

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
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»

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата архитектуры

Научный руководитель:
Суслова Ольга Юрьевна
кандидат архитектуры, доцент

Москва 2023 г.

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1. ПРЕДПОСЫЛКИ ИНТЕГРАЦИИ ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА В АРХИТЕКТУРУ ГОРОДА	16
1.1 Безопасность использования перспективного воздушного транспорта в городе	16
1.2 Современные проблемы наземного транспорта	17
1.3 Кризис дорожно-транспортной сети в мире.....	19
1.4 Влияние развития транспортной системы на расселение людей.....	21
1.5 Комплексный анализ перспективных видов городского транспорта и его совместимости с городской инфраструктурой. Преимущества перспективного воздушного транспорта	22
1.6 Футуристические архитектурные концепции взаимодействия различных видов городского транспорта XX века.....	35
1.7 Влияние реализации воздушного пассажирского транспорта на архитектуру Великобритании и США.....	39
1.8 Влияние реализации вертолетного пассажирского транспорта на архитектуру СССР и современной России	44
1.9 Экономические аспекты городского транспорта.....	45
1.10 Экологические проблемы крупных городов на примере Москвы.....	48
1.10.1 Загрязнение воздуха автомобильным транспортом	48
1.10.2 Сокращение зеленых территорий в городе	50
1.10.3 Неблагоприятный шумовой режим в крупных городах	51
1.11 Степень влияния посадочного оборудования на архитектурные проектно- планировочные решения	52
1.12 Основные выводы по первой главе	55

ГЛАВА 2. АНАЛИЗ АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНЫХ СИСТЕМ СУЩЕСТВУЮЩИХ ЗДАНИЙ, ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ С ВОЗДУШНЫМ ТРАНСПОРТОМ.....	58
2.1 Анализ уровней соприкосновения воздушно-транспортной системы с городской средой, влияние на архитектуру города	59
2.2 Анализ конструктивных особенностей вертолетных площадок.....	62
2.3 Анализ безопасности использования воздушного транспорта в городе.....	68
2.4 Аэродинамический анализ основных форм зданий с вертолетной площадкой	70
2.5 Строительство взлётно-посадочных площадок и затраты на примере Москвы	71
2.6 Основные выводы по второй главе	74
ГЛАВА 3. АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ОБЪЕКТОВ СО ВЗЛЕТНО-ПОСАДОЧНЫМ БЛОКОМ.....	77
3.1 Гипотетические прогнозы развития перспективного вида воздушного транспорта и архитектуры зданий, взаимодействующих с ним, на примере Москвы и регионов РФ	77
3.2 Экспериментальные объемно-пространственные формы зданий для создания благоприятного аэродинамического режима над взлетно-посадочными площадками.....	80
3.3 Типы и особенности объемно-пространственных решений зданий с взлетно-посадочным блоком	82
3.4 Конструктивные особенности зданий с взлетно-посадочным блоком.....	94
3.5 Экспериментальные конструктивные решения взлетно-посадочных площадок для погашения динамических нагрузок на здания при приземлении летательных аппаратов.....	95
3.6 Экспериментальные проекты зданий со взлетно-посадочным блоком.....	97
3.7 Основные выводы по третьей главе	99
ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	102
В результате проведенного исследования были сделаны следующие выводы:..	103

РЕКОМЕНДАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ	
ТЕМЫ	107
СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ.....	108
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	111
СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ АВТОРА	127
СПИСОК ИЛЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРИАЛА.....	129
ПРИЛОЖЕНИЕ. Графические материалы	136

ВВЕДЕНИЕ

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 возникла сложная транспортная ситуация, 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 автомобилей [14]. Данный показатель отстает от показателей Европы (~500 автомобилей на 1000 человек) и США (797 автомобилей на 1000 человек) [87].

Активно развивается идея использования воздушного пространства в городе перспективными видами воздушного транспорта [68]. 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 [50]. Требуются дополнительные исследования по поиску архитектурно-конструктивных решений, схем зданий, учитывающих аэродинамические требования, наиболее подходящих для контакта с гибридным транспортом. Необходи-

мы 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» [14].

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 Сэмюэлом Хэнсомом и Джоном Стрингфеллоу, но проект был закрыт из-за несовершенства конструкции аппарата [46]. 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 транспортом [127].

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) [65].

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

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» [12]; 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»¹, Серебровский Ф. Л. «Аэрация жилой застройки» [82], Реттер Э. И. «Аэродинамика зданий» [76], Симиу Э., Сканлан Р. «Воздействие ветра на здания и сооружения» [82], Табунщиков Ю. А., Шилкин Н. В. «Аэродинамика высотных зданий» [89].

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

¹ 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.

МКАД). Теоретической базой для исследования градостроительной составляющей послужили работы: Аксенова Е. С. «Развитие пассажирской транспортной системы как одного из условий совершенствования социальной инфраструктуры» [13]; Бирюков В.К., Власов А.В., Демченко К.Н. «Проблемы транспортных систем городов и возможные пути их решения» [21]; Бочаров Ю. П., Кудрявцев О.К. «Планировочная структура современного города» [23]; Скижали-Вейс А. В. «Футуристические проекты-прогнозы «Москвы будущего» 1914 и 2012.» [84]; 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 вертолётными [80]. Смирнов А. А. «Формирование агломерационных форм расселения на основе развития системы пассажирского транспорта: эконом.» [85]. 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» [108] (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» [117] (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 или 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 формообразование 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 без-

опасной 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 номи-

нации «Наследие В. Г. Шухова: архитектура и строительство» за проект «Мно-гофункциональное 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 МеталлСтройСфера-НН» Семёновский завод металлоконструкций (Мурманск 2021 г.).

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

ГЛАВА 1. ПРЕДПОСЫЛКИ ИНТЕГРАЦИИ ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА В АРХИТЕКТУРУ ГОРОДА

1.1 Безопасность использования перспективного воздушного транспорта в городе

Авиация считается одним из самых безопасных видов транспорта, это обеспечивается высокими требованиями к эксплуатации. Использование воздушного транспорта в черте города особенно требовательно к безопасности. Следует выделить ряд основных рисков и угроз, которые требуют внимания (Рисунок 1):

- Отказ техники во время полёта. Для снижения и предотвращения данного риска существует определённый регламент обслуживания и правил по эксплуатации летательного аппарата. Обеспечение квалифицированной наземной подготовки перед вылетом. Также следует выбирать безопасные маршруты на случай возможного отказа, для совершения безопасной аварийной посадки, например, прокладывать маршруты рядом с автомагистралями или вдоль русла реки. На случай отказа, связанного с невозможностью управлять воздушным судном и самостоятельно совершить посадку, существуют баллистические парашютные системы, встроенные в конструкцию летательного аппарата, которые безопасно спускают летательный аппарат на землю вместе с экипажем и пассажирами. [77]

- Человеческий фактор. Одна из самых распространённых угроз безопасных полётов в авиации. Профилактика этой проблемы состоит в профессиональной подготовке обслуживающего наземного персонала, использование ПВТ в беспилотном режиме как это реализовано в мультикоптере Ehang 2016. Либо с привлечением профессиональных пилотов.

- Террористическая угроза. Терроризм может быть в значительной степени снижен с использованием опыта организации безопасности пропускной системы современных аэропортов. Этот опыт можно применить при организации объемно-планировочных решений аэровокзальной части ВПБ. Также подобные риски снижаются за счет эффективной работы служб безопасности.

- Сложные метеорологические условия. Как правило сложные метеорологические условия ограничивают полёты летательных аппаратов, которые не соответствуют своим летным характеристикам к конкретным погодным условиям (порывистый ветер, недостаточная видимость, температура воздуха).
- Воздействие на экологию и шумовое загрязнение. Данный риск связан с комфортом проживания городских жителей. Перспективные виды воздушного транспорта в городе предусматривают различные решения этой проблемы: использование электрической силовой установки, это снижает вредные выбросы и уровень шума; Специальная форма лопастей пропеллеров для снижения шумового воздействия; использование воздушных коридоров в обход спальных районов; Выбор оптимальной высоты воздушного коридора для избегания столкновений с птицами.

1.2 Современные проблемы наземного транспорта

Исторический процесс повышения роли городов и городской культуры в образе жизни приобрел устойчивое развитие. Это явление носит международное название – урбанизация. Процесс урбанизации стал порождением индустриализации и капитализма. Этот процесс приносит колоссальные изменения в образ жизни людей, отражаясь на культуре, экономике, воздействуя на природный комплекс: ландшафт, атмосферу [84].

Появление новых видов транспорта в XX веке оказало значительное влияние на инфраструктуру городов. Авторы идеи внедрения перспективного воздушного транспорта (ПВТ) предвидели бурный рост самых различных видов транспорта, на который массово переседают будущие москвичи, от Московского метро до многочисленных серийных частных автомобилей [84].

Еще вчера внедрение вертолетов в транспортную систему не вызывало удивления, а уже сегодня многие частные автомобильные компании пытаются освоить небо над городом с помощью легких летательных аппаратов.

Рассматривая территорию Российской Федерации, отметим тот факт, что на постсоветском пространстве урбанизация проявляла собой хаотичный и почти неуправляемый процесс.

По состоянию на 1 января 2020 года российский автопарк превысил отметку в 52,9 млн. транспортных средств. Около 84% от всех зарегистрированных в России автомобилей — это легковые машины, что соответствует 44,5 млн экземпляров [28].

Протяженность дорог в 2018г составила 1млн.529,4 тыс. км. В 2000-м году, данный показатель составлял 584,4 тыс. км. [данные приводит аналитическое агентство «Росстат»] [11].

Связь некоторых населенных пунктов по-прежнему осуществляется через соседние районные центры, что приводит к перепробегу и перегрузке дорог, резкому уплотнению автомобильного потока у региональных центров, перерасходу топлива, увеличению стоимости перевозок, ухудшению экологии. На дорогах общего пользования эксплуатируется более 42 тысяч мостов и путепроводов общей протяженностью 1650 км., свыше 8 тысяч железнодорожных переездов и 130 паромных переправ. Из общего количества мостов 5% находятся в аварийном состоянии, по ним в ближайшее время может быть прекращен пропуск автотранспорта, 40% требуют реконструкции или капитального ремонта, еще 40% - планово-предупредительных работ.

