолеты. Скоростной железнодорожный транспорт. Летающие автомобили. Общественный автодорожный транспорт.</p> | |

Влияние взлетно-посадочного оборудования на композицию архитектурных объектов

| невыраженное | опосредованное | ДОМИНАНТНОЕ |
|---|--|---|
| <p>не влияет на внешний вид здания</p>  <p>Небоскребы в Йокогаме, Япония.</p> <p>Расположение и внешний вид посадочной площадки не влияет на облик высотного здания.</p>  <p>Выходы и посадочная площадка.</p>    | <p>посадочная площадка важный архитектурный элемент здания, но не является доминантным</p>    <p>Здание фабрики Фиат. Турин</p>   <p>Архитектурная студия DOMY</p>     | <p>посадочная площадка основной элемент формирующий образ здания. занимает доминантную позицию в композиции</p>  <p>Bitexco Financial Tower. Хошимин.</p>  <p>Витэкс Финанс Тауэр План 52-го этажа.</p>  <p>Хелипорт Port Authority Нью-Йорк 1965г.</p>  <p>Новый тип здания предназначенный для взаимодействия с вертолетным транспортом.</p>   |

Функциональное назначение архитектурного объекта со взлетно-посадочным блоком и соответствующий функциональный состав ВПБ