В США количество легковых автомобилей составляет 253 млн, это примерно 797 автомобилей на 1000 человек. Общая протяженность автомобильных дорог составляет 6,73млн км. В Канаде количество легковых автомобилей составляет 23,7 млн., что составляет 618 автомобилей на 1000 человек. Общая протяженность автомобильных дорог составляет 1,04млн км [120].

Несмотря на то, что Соединенные Штаты Америки являются одними из лидеров по протяженности автомобильных дорог и количеству автомобилей на душу населения, страна занимает лидирующие позиции по развитию использованию самолетов малой авиации. В США на 100 тысяч человек приходится 76,3 единицы летательных аппаратов малой авиации (всего в стране насчитывается примерно 255 тысяч летательных аппаратов). Российская Федерация существенно отстает в эти показателях, всего в стране насчитывается не более 4 тыс. единиц техники.

Для того, чтобы компенсировать отставание в протяженности дорожно-транспортной сети, необходимо развивать малую авиацию и новые виды транспорта, например, беспилотные пассажирские мультикоптеры и аэромобили. Сегодня, зарубежные компании, например, как «Airbus» и китайская «Ehung», и отечественная- «Бартини аэро» активно занимаются разработкой программ воздушного такси и воздушных аппаратов для различных городских служб. Освоение воздушного пространства новыми летательными аппаратами дает большое преимущество, так как не зависит от качества и протяженности дорожно-транспортной сети, обеспечивая достаточно большую дальность полета (около 200-500 километров). Для использования такого вида транспорта требуется только обеспечить места для взлета и посадки.

Прием заявок на конкурс по созданию летающего автомобиля ФПИ (фонд перспективных исследований) объявил еще в 2017 году. Первый летающий автомобиль в России разрабатывается в Новосибирске. РИА Новости передает сообщение Фонда перспективных исследований: «Специалистам предстоит создать демонстратор транспортного беспилотного летательного аппарата сверхкороткого взлета и посадки с гибридной силовой установкой» [12].

Предполагается, что для нового вида транспорта будут разработаны взлетно-посадочные блоки (ВПБ) для взлета и посадки в городе. Учитывая, что аэромобили будут массово использоваться для передвижения, это существенно повлияет на архитектурный облик и планировку зданий, на которых будут располагаться ВПБ. Создание нового типа зданий со взлетно-посадочным блоком, который будет отвечать новым требованиям нового вида транспорта для обеспечения безопасности, высокой пропускной способности- станет новой задачей для архитекторов. Новые здания будут иметь отдаленное сходство с вертолетоносцами.

Развитие транспортных связей на такой большой территории как Российская Федерация должна быть одним из ключевых факторов эффективного развития страны.

1.3 Кризис дорожно-транспортной сети в мире

Протяженность дорог в мире.

	Страны	Общая протяженность дорог(км)	Общая протяженность скоростных магистралей (км)
1	Америка	6 733 024	108 394
2	Индия	5 603 293	1 581
3	Китай	4 859 500	142 500
4	Бразилия	1 751 868	11000
5	Россия	1 507 750	2050

Информация сформирована из данных официальных статистических органов соответствующих стран на 2018г [51].

Согласно исследованию, аналитического агентства «Автостат -Инфо» на 1 января 2020года количества автомобилей в Москве числилось 3 808 384 легковые автомобили, а протяженность дорог составила 3600 км, при этом, это в 2 раза меньше, чем в крупных мегаполисах мира [51]. Кроме того, по данным Центра организации дорожного движения (ЦОДД), ежедневно из области в город въезжают и из города выезжают около 600 тыс. автомобилей [51]. В столице водители проводят в пробках 57 часов в год [86].

На заседании Общественной палаты г. Москвы была представлена новая программа по развитию столицы «Город, удобный для жизни», рассчитанная на 5 лет. Приоритетным направлением «Мобильный город» - стало развитие дорожно-транспортной системы. Дефицит дорог накануне начала реализации программы «Город, удобный для жизни» составил - 350-400 километров [51]. Учитывая новое жилищное строительство и необходимую для него протяжённость транспортных коммуникаций, в течение ближайших 30-35 лет этот дефицит практически непреодолим [72].

Средняя скорость движения в Москве составляет 20 км/ч, что меньше, чем в зарубежных европейских столицах (28-30 км/ч), а также в США, Канаде и Австралии (35-40 км/ч) [67].

Чтобы справиться с огромным количеством машин приходится расширять дороги, строить новые, сокращая зеленые и общественные территории города, строить развязки стоимостью в миллиарды рублей (например, стоимость автомобильной развязки на Ярославском шоссе в Москве составила 7,696 млрд. рублей.), сокращаются площади природных парков [67].

Возможным решением сложившейся ситуации может стать включение воздушного пространства транспортную систему города. Этому свидетельствует все возрастающий интерес со стороны администраций крупных городов, и бизнеса в использовании городского и пригородного воздушного транспорта. Нарастают исследования в области беспилотных летательных аппаратов [48].

1.4 Влияние развития транспортной системы на расселение людей

Фактор расселения, как правило, связан с развитием транспортной инфраструктуры. Первоначально ведется освоение новых земельных территорий, сырьевых ресурсов, и так далее. Следующий шаг — развитие инфраструктуры: городов, поселков, сел [50].

Современные тенденции расселения невозможно рассматривать в отрыве от общей социальной и экономической ситуации в обществе. Процесс индустриализации страны означает увеличение промышленного производства. Развитие промышленности и ее концентрация в крупных городах способствуют миграции большого числа сельских жителей в города в поисках более высокооплачиваемой работы. Последующее изменение характера промышленного развития и урбанизации влияют на развитие транспортной системы. С ростом численности горожан усиливается потребность в расширении сферы торговли и услуг и это, в свою очередь, приводит к наращиванию транспортной составляющей, как пассажирского, так и грузового транспорта [50].

Рассматривая современное положение городов, отметим, что они в качестве центров человеческой деятельности являются средоточием многих функций общества. Например, Екатеринбург относится к крупнейшим (свыше 500 тысяч человек населения) многофункциональным городам, где наряду с развитием промышленности, транспорта и других сфер, существует и высокий уровень насы-

ценности управленческих, культурных и бытовых функций, в том числе и внегородского значения.

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 [48].

В городах создаётся комфортная среда, которая позволяет обеспечить доступность различных услуг в пределах одного или нескольких районов. Увеличение скорости движения общественного транспорта и высокая эффективность транспортных коммуникаций в городах позволили людям расселяться дальше от мест приложения труда. Современные скоростные автомагистрали позволяют проживать в загородных домах за несколько десятков километров от места работы. Однако, существует и негативная сторона этого процесс в виде «маятниковой миграции» между местом проживания и местом приложения труда. Это часто приводит к заторам в утренние и вечерние часы [47]. Появление воздушного транспорта снизит этот негативный эффект, за счет высокой скорости и трёхмерности воздушного пространства, что позволит раздвинуть границы расселения людей вокруг городов. Возможно, это повлечет за собой возникновение новых жилых образований рядом с крупными городами в разных регионах страны [50].

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

В период с 1990 - 2020 г.г. появилось множество идей и разработок перспективных видов городского транспорта, призванных оптимизировать и улучшить транспортную ситуацию в мегаполисах. Среди предложенных концепций можно выделить как наземные, так и воздушные виды транспорта [20].

Чтобы определить наиболее перспективный вид транспорта для дальнейшего исследования был проведен комплексный анализ. (Рисунок 2).

Чтобы определить наиболее перспективный вид транспорта для дальнейшего исследования был проведен комплексный анализ.

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 (вертолет), несущие винты которого осуществляют вращение диагонально в противоположных направлениях. 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 подвешенного транспорта и монорельса или дорожки для беспилотных капсул).

Для определения совместимости перспективного транспорта с городской средой были представлены основные объекты транспортной инфраструктуры, сгруппированные в четыре группы:

- Инфраструктура для воздушных транспортных средств (взлетно-посадочные полосы);
- Инфраструктура для транспортных средств с вертикальным взлетом и посадкой (взлетно-посадочные блоки, вертолетные площадки);
- Дорожно-транспортная инфраструктура;
- Специальные эстакады, дорожки и мачты.

Данная схема позволяет наглядно увидеть, какой тип транспорта может использовать соответствующие сооружения и оборудование и какой будет наиболее эффективен в решении проблем дорожно-транспортной сети (Рисунок 2).

В первую группу гибридного транспорта входят проекты машин, совмещающие в себе функции автомобиля и воздушного транспорта — так называемые летающие машины или аэромобили. Такое решение обусловлено тем, что автомобильные дороги расположены в одной плоскости и их лимит загруженности довольно быстро исчерпывается, что ведет к строительству новых дорог, развязок, тоннелей и еще большему усложнению, и удорожанию дорожно-транспортной сети. Гибридный транспорт позволит преодолевать большие расстояния по воздуху непосредственно к месту назначения, что позволит разгрузить дорожно-транспортную сеть. На данный момент существует три варианта развития аэромобилия: гибрид автомобиля и самолета, гибрид автомобиля и вертолета (конвертоплан), гибрид автомобиля и автожира. (винтокрылый **летательный аппарат**, использующий для создания подъемной силы свободновращающийся в режиме авторотации несущий винт. Другие названия **автожира** — гироплан).

Прототип аэромобилия самолетного типа для воздушного транспорта позволяет использовать взлетно-посадочные полосы для малой авиации. Однако, он не имеет возможности использовать вертолетные площадки из-за отсутствия системы вертикального взлета и посадки. Минусом такой концепции является использование посадочных полос для вертолетов и частных самолетов, которые занимают слишком много драгоценной площади в городе. Данные виды транспорта как правило используют двигатели внутреннего сгорания, и для управления требуют лицензию пилота.

Аэромобиль вертолетного типа (конвертоплан) может использовать любые объекты инфраструктуры для посадки воздушного транспорта, в том числе и вертолетные площадки на крышах, что обеспечивает ему быстрый доступ практически к любой точки города. К этой группе можно отнести любые объекты инфраструктуры для посадки воздушного транспорта, в том числе и вертолетные площадки на крышах, что обеспечивает ему быстрый доступ практически к любой точки города.

Аэромобили, выполненные по принципу автожира, по своим возможностям практически идентичны по характеристикам аэромобилям самолетного типа. За

счет механизма складывания крыльев или лопастей и габаритов обычного автомобиля, аэромобиль способен передвигаться по любым дорогам и использовать существующие парковки. Данный вид транспорта обладает большим потенциалом за счет возможности передвижения по дорогам общего пользования и возможности преодолевать большие расстояния по воздуху в короткий срок.

Во второй группе перспективного транспорта находятся *легкие мультикоптеры*. Первый летательный аппарат подобного типа был создан еще в 1922г. русско-американским авиаконструктором Георгием Александровичем Ботезатом [62] (Рисунок 3). Мультикоптеры с электродвигателями различных конструкций начали активно развиваться в 2011-2016 г. г. Появление прототипов летательных аппаратов, таких как китайский Еханг (EHang) и Немецкий Волокоптер (Volocopter) показало их высокий потенциал как городского и пригородного воздушного транспорта [112; 129]. Данный вид транспорта обладает рядом преимуществ перед вертолетом за счет меньших габаритов, простотой конструкции и механизмов, легкостью в управлении. Малые габариты и высокая устойчивость позволяют использовать посадочные площадки меньшего размера, что экономит драгоценные квадратные метры в городе, особенно если речь идет о крышах зданий. Современные системы стабилизации и автопилота существенно облегчают пилотирование мультикоптера. Новый вид транспорта планируют выпускать как пилотируемый, так и в беспилотном исполнении.

К третьей группе относится *вертолетный пассажирский транспорт*, который начали использовать для междугороднего сообщения примерно с 1955 года. В Великобритании был разработан масштабный проект по внедрению вертолетного транспорта в городскую ткань города, внедрение нового транспорта началось с большим энтузиазмом, но вертолет не стал популярен из-за недостаточно высоких технологий вертолетостроения, высокого уровня шума и дороговизны обслуживания. [108]. Сейчас вертолетный транспорт снова набирает популярность, как воздушное такси или частный транспорт для наиболее быстрого способа добираться из пригородов в крупные города. Такая практика существует за рубежом, где частный воздушный транспорт хорошо развит [42]. Вертолеты исполь-

зуют инфраструктуру вертолетных площадок, как в уровне земли, так и на крышах зданий – при наличии специального оборудования, а также взлетно-посадочные полосы – при условии наличия колесного шасси. Однако, вертолеты, по-прежнему, имеют ряд ограничений по использованию его в городе, так как не все вертолетные площадки пригодны для посадки из-за отсутствия штатного метеорологического и навигационного оборудования. Высокий уровень шума, дороговизна производства, высокая стоимость обслуживания, а также сложность в управлении вертолетом, из-за стоимости билета - не дают этому транспорту стать массовым и приблизиться к общественному транспорту».

В четвертую группу входят *электромобили*, как частного наземного транспорта. Одной из задач, поставленных перед разработчиками -это снижение выбросов вредных веществ при помощи перехода на альтернативные источники питания. Беспилотные автомобили позволят улучшить дорожный трафик, что позволит снизить количество заторов и ДТП, которые происходят в результате человеческого фактора. Также стоит отметить, что увеличение электромобилей на дорогах не прекратят наращивание строительства улично-дорожной сети и это будет дальше приводить к сокращению площади зеленых территорий, поскольку УДС имеет плоскостное развитие. (Рисунок 4).

В пятую группу вошел *перспективный общественный транспорт*, который должен снизить пассажиропоток на существующем общественном транспорте. Одной из разработок является беспилотные капсулы, которые передвигаются по специально оборудованным эстакадам и дорожкам от станции к станции [39]. Другой проект предлагает систему подвешеного транспорта с капсулами на 4-8 мест, использующую специальные опоры, между которыми протянут трос или рельс [66]. К недостатку можно отнести строительство протяженной дорогостоящей инфраструктуры. Создание маршрутов через исторический центр города может оказаться невозможным, так как это нарушит сложившуюся историческую среду.

Данные группы транспорта имеют большой потенциал интеграции в уже сложившуюся структуру городского и пригородного общественного транспорта.

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 аэротакси [102], 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.

Сегодня можно выделить ряд транспортных средств, которые претендуют стать хорошим решением проблем, сложившихся в крупных городах. Данные виды транспортных средств можно разделить на несколько групп:

1) *Группа гибридных транспортных средств*, сочетающих в себе свойства различных аппаратов, например, автомобиля, самолета или вертолета. К этой группе можно отнести Terrafugia transition, aeromobile, TF-X. (Рисунок 5). Данные виды транспорта как правило используют двигатели внутреннего сгорания, и для управления требуют лицензию пилота.

Основанная в 2006 году в Массачусетском Технологическом Университете компания Terrafugia Transition («Переход») создала летающий автомобиль со складными крыльями. Terrafugia TF-X разработала проект летающего автомобиля.

По проекту Transition должен двигаться по проезжей части в соответствии со скоростным режимом установленными правилами дорожного движения, а в воздухе разгоняться до скорости, свойственной самолётам авиации общего назначения, около 200 км/ч, что может увеличить скорость перемещения людей между городами. Габариты Terrafugia позволяют размещать аппарат в гараже. (Рисунок 6) [48]. Проект разрабатывался с 2006 года компанией Terrafugia, первый полет совершил 5 марта 2009 года. Способен ехать со скоростью до 105 км/час по шоссе и лететь с максимальной скоростью 185 км/час. Расход топлива при крейсерской скорости в 170 км/ч — 19 л/ч. Запас топлива на 780 км полёта.

Длина автомобиля — 5,7 метра, высота — 2,1 метра, ширина со сложенными крыльями — 2 метра. Вес - 570 кг. Размах крыльев — 8,4 метра. Автомобиль пока продолжает проходить различные испытания. Данный аппарат для взлета и посадки может использовать небольшие аэродромы. Из-за отсутствия возможности вертикального взлета и посадки использование летающей машины в городе ограничено, ввиду невозможности приземлиться или взлететь с крыши здания [126]. По задумке разработчиков, владельцы данного транспорта могут проживать в небольших поселках или городках в радиусе нескольких сотен километров от крупного города. В данных населенных пунктах предполагается наличие взлетно-посадочной полосы. Жители населенного пункта смогут совершать перелет до окраин города, где расположены перехватывающие аэродромы, далее автомобилисты добираться до пункта назначения, используя дорожно-транспортную сеть. Данная идея позволяет людям проживать вдали от крупных мегаполисов, однако после посадки в городе, летающий автомобиль становится участником дорожного движения и возможное время, проведенное в заторах в часы пик, сводит к минимуму быстрый перелет.

Также стоит отметить словацкий проект Aeromobile. (Рисунок 7).

Новая же разработка от американской Terrafugia продолжает данную тенденцию, вот только Terrafugia TF-X – это гибридное транспортное средство, имеет габариты легкового автомобиля. Термин «гибрид» в случае с Terrafugia TF-X имеет сразу два значения. Согласно первому из них, TF-X совмещает в себе автомобиль и самолет, а согласно второму – два типа моторов: двигатель внутреннего сгорания и электродвигатель. Благодаря двум поворотным электродвигателям, Terrafugia TF-X сможет взлетать и приземляться вертикально, благодаря маршевому двигателю в задней части аппарата – двигаться уже непосредственно на высоте. Общая мощность двигателей Terrafugia TF-X составит 500 лошадиных сил, а максимальная скорость в воздухе – 322 километра в час. Дальность полета при полной заправке бака топливом и аккумуляторов энергией ожидается около 800 километров. Огромным преимуществом будущего Terrafugia TF-X, по сравнению с уже существующим самолетом-автомобилем Transition, заключается в том, что

ему не нужна будет взлетно-посадочная полоса, достаточно посадочной площадки диаметром 11 метров [70]. Концепция TF-X позволяет также проживать в отдаленных поселениях. Преимущество нового концепта в том, что посадочные площадки могут быть разбросаны по всему городу. Точками для посадки могут стать наземные площадки вдоль крупных автомагистралей, посадочные площадки на крышах деловых центров, гостиниц, на транспортно-пересадочных узлах. Также предполагаются варианты летающего автомобиля для карет скорой помощи, полицейских машин, а также для службы спасения. Использование конвертоплана-автомобиля для скорой помощи и службы спасения увеличивают шансы на спасения человека и своевременного оказания медицинской помощи.

Поскольку маршрут из пункта «А» в пункт «Б» не затрагивает дорожно-транспортную сеть, это позволит частично разгрузить дорожную ситуацию избежать заторов на дорогах общего пользования. К минусам данного аппарата следует отнести сложность конструкции ввиду наличия нескольких моторов и поворотных механизмов двигателей, а также высокую стоимость, около 300 тысяч долларов [56].

Национальная аэрокосмическая лаборатория Нидерландов и Университет Делфта создали свой прототип летающей машины PAL-V. (Рисунок 8). Опытный образец прошел полный цикл испытаний в 2009 году, в 2012 году PAL-V прошел лётные испытания. По словам разработчиков, PAL-V отвечает требованиям по безопасности всех крупнейших стран и как наземное, и как воздушное транспортное средство. Двухместный летающий автомобиль получил кабину, построенную по тандемной схеме (когда места пилота и пассажира находятся друг за другом), и два винта, разгонный и несущий, это позволяет летательному аппарату не использовать крылья, как у самолёта. По аналогичной схеме строятся и автожиры. Также, PAL-V может использоваться не только как воздушный транспорт, но и как трицикл. Объём двигателя мощностью 218 л. с. даёт ускорение до 100 км/ч не менее чем за 8 с, а сложенный вдоль кузова несущий винт не влияет на аэродинамику. Максимальная скорость автожира, как на земле, так и в воздухе составляет 180 км/ч. Правда, в полете существенно возрастает расход топлива, но падает запас

хода. При собственной массе в 680 кг PAL-V может нести на себе до двух пассажиров. Дальность полета в зависимости от веса пассажиров и груза в диапазоне от 350 до 500 км, расход топлива в воздухе составляет — от 20 до 30 литров на 100 километров. Расход на 100 км по трассе — 8,3 литра, объем топливного бака — 100 литров. Это позволяет проехать на одной заправке 1200 км. В качестве топлива используется бензин, возможно также применение биодизеля или биоэтанола. Длина автомобиля в наземном режиме составила 4 м, ширина 1,6 м и высота 1,6 м. Для взлета и посадки автожир может использовать как взлетно-посадочные полосы, так и обычные шоссе-ные дороги и даже поле [123].

При этом для взлета PAL-V достаточно отрезка дороги длиной не более 165 метров и скорости в 50 км/ч. Превращение автомобиля в самолет происходит в течение пяти минут. Автомобиль останавливается, и двигатель выключается. Из корпуса автомобиля вытягивается хвост со стабилизаторами. Затем раскладываются лопасти винта, которые в нерабочем состоянии сложены на крыше. При повторном запуске мотора он автоматически выталкивает разгонный винт. Оба винта приводятся в движение одновременно. PAL-V в случае отказа двигателя может приземлиться на авторотации (самовращение несущего винта за счет набегающего потока) [57].

2) *Беспилотные и пилотируемые мультикоптеры*, как частные, так и пассажирские. На CES 2016 в Лас-Вегасе китайский производитель беспилотных летательных аппаратов Ehang представил первый в мире пассажирский мультикоптер. Новый беспилотный аппарат получил название EHang 184 и, по словам его создателей, способен поднимать на своем борту человека и груз массой до 100 кг, максимальная скорость аппарата составляет 180 км/ч, а запас хода на одной зарядке составит 16 километров. (Рисунок 9). Пятого февраля 2018 года состоялись первые успешные летные испытания одноместного и двухместного аппаратов, что говорит, о возможно скором появлении нового городского средства передвижения в небе над крупными городами. Впервые сеть воздушного такси планируют организовать в Объединённых Арабских Эмиратах в ближайшие пять лет.

Подразделение A3 компании Airbus разрабатывает воздушное такси Vahana. (Рисунок 10).

Первый испытательный полет состоялся 31 января 2017 года на аэродроме в Пендлтоне (штат Орегон), прототип Vahana длиной 6,2 метра и шириной 5,7 метра совершил вертикальный взлет на высоту пяти метров, после чего завис в воздухе на минуту и плавно приземлился. На следующий день Vahana выполнил повторный взлёт [128].

Разработка аэротакси Vahana началась в феврале 2016 года. Летательный аппарат с вертикальными взлетом и посадкой выполнен по схеме конвертоплана с передним и задним поворачивающимися крыльями. На консолях каждого крыла размещено по четыре электромотора пропеллерами. Предполагается, что аппарат будет использоваться для перевозки по заранее заданному маршруту одного пассажира или различных грузов. Аэротакси имеет систему отслеживания препятствий, которая позволит избежать столкновений.

3) *Различные виды автомобиля: такие как электромобиль Tesla, или беспилотный автомобиль Google.* (Рисунок 11), (Рисунок 12).

4) *Группа транспорта, использующая специальную инфраструктуру для своего перемещения. Канатный транспорт, беспилотные капсулы, подвесные дороги, монорельс.*

Еще один тип альтернативного транспорта для передвижения – это канатные или монорельсовые дорожки. Идеология канатного транспорта заключается в переходе от движения по земле на канатные направляющие, что позволит двигаться кабинкам над землей. Транспортные потоки отвязываются от природного и искусственного ландшафта и идут над поверхностью земли. Такой подход представляется, очевидно, интересным для территорий, где применение иных методов доставки пассажиров и грузов ограничено техническими, политическими или иными причинами.

Современные города превратились в зоны сверхвысокой концентрации разнообразных транспортных средств. Создание новых маршрутов практически всегда ограничено существующей застройкой, поэтому в распоряжении властей

остается довольно скудный набор вариантов действий, сводящихся к всевозможным вариантам оптимизации управления потоками, включая различные ограничительные меры.

Канатная дорога в этом случае оказывается дополнительной возможностью убрать лишние транспортные средства с городских улиц. Особое преимущество заключается в относительной дешевизне прокладки пассажирских линий в районах с переменным рельефом через различные препятствия (реки, озера, заповедники, авто - и железные дороги) (Рисунок 13). Одна канатная дорога способна перевозить до двух тысяч пассажиров в час, что оказывает значительное влияние на локальную транспортную ситуацию.

В России примером удобной транспортной артерии может служить Нижегородская пассажирская канатная дорога длиной 3,7 километра. По словам руководителя, профильной инфраструктурной Управляющей Компании «Группа 100» Кузнецова Тимофея Игоревича, именно канатные дороги способны дать дополнительный ресурс увеличения пропускной способности транспортных линий в условиях сверхплотной городской застройки [52].

Примером может служить знаменитая канатная дорога между Манхэттеном и островом Рузвельта. Изначально дорога выполняла функции метрополитена, а в настоящее время служит удобным дополнительным средством передвижения. (Рисунок 14).

Например, проект подвешеного транспорта Community Transitivity Transit. Транспортная система под названием Community Transit призвана заменить собой автобусы и такси.

Предлагая вместо общих купе небольшие кабинки, дизайнер тем самым создает более уединенную обстановку для пассажиров, благодаря чему те смогут лучше подготовиться к рабочему дню, сделав все необходимые звонки, и проверив бумаги. В то же время, в кабинках достаточно пространства, чтобы вместить семью из четырех человек. Навигация осуществляется при помощи встроенных в стены сенсорных панелей: пассажиру нужно указать пункт назначения, и система автоматически выберет оптимальный маршрут. Кроме того, Community Transit

подходит для доставки небольших объемов грузов, например, продуктов в рестораны и товаров в магазины. Преимущество такой формы транспортировки заключается в том, что для нее не требуется нанимать водителя - все, что нужно сделать, это указать необходимый адрес при отправлении. Кроме того, поскольку двери в кабинках соответствуют их высоте и ширине, процесс погрузки и разгрузки составит меньше трудностей, чем в случае с автотранспортом.

Еще одной чертой, предусмотренной создателем Community Transit, является применение разработанной недавно в Массачусетском технологическом институте системы прозрачных фотоэлементов, позволяющих использовать окна как солнечные батареи. Недостатком такой сети транспорта может послужить создание большого количества мачт для движения транспорта по канатам, которые сильно повлияют на визуальное восприятие некоторых исторических ландшафтов и улиц.

Машины с автопилотом - В Великобритании разрабатывается проект **«такси с автопилотом»**, который должен сделать путешествие по городу дешевым, комфортным и экологичным.

Такси без водителя в Лондоне. Проект "OPTI", предложенный Полом Пилисте (Paul Piliste). 55 % газового загрязнения Лондона происходит по вине частных авто и такси. Сколько бы ни говорили о вреде "грязных" машин для мегаполисов, едва ли возможно пересадить всех водителей, консервативных по натуре, на электромобили.

Пол Пилисте (Paul Piliste) предполагает производство серии электромобилей, оснащенных системой "беспилотного" вождения. Это лазерные датчики, определяющие расстояние до ближайших автомобилей и до края дороги, алгоритмы управления, 3G-интернет и система GPS, которая подсказывает роботу-водителю общее направление. Вертикальная ориентация автомобиля упрощает парковку; мотор питается от литий-ионного аккумулятора. За всеми такси одновременно будут следить электронный и «живой» диспетчеры. Самая интересная особенность такого «такси без водителя» - то, что ночные расценки на него не будут превышать дневные. По пустым улицам ночного города ехать куда легче.

Именно поэтому система оплаты таких такси (Пол Пилисте предполагает, что это будут проездные билеты, без учета времени суток, а «роботакси» с удовольствием приедет к вам и в четыре утра, не ворча и не протирая заспанные глаза. Несмотря на перспективы, есть и проблемы. Например, ошибка системы GPS может заставить машину без водителя выйти за пределы проезжей части.

Воздушный транспорт в городе очень заманчивая перспектива, которая набирает огромные обороты. Пока что в качестве летательных аппаратов выступают небольшие вертолеты. Например, в Москве рядом с МКАД стали появляться хелипорты, где базируются винтокрылые машины, уже сейчас они выполняют функции такси. Из хелипорта в Мякинино налажены рейсы в деловой центр Москва-Сити. Также есть рейсы по Московской области, например, время полета до г. Истры составляет всего 15 минут.

Кризис в развитии дорожно-транспортной сети и постоянный прирост наземного транспорта все негативнее сказываются на скорости передвижения в крупных городах. Многокилометровые заторы в "часы пик" не позволяют экстренным службам города вовремя приехать к месту вызова [38]. Также современный подход к ведению среднего и крупного бизнеса требует высокой мобильности управляющих лиц для ведения важных переговоров [32]. Все вышеперечисленные факторы подогревают интересы ученых и инженеров к новым решениям по созданию альтернативных видов транспорта, которые позволят разгрузить сложившуюся ситуацию в мегаполисах.

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 транспорта [50; 55]. 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

Бурное развитие авиации и появление большого количества летательных аппаратов в начале XX века произвело большое впечатление на художников-футуристов того времени. Во Франции в 1900-1910 годах была выпущена серия открыток «Франция в XXI веке», состоявшая из 87 карточек, которые вкладывались в сигаретные и папиросные коробки. В 1900 году немецкая кондитерская фабрика «Гильдебранд» в качестве рекламной акции выпустила серию из 12 открыток «Германия в XXI веке» вкладывавшихся в коробки какао или шоколада. Эти вкладыши послужили отправной точкой в истории футуризма и прогнозов развития технологий будущего [84].

Для подробного анализа футуристических идей 20-го века были рассмотрены наиболее интересные проекты и эскизы того времени.

Идеи полетов в городе продолжали появляться и в середине XX-го века в работах архитекторов и художников-фантастов, таких как Клаус Бургле (Klaus Burple), Артур Бадебо и других. На изображениях и проектах будущего прослеживается активный симбиоз города со всеми видами транспорта, в том числе с воздушным, на котором сделан особый акцент. На одном из изображений Клауса Бургле (Klaus Burple) представлено здание, очень напоминающее современный транспортно-пересадочный узел (ТПУ) (Рисунок 15) [47].

На картине изображен гигантский транспортно-пересадочный узел, основной акцент которого был сделан на крыше этого здания, где расположился самый настоящий «космопорт».

При детальном анализе изображения была создана схема разреза для демонстрации внутреннего устройства здания. В качестве воздушного транспорта для схемы был выбран вертолетный транспорт различных классов, с целью приблизить задумку автора к современным транспортным возможностям.

На разрезе можно увидеть, что здание транспортно-пересадочного узла представляет собой многоуровневый комплекс, в подземной части которого находится железнодорожный вокзал. В уровне земли расположился автовокзал с зала-

ми ожидания и большим количеством магазинов. На втором уровне - торгово-развлекательный комплекс, а также ангары технического обслуживания, из которых воздушные суда попадают на летную палубу при помощи подъемников. На третьем - расположена летная палуба вертодрома, а также надстройка с диспетчерской вышкой, с зонами прилета и вылета пассажиров (Рисунок 16) [84].

Очень важным в футуристических прогнозах следует отметить то, что использование различных видов транспорта сочетает многоярусную транспортную инфраструктуру, которую можно выделить в четыре уровня. Первый уровень – подземный (метро и подземные туннели автострад). Второй – автомобили, трамваи и троллейбусы. Третий – надземный (подвесные железные дороги - прародители монорельсовых дорог), и четвертый – воздушный (различные виды воздушного транспорта). Четырехуровневая транспортная инфраструктура открывает совершенно новые возможности для строительства новых зданий, имеющих транспортную и пешеходную доступность на разных высотах [84].

В 1914 году в России товариществом «Эйнем» был выпущен ряд почтовых карточек. На открытках изображались футуристические сюжеты будущего в характерных видовых точках популярных мест столицы. Авторы открыток удачно совместили интересную графику с подробными комментариями на обратной стороне открыток. Основным акцентом прогноза 1914 года можно назвать известную в наши дни транспортную проблему, которая уже в то время начала давать о себе знать в западных странах. Комментарии и рисунки «Эйнема» превосходили зарубежные аналоги, поскольку они были выполнены на уровне полноценного научно-фантастического прогноза. В исследовании было проанализировано изображение «Центрального вокзала» в Москве (Рисунок 17). На открытке изображен самый настоящий «транспортный бум» Изображены практически все возможные виды транспорта: автомобильный, трамваи, железнодорожный, подвесной и воздушный. Движение наземного городского транспорта и пешеходов пребывает в некотором хаосе, но это можно объяснить тем, что наземный городской транспорт в виде автомобилей и трамваев только зарождался, и еще не сформировалось четкого представления о системе движения пешеходов и транспорта в рамках улич-

но-дорожной сети. Но самым интересным на иллюстрации является само сооружение. Авторы эскиза показали, насколько сильно может повлиять развитие и появление новых видов транспорта на архитектурно-планировочное решение здания. На основе анализа изображения был воссоздан возможный разрез вдоль главной оси, для наиболее наглядной демонстрации взаимодействия планировочного решения сооружения с городским транспортом. Центральный вокзал представляет собой многоярусное сооружение, в структуре которого можно выделить четыре основных уровня: на первом - располагается дебаркадер для поездов и залы ожидания, а также остановки для городского наземного транспорта; на втором - залы ожидания и дебаркадер для подвешенного транспорта; на третьем: небольшой терминал аэропорта; на четвертом - аэродром, с выходами для посадки пассажиров, диспетчерскими и вспомогательными надстройками (Рисунок 18). Данный проект вокзала будущего уникален тем, что задолго предвосхитил нереализованный английский проект вертодрома над вокзалом Чарринг Кросс в рамках проекта по развитию вертолетного транспорта в Лондоне.

Другой захватывающий проект был опубликован в журнале «Popular science», в мартовском номере 1934 года (Рисунок 19). На волне популяризации самолетного транспорта был представлен «монструозный» проект аэродрома в Лондоне над рекой Темзой [65; 106]. К сожалению, идея была представлена в виде небольшой картинки- эскиза здания-аэродрома с кратким описанием, в котором говорится, что самолет — это транспорт будущего, и данный проект расположен рядом с деловым центром Лондона, что позволит людям очень быстро перемещаться между пригородами и соседними городами. На иллюстрации изображено сооружение, которое представляет собой аэродром на восьми опорах (по четыре опоры на каждом берегу реки). В процессе анализа эскиза и его описания был реконструирован поперечный разрез, который наглядно демонстрирует внутреннее устройство футуристического аэродрома. Сооружение довольно высоко приподнято над рекой, чтобы не создавать помех судам. Основная часть сооружения, опирается на восемь опор и состоит из двух палуб, верхней и нижней. На верхней расположен сам аэродром, на котором видна основная взлетно-посадочная поло-

са, рулежные полосы, диспетчерская вышка с пассажирским мини-терминалом и подъемники, которые позволяют опускать самолеты в ангар на временную стоянку и техническое обслуживание. Внутри массивных опор находятся лифтовые узлы, связывающие уровень земли с ангаром и пассажирским терминалом. Остается неизвестным: предполагались ли какие-либо помещения внутри опор. Данный проект любопытен тем, что представляет собой отдаленный прообраз транспортно-пересадочного узла (Рисунок 20).

В 1928 году русский архитектор Георгий Крутиков на защите дипломной работы представил поистине революционный проект «города будущего», концепция которого по сей день остается очень интересной и актуальной, однако фантастической и нереализуемой (Рисунок 21).

Но стоит отнестись серьезно к той части проекта Георгия Крутикова, где он предлагает максимально освободить наземное пространство от частного автомобильного транспорта и перенести его в воздушное пространство в виде одноместных летающих капсул. По задумке, причалами для летающих капсул должны были стать сами здания – жилые здания «нового типа», с которыми воздушный транспорт должен был стыковаться, словно космический корабль. Было разработано несколько типов зданий для города будущего, «жилище гостиничного типа», «жилой дом» и «трудовые коммуны». Крутиков был очень вдохновлен идеями полетов в стратосферу и идеями астронавтики, поэтому внешний облик зданий напоминал нечто среднее между стратостатом и космической станцией. Молодой архитектор разработал даже планировочное решение зданий, из которых видно, что летающие капсулы подсоединялись непосредственно к зданию и человек сразу попадал в помещение через стыковочный шлюз. На одном фрагменте разреза жилого дома видно, что здание имеет внутренний лифтовой узел, который соединяет жилые ячейки здания со стыковочными уровнями, где находятся летающие капсулы. Многими этот проект был воспринят, как «новое слово в науке», другие же отзывались весьма скептически. Газета «Постройка» написала разгромную статью под названием «Советские Жюль Верны», где проект был подвергнут су-

ровой критике, однако диплом и звание художника-архитектора Крутиков все же получил (Рисунок 22).

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 (Рисунок 23). На палубе находится надстройка с диспетчерской вышкой и радиантеннами для навигации самолетов и вертолетов. Под палубой - ангар для хранения и обслуживания летательных аппаратов, а также помещения для обслуживающего персонала, комнаты отдыха, столовые и огромное множество других помещений. Если авианосец называют «городом с аэропортом в океане», то футуристические здания, имеющие миниатюрные аэродромы на крыше можно назвать «городскими авианосцами».

1.7 Влияние реализации воздушного пассажирского транспорта на архитектуру Великобритании и США

Конец XIX и начало XX века ознаменовались для человечества бурным развитием технологий, ростом мегаполисов, началом массовой автомобилизации и появлением нового вида транспорта – авиации.

Новый вид транспорта начал стремительно развиваться и исследоваться. Появились идеи о создании гибрида самолета и автомобиля. Одна из первых идей принадлежала Уильяму Сэмюэлу Хенсону и Джону Стрингфеллоу, которые запатентовали свою идею еще в 1841 году, а в 1917 году. Гибрид самолета с автомобилем был представлен на Панамериканской авиационной выставке [46] (Рисунок 24). Попытки сделать воздушный транспорт общедоступным и контактирующим с городским пространством были безуспешны вплоть до 50-х годов XX века, когда развитие вертолетного транспорта дало новый виток для развития и даже частичной реализации плана по внедрению воздушного городского общественного транспорта в Англии и США.

Вертолетный транспорт в Великобритании стали использовать как пассажирский транспорт для междугороднего сообщения примерно с 1955 года. Проект по его внедрению в городскую ткань города развивался с большим энтузиазмом, но данный вид транспорта не стал популярен из-за недостаточно высоких технологий вертолетостроения, высокого уровня шума и дороговизны обслуживания [113]. Сейчас вертолетный транспорт снова набирает популярность, как воздушное такси и в качестве наиболее быстрого способа добираться из пригородов в крупные города. Такая практика существует за рубежом, где частный воздушный транспорт хорошо развит [42]. Вертолет может доставить пассажиров в определенную точку, на вертолетную площадку на здании или на земле, но из-за своих габаритов и отсутствия возможности передвигаться как автомобиль, необходима пересадка на наземный транспорт для достижения пункта назначения.

Одним из основных направлений вертолетостроения в те годы являлась разработка воздушного пассажирского транспорта, который мог бы в итоге прийти на смену автомобилю. Предлагались самые разные решения: автожиры, сверхлегкие одноместные вертолеты, «роторциклы», летающие платформы и «конструкторы», которые, по заявлению разработчиков, один человек мог собрать за две минуты. В идеале, чтобы полететь на таком «конструкторе» будущему пилоту не требовалось проходить специальную подготовку [45].

В 1951 в Англии приступили к реализации масштабного проекта по использованию вертолетов как пригородного общественного транспорта, который мог бы за считанные минуты доставлять людей в крупные города страны (Рисунок 25). Были даже созданы воздушные коридоры, соединяющие Лондон с Парижем, Брюсселем, Амстердамом; полет занимал примерно 45 минут. Это давало возможность вертолетам быть не просто пригородным транспортом, но и региональным скоростным транспортом и даже охватывать ближайшее зарубежье. В крупных городах, таких как Лондон, были созданы специализированные вертодромы в черте города, которые также служили своеобразными транспортно-пересадочными узлами; предполагались даже вертолетные площадки на крышах крупных вокзалов. К сожалению, несмотря на все преимущества

воздушного транспорта, он оставался довольно сырым в техническом плане и не смог стать популярным среди пассажиров, и с 1961 года проект постепенно свернули. Тому послужило несколько причин. Произошло несколько аварий, одна из которых привела к гибели нескольких человек: вертолет при посадке на крышу здания опрокинулся, и отлетевшая лопасть убила прохожего, идущего по улице (Рисунок 26) [119]. Шум вертолетов, которые приземлялись и взлетали с вертодромов, мешали людям соседних домов. И вертолеты были довольно дорогими в эксплуатации [107]. Сейчас вертолеты в основном используются экстренными службами, администрацией городов и постепенно наращивается использование вертолетов частными лицами, которые предпочитают добираться до города и в аэропорты на вертолете, в обход многокилометровых пробок.

В период 1951-1961 гг. проект по созданию общественного вертолетного транспорта активно субсидировался со стороны Англии и США, несмотря на убытки из-за высокой стоимости обслуживания авиапарка и, как следствие, дороговизны билетов [107]. Активное вложение средств в развитие нового транспорта было направлено не только на улучшение летных характеристик вертолетов и снижение цен на билеты, но и на развитие городской инфраструктуры в виде вертодромов и вертолетных площадок. В ходе исследования были изучены наиболее интересные реализованные и нереализованные проекты вертодромов на крыше и на земле.

Лондонский вертодром (ICAO: EGLW), ранее называвшийся Battersea Heliport и в настоящее время официально известный как NetJets London Heliport по причинам спонсорства является единственным лицензированным вертолетным центром Лондона. (Рисунок 27). Объект, который был построен W. & C. French и открыт 23 апреля 1959 года [110], расположен в Баттерси на южном берегу реки Темзы, в 5,6 км (3,5 мили) к юго-западу от Вестминстерского моста, между мостом Уондсворта и железнодорожным мостом Баттерси, прилегает к территории жилого комплекса Bridges Wharf. Вертодром представляет собой платформу на сваях, имеющую несколько основных функциональных зон: зона взлета и посадки, которая в виде полуострова находится над рекой Темзой, зона стоянки верто-

летов, диспетчерская и маленький терминал с залом ожидания для пассажиров. Интересным фактом является то, что из-за непосредственной близости к жилому комплексу вертолетам выделено всего 5 минут для захода на посадку или взлет (для снижения шумового загрязнения).

В 1952 в рамках того же проекта по реализации вертолетного транспорта в Лондоне был предложен проект большого вертодрома, который должен был располагаться над вокзалом Чарринг Кросс (Рисунок 28) [104]. Данный проект по сути являлся реконструкцией вокзала в транспортно-пересадочный узел, который мог объединить наземные, подземные и воздушные транспортные пути сообщения. Проект представлял собой платформу на опорах высотой 21 метр, которая частично накрывала собой здание вокзала (исходя из сохранившегося эскиза 1952-го года). Платформа диаметром 91,5 метра состояла из двух уровней. На основном верхнем уровне находилась летная палуба, на которой располагался терминал, состоящий из центральной части и двух боковых крыльев. В центральной части находились лифты и входная группа, диспетчерские, ресторан, метеорологическое оборудование и навигационное оборудование. В левом крыле располагалась зона прилета, мастерские, полиция, почта. Правое крыло, аналогично левому, предназначалось для прилета пассажиров. Посадочная палуба окружена по периметру защитной сеткой. Платформа имела два выступа, на которых находились два подъемника для вертолетов. Под посадочной палубой располагались торговые пространства. Ниже уровнем, между опорами, проходила железнодорожная линия для отправляющихся и прибывающих поездов на вокзал Чарринг-Кросс. Под железной дорогой (в перпендикулярном направлении) видна набережная Виктории. Воздушный коридор для вертолетов был проложен над рекой Темзой, и посадка на палубу производилась по направлению полета, т.е. над водным пространством, для обеспечения безопасности, чтобы избежать попадание в жилую застройку терпящего бедствие вертолета. Проект не был реализован.

В качестве хорошего примера здания с вертодромом на крыше представлен в проекте под названием «Sky port one» архитектора Джеймса Дартфорда для стекольной компании «Pillington's Glass Age Development Committee», созданный в

1959 году (Рисунок 29) [122]. 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. Следует отметить особую аэродинамическую форму взлетно-посадочной платформы в виде перевернутых конусов, где разработчики попытались за счет формообразования снизить возможность срыва турбулентных потоков над взлетно-посадочной площадкой. К сожалению проект не был реализован.

В процессе проектирования «Sky port one», была создана экспериментальная трехмерная модель здания для продувки в виртуальной аэродинамической трубе в программе Autodesk «Flow design» (Рисунок 30). Целью эксперимента было выявить характер течения воздушного потока над взлетно-посадочными площадками. 3D модель была сделана в натуральную величину, скорость течения воздушного потока составляла от 3 м/с до 7 м/с. Результатом эксперимента подтвердилось, что над взлетно-посадочными площадками наблюдается стационарный воздушный поток, который обеспечивает безопасные условия.

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 (Рисунок 31) [122]. 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. Эксперимент с трехмерной моделью здания в виртуальной аэродинамической трубе выявил, что форма здания имеет идентичную функцию (Рисунок 32).

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. Разработано общее руководство международной организации гражданской авиации ИКАО 1995 г., где подробно расписан порядок оборудования вертодромов и вертолетных площадок. Существуют «Федеральные правила использования воздушного пространства РФ», утвержденные в 1999 году, и инструкция по полетам над Петербургом. Поэтому каждая специализированная проектная организация и «Ленаэропроект» разрабатывают свои технические требования к таким объектам, исходя из условий эксплуатации.

Также из отрицательных факторов, которое положило отставание в малой авиации до нашего времени – это отсутствие частной авиации. Только после распада СССР стала постепенно развиваться частная авиация. К 2013-му году появились первые частные вертодромы и вертолетные площадки в Подмосковье и около МКАД, также построен один вертодром в Санкт-Петербурге [96]. В начале 2013 года «Аэросоюз» открыл на МКАД первый вертолетный центр, рассчитанный на семь вертолетов. В планах компании входило открыть до 2015 года еще 10

вертолетных площадок. Научно-исследовательский и проектный институт городского транспорта (Мосгортранс НИИпроект), подведомственный столичному департаменту транспорта, разрабатывает перспективную схему размещения вертолетных площадок в Москве. В настоящее время по городу насчитывается около двухсот вертолетных площадок, но в основном это маленькие участки земли, где может приземлиться один вертолет. Определены два коридора по руслу Москвы-реки для коммерческих вертолетных перевозок, а также 84 места, где можно построить вертолетные площадки. Сейчас частным лицам разрешено летать вдоль Московской кольцевой автодороги и по Московской области. Для того, чтобы совершить запланированный полет, необходимо уведомить органы управления воздушным движением о времени и маршруте полета. Воздушное такси обслуживает вертолетные площадки, такие как: «Heliport Мякинино», Красногорск, аэропорт Шереметьево, п. Барвиха, Люберцы, Домодедово (Рисунок 33).

В Москве в 2002 году была разработана подробная «Концепция развития воздушно-транспортной системы города Москвы до 2005 года», в которой вертолетный транспорт признан важной отраслью народного хозяйства [5]. Сказано, что «в условиях плотной городской застройки вертолеты имеют преимущество перед другими средствами в проведении ряда специальных, в первую очередь строительно-монтажных работ, а также в качестве транспортного средства для доставки пассажиров и грузов». А главное, создан специальный координационный авиационный центр при Правительстве Москвы, который регулирует все вопросы, связанные с деловой авиацией и полетами в городе, дает рекомендации, проводит сертификацию вертолетных площадок и т. д.

1.9 Экономические аспекты городского транспорта

Транспорт – одна из важнейших отраслей хозяйства, выполняющая функцию своеобразной кровеносной системы в сложном организме страны. Транспорт не только обеспечивает потребности хозяйства и населения в коммуникативных связях, образуя «каркас» территории и является крупнейшей составной частью инфраструктуры, служит материально-технической базой формирования и развития территориального разделения труда, оказывает существенное влияние на ди-

намичность и эффективность социально-экономического развития отдельных регионов и страны в целом.

В учебном пособии И. Н. Ильиной подробно описана экономика городского хозяйства и ее состав. Городской транспортный комплекс можно разделить на два уровня: различные транспортные средства и инфраструктура транспорта. Транспортные средства предназначены для осуществления различных перевозок: пассажиров, грузов и транспортного оборудования. В транспортную инфраструктуру входят улично-дорожная сеть (УДС), объекты для хранения и обслуживания транспортных средств, объекты по обработке грузов, объекты обслуживания пассажиров, а также линии и объекты внеуличного транспорта. Появление перспективного воздушного транспорта будет принимать непосредственное участие в экономике городского хозяйства, который будет осуществлять оперативные перевозки пассажиров, грузов и различного оборудования [44].

К транспортной инфраструктуре города относятся внешние виды транспорта: Морской и речной, воздушный, железнодорожный, автомобильный. В перспективе ПВТ также станет новой единицей транспортной инфраструктуры. В область экономики городского хозяйства входят пригородный и внутригородской транспорт, к которому относится уличный и внеуличный, специальный, грузовой и пассажирской транспорт.

К пассажирскому транспорту можно отнести: водный (речной и морской); рельсовый надземный (на эстакадах); рельсовый подземный; монорельсовый надземный; дорожный электрический (троллейбус); Электрический рельсовый уличный и внеуличный (трамвай); Автомобильный (личные автомобили, автобусы). ПВТ также можно отнести как городской воздушный транспорт (Аэротакси) [44].

Внутригородской транспорт делится по скоростному режиму, пассажиропместимости, весу, юридической принадлежности, по организации движения. Система дорожно-транспортной сети формируется из планировки транспортной инфраструктуры города, которая включает УДС. К этому также добавится инфра-

структура, сопутствующая ПВТ, в виде воздушных коридоров и взлетно-посадочных площадок на разных высотах города [30].

«Проблемы городского транспорта актуальны с учетом роли транспортной отрасли в экономике города. Состояние, уровень развития и появления нового транспорта напрямую влияют на экономические показатели города: валовой региональный продукт, динамику и уровень цен, доходы бюджета, уровень занятости населения и другие показатели» [44].

ПВТ позволит дополнить и поддержать существующую транспортную систему города. Это позволит оптимизировать обеспечение транспортными услугами население, предприятия и различные организации города, что является сложной задачей для городского хозяйства. Для эффективного выполнения задач по обеспечению пассажиропотока, к транспорту предъявляются определённые требования. Для развития ПВТ в городе потребуются аналогичные требования, как и к традиционной транспортной сети. Для достижения этих требований следует поставить определенные цели: Удовлетворение потребности населения в услугах скоростного транспорта; Обеспечение безопасности полётов, описанных в параграфе 1.1; Уменьшение временных затрат на передвижение по городу и его пригородам; Повышение комфортности услуг ПВТ; Создание новых рабочих мест за счет появления нового вида транспорта; Создание конкуренции на рынке городских авиаперевозок, для повышения качества оказываемых услуг населению и городу [44].

В качестве примера, транспортная проблема города Москвы стала ключевой для городского хозяйства, в том числе и для дальнейшего развития мегаполиса. И. Н. Ильина приводит статистику за девятнадцать лет: «1990 по 2009 г. увеличилось в 3,75 раза и достигло почти 4 млн единиц. В «часы пик» их количество на городских дорогах превышает 500 тысяч» [44]. Такой рост автомобилизации оказался значительно выше увеличения сети УДС, что привело к многочасовым заторам и большим финансовым потерям. Администрация города Москвы с назначением Сергея Семёновича Собянина мэром города, делает особый акцент на развитии сети УДС и наращивание услуг и технического оснащения общественного транс-

порта. Это принесло положительные результаты по разгрузке дорожной ситуации в городе, однако, развитие наземного транспорта имеет свои пределы в виду ограниченности пространства, что делает целесообразным внедрение воздушного транспорта, который не использует инфраструктуру УДС [44].

Развитие нового вида перспективного воздушного транспорта как части общественного транспорта позволит уменьшить время поездки пассажиров, особенно в мегаполисах, что позволит привлекать людей на рабочие места из более отдаленных населенных пунктов. Этот фактор позволит увеличить экономические темпы развития города.

1.10 Экологические проблемы крупных городов на примере Москвы

Москва — один из крупнейших мегаполисов в мире, его развитие сопровождается рядом экологических проблем. По данным департамента природопользования и охраны окружающей среды города Москвы выявлены основные факторы, негативно влияющие на экологию города:

- 1) Интенсивный рост автомобильного парка и загрязнение воздуха выбросами автотранспортных средств.
- 2) Дефицит полезных площадей для развития озелененных территорий.
- 3) Неблагоприятный шумовой режим.

1.10.1 Загрязнение воздуха автомобильным транспортом

Вторая половина XX-го века характерна интенсивным ростом автомобилизации, что значительно повлияло на загрязнение воздуха особенно. Наибольший ущерб экологии нанесён в крупных городах и промышленных районах. В XXI веке экологическая обстановка близка к критической. По данным аналитического агентства Автостат: «В 2017 году количество выбросов от автотранспорта достигло почти 14,5 млн т, что на 14% больше, чем в 2012-м. Только за последний год прирост составил около 350 тыс. т, или 2,5%. Такие данные приводятся в Единой межведомственной информационно-статистической системе (ЕМИСС) со ссылкой на сведения Росприроднадзора» [29]. Города за счет плотной застройки и многочисленным закрытым пространствам создает плохо продуваемые территории, где концентрация выхлопных газов достигает очень высоких значений. Это в

свою очередь ведёт к рискам связанных со здоровьем населения. Для решения данной проблемы разрабатываются различные программы, направленные на сведение к минимуму вредных выбросов в окружающую среду в городах. Например, программы по модернизации городского транспортного комплекса, одна из задач которых, сокращение персональных транспортных средств в центре города за счет введения платных парковок и увеличения пешеходных зон, взамен этого наращиваются количество услуг и возможностей общественного транспорта по обеспечению пассажирских перевозок. Также разрабатываются и внедряются транспортные средства на экологически чистых источниках энергии, электромобили, электробусы, автобусы на водородном топливе.

Разработчики городского перспективного воздушного транспорта учитывают современные требования к экологии и все разрабатываемые аппараты оснащаются электрическими двигателями. Следует отметить, инфраструктура принимающая и обслуживающая воздушный транспорт состоит из, плавающих и наземных взлетно-посадочных площадок, а также площадок, расположенных на зданиях. Для перемещения между площадками не требуется строительства дорог, которые также, как и автомобили пагубно влияют на экологию. Автомобильные дороги являются серьезным источником пыли и грязи, которые разлетаются на сотни метров вокруг. По данным аналитического агентства Автостат: «Основным источником загрязнения прибрежных вод являются шины. Продукты их износа составляют почти половину обнаруженных на побережье Тихого океана семи триллионов частиц микропластика, которые попадают туда с поверхности автомобильных дорог вместе с дождевой водой через ливневую канализацию. Эти частицы нередко содержат такие токсичные химические добавки, как антипирены и пластификаторы. Часть микропластика тонет в океане и накапливается на дне, однако самая высокая концентрация частиц зафиксирована в сточных водах и ливневых стоках» [93]. Данные особенности делают перспективный воздушный транспорт, отвечающим основным требованиям по снижению негативного воздействия на экологию. Также загородные магистрали являются довольно протяженными объектами, которые пересекают пути миграции животных, что приво-

дит к ДТП. Современные магистрали имеют специальные надземные или подземные переходы для миграции, но они располагаются на большом расстоянии друг от друга, что ставит под сомнения их эффективность.

Развитие транспортной сети с использованием перспективного воздушного транспорта, поможет разгрузить транспортные магистрали и снизить негативное воздействие на экологию города. Также новый воздушный транспорт сможет заменить использование вертолётов в городе, которые также оказывают негативное влияние на экологию за счет использования двигателей на авиационном топливе, работа которых выбрасывает углерод в атмосферу, стоит отметить, что это не значительный вред экологии в виду отсутствия массового использования вертолётов в городе.

1.10.2 Сокращение зеленых территорий в городе

Озеленение городского пространства является одним из важнейших экологических факторов в жизни города. Парки и лесопарки города очищают атмосферу, снижают шумовое воздействие от автотранспорта, препятствуют образованию неблагоприятного ветрового режима. Также зелёные насаждения города являются хорошими рекреационными зонами, которые оказывают положительный эффект на психоэмоциональное состояние горожан. В СССР новые спальные районы проектировались с учетом лесопарков, парков, скверов, бульваров. К сожалению рост населения города приводит к уплотнению застройки и появлению новых жилых районов, наращиванию УДС, что приводит к сокращению озелененных территорий.

Химический способ удаления снега и льда с дорожных покрытий при помощи хлористых соединений оказывает вредное воздействие на зелёные насаждения, как в результате прямого контакта, так и через почву. Прямой контакт возможен при удалении засоленного снега на обочины и разделительную полосу, где расположены насаждения. Засоление почв происходит в результате просачивания рассола в зоны расположения кустарников [37].

Рост городского населения и уплотнение городской застройки придает особую важность проблеме создания зон экологического комфорта [25]. Появление ПВТ не сможет полностью остановить увеличение города и сокращению зеленых территорий, но сможет не оказывать негативного влияния на зеленые территории города, т.к. не требует использования УДС. В перспективе ПВТ за счет высокой скорости перемещения позволит образовывать жилые образования за пределами города, это позволит снизить рост населения крупных городов.

1.10.3 Неблагоприятный шумовой режим в крупных городах

Снижения шумового воздействия на городскую среду является важной задачей в развитии современного города. Совокупность исходящего шума от строительных работ, автомобильного транспорта, железных дорог, воздушного транспорта не только влияют на комфорт проживания в городе, но и на психоэмоциональное состояние людей. Существуют различные методы защиты от источников шума, которые применяются как за счет различных градостроительных решений и архитектурных приемов с применением звукоизоляционных материалов, так и накладываемых ограничений, и требований к городскому транспорту. Также применяются различные требования к инфраструктуре, обслуживающей транспорт. Например, установка шумозащитных экранов вдоль магистралей, на которых уровень шума превышает допустимые значения. Создание рекреационных зон из зелёных насаждений, которые отделяют жилые территории от автомобильных дорог.

Увеличение уровня шума в городе способствует развитию нервно-психических заболеваний и повышению риска возникновения гипертонии. Звуковые волны очень хорошо отражаются от гладких поверхностей фасадов и распространяются вглубь застройки. Уже сейчас на главных магистралях уровни шумов превышают 90 дБ и имеют тенденцию к усилению ежегодно на 0,5 дБ, что является наибольшей опасностью для окружающей среды в районах оживленных транспортных магистралей и противоречит нормативным гигиеническим требованиям [98]. Воздушный транспорт относится к сильному источнику звуково-

го воздействия. Для сравнения уровень шума рядом с магистралями может достигать 90 дБа [94].

Сложившиеся проблемы толкают разработчиков транспортных средств создавать проекты новых видов транспорта, позволяющие увеличить транспортную мобильность и эффективность в городе, а также решить проблемы экологии. [50; 55]. Создатели перспективного вида воздушного транспорта также работают над задачей по снижению шума от воздушного транспорта. Решение этой проблемы инженеры видят в использовании электродвигателей и работой над формой лопастей, чтобы снизить их аэродинамический шум. Инженеры компании китайской компании Ehang намерены снизить уровень шума до 75 дБа [125].

1.11 Степень влияния посадочного оборудования на архитектурные проектно-планировочные решения

Вертолетные площадки на крышах зданий получили широкое распространение в крупных городах по всему миру, как чрезвычайно эффективный способ добраться из пункта «А» в пункт «Б», особенно в крупных городах, где автомобильные заторы существенно увеличивают время, проведенное в пути. Особенно хорошо вертолётты себя зарекомендовали в области здравоохранения, где зачастую дорога каждая минута для спасения пациента. Вертолетные площадки на крышах зданий за все время своего существования получили определённые стандарты проектирования и безопасности, которые прописаны в нормативном документе [89].

С появлением возможности посадки на вертолётную площадку, расположенную на здании, архитектура зданий претерпела ряд изменений во внешнем облике. Архитекторы, особенно в 50-60 годах прошлого века, под влиянием «вертолётного бума» создавали революционные проекты зданий такие как: «Skyport one» в Лондоне или реализованный проект вертодрома «Port authority» в Нью-Йорке. Однако сложности в эксплуатации вертолётного транспорта и ряд аварий привели к переосмыслению воздушного сообщения в городе, а также в проектировании вертолётных площадок [50; 124]. Сегодня в основном вертолётных пло-

щадок в крупных городах мира располагаются на крышах зданий, вдоль береговой линии водоёмов или на земле [50].

Для проведения анализа влияния вертолётных площадок на внешний облик зданий были рассмотрены реализованные проекты зданий с 1960 г. до наших дней. Для анализа были рассмотрены наиболее характерные примеры зданий, в которых хорошо выявлена степень влияния вертолетной площадки на внешний облик архитектурного объекта. Исследование показало три степени влияния вертолётных площадок на облик здания: **невыраженное, опосредованное, доминантное** (Рисунок 34) [50].

Невыраженная степень влияния вертолётных площадок на здание характеризуется тем, что архитектурный облик здания абсолютно не меняется, независимо, присутствует на нем взлетно-посадочное оборудование или нет. В здании MetLife Building в США вертолётная площадка располагается на платформе, которая приподнята над основным объёмом здания (Рисунок 35) [50]. Также рядом с вертолетной площадкой, которая могла принимать тяжёлые пассажирские вертолёты S-61L/N, располагается надстройка, в которую входит авиадиспетчерская и входная группа с залом ожидания для пассажиров [117]. Другой пример *невыраженности* вертолетной площадки во внешнем облике здания представляет собой главный офис банка Икогамы в Японии. Вертолётная площадка приподнята над основной конструкцией кровли, где располагается инженерное оборудование (Рисунок 36). Главной особенностью здания является то, что инженерное оборудование на кровле накрыто металлическими ламелями, которые приходят в один уровень с вертолетной площадкой, маскируя её наличие на фасаде [50]. Ещё одним примером невыраженности влияния вертолетной площадки на здание можно отнести Федеральное казённое учреждение Национального центра управления в кризисных ситуациях, расположенного в Москве. Вертолетная площадка также, как и на MetLife Building, приподнята над основной частью здания. Рядом с вертолетной площадкой расположена авиадиспетчерская надстройка, окрашенная в красно-белую шашку. Выходы на вертолётную площадку расположены отдельно в виде металлических лестниц (Рисунок 37).

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. Одним из наиболее ярких примеров опосредованного влияния вертолетной площадки на образ здания является здание отеля Бурдж аль Араб в Дубае [50]. Вертолетная площадка была спроектирована молодой двадцатичетырехлетней девушкой-архитектором. Вдохновением для дизайна вертолётной площадки послужил космический корабль «Энтерпрайз» из фильма «Стар Трек» (Рисунок 38) [50; 97]. Помимо своего прямого назначения вертолетная площадка используется как теннисный корт, необычная форма привлекает различные рекламные компании для различных акций и фотосессий.

Другой пример эффектного решения вертолетной площадки — реконструированное здание фабрики «Фиат» в Турине Lingotto Factory (1983-2003) по проекту итальянского архитектора Renzo Piano (Рисунок 39). Здание фабрики имеет прямоугольную в плане форму с внутренними дворами, на крыше здания был организован испытательный трек. Внутренние дворы разделены двумя перемычками с переходами. На одной из таких перемычек расположена вертолетная площадка. Главной особенностью этой вертолетной площадки является то, что она напрямую связана напрямую с конференц-залом, который завязан в единую конструктивную систему с вертолетной площадкой. В результате получилась очень футуристичная конструкция, которая балансирует на выступающей части надстройки фабрики [103; 50].

Доминантное влияние вертолетной площадки предполагает активное влияние на архитектурный замысел здания, когда вертолетная площадка является главным архитектурным элементом во внешнем облике здания [50].

Довольно интересный пример вертолетной площадки, как элемента, дополняющего архитектурный облик здания, спроектирован Чешской архитектурной компанией на крыше здания университетской больницы в городе Кралоуве в Чехии. Сама по себе вертолетная площадка выполнена по той же стандартной конструктивной схеме, что и обычные вертолетные площадки на крышах здания,

имеющие невыраженное влияние на облик здания — круглые в плане и приподнятые над основным телом здания. Однако архитекторы внесли ряд конструктивных изменений, которые принципиально повлияли на характер фасада и визуального восприятия здания. Изменения коснулись формы вертолетной площадки: как правило, она имеет круглую в плане форму, от которой идут лестницы на кровлю здания. Архитекторы увеличили площадь вокруг вертолетной площадки, соединив ее с выходящим на крышу лифтом для транспортировки пациентов, в результате этого план вертолетной площадки стал представлять собой замкнутую ленточную кривую. основание вертолетной площадки выполнен в виде криволинейной поверхности, расширяющейся кверху [50]. Колористическое решение стилобата выполнено в виде цветных горизонтальных полос желтого, оранжевого и красного цвета, что создает интересный контраст на фоне белого фасада больницы. Такое исполнение вертолетной площадки создает интересное завершение фасада здания (Рисунок 40).

Bitexo Financial Tower в Хошимине является одним из главных символов города за счет своего необычного образа, который создает вертолетная площадка в виде консоли длиной почти двадцать метров (Рисунок 41) [50].

Еще одним примером доминантного влияния вертолетной площадки на здание является здание вертодрома в Нью-Йорке «Port authority» который был построен на «Экспо» 1965 года как манифест развития вертолетного транспорта в городах и пригородах. Несмотря на то, что вертолетной площадки никак не видно при наблюдении здания с земли, всё в этом сооружении подчиняется вертодрому, который располагается на плоской крыше [50].

1.12 Основные выводы по первой главе

1) В результате исследования опыта по проектирования вертодромов, и футуристических проектов 20-го века, с использованием данных о развитии альтернативного городского транспорта, выявлен высокий потенциал развития перспективного городского воздушного транспорта, как высокоскоростной транспортной сети, которая сможет взять на себя часть нагрузки городского транспорта, которая изменит архитектурный облик зданий.

2) Футуристические поиски, воплощенные в архитектурных проектах XX века, демонстрируют существенное видоизменение композиции и образа зданий для взаимодействия с перспективными видами воздушного транспорта с вертикальным взлетом и посадкой.

3) 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 зданий, призванных стать доминантой в городской среде, являться центром и точкой притяжения, воздушного и наземного транспорта.

4) Анализ влияния вертолетного транспорта на архитектурные объекты США и Великобритании выявило множество наработок и частично реализованных проектов архитектурных объектов и градостроительных решений по реализации программы внедрения вертолётов, как воздушного транспорта, связывающего города и пригороды. Данный опыт очень полезен для реализации современных программ по аэротакси.

5) Анализ влияния вертолетного транспорта на архитектурные объекты СССР и России выявил серьезное отставание от западных стран в проектировании архитектурных объектов, и градостроительных решений, взаимодействующих с воздушным транспортом. Очевидна необходимость в исследовании по взаимодействию перспективного воздушного транспорта с архитектурными объектами и городскими пространствами.

6) На основе комплексного анализа современных видов альтернативного транспорта, мультикоптеры и аэромобили показали себя как потенциально безопасный воздушный транспорт для взаимодействия с городской архитектурой.

7) Изучение проблем транспортной инфраструктуры, сложившейся в крупнейших городах мира, выявило: отставание в развитии улично- дорожной сети города от темпов роста населения и общей автомобилизации населения. С целью предупреждения кризиса улично-дорожной сети в XX – XXI в.в. были разработаны и предложены различные транспортные системы для разгрузки дорожно-транспортной сети города и его пригородов, наиболее популярным и перспективным считается воздушный вид транспорта. Это создает предпосылки к исследованию влияния воздушного транспорта на архитектурные объекты и городскую среду.

8) Анализ влияния транспортной системы на расселение людей показало, что административные, промышленные и экономические центры являются точкой притяжения социальной активности, появление скоростных видов транспорта, позволяет расширить радиус расселения вокруг подобных центров.

9) Выявлено негативное влияние автомобильного транспорта на экологическую ситуацию мегаполисах, современные программы направлены на уменьшение выбросов вредных веществ в атмосферу за счет вывода авто транспорта за пределы центра города и заменой его на более экологически чистый электротранспорт, для устойчивого развития города. Современные разработки аэротакси предполагают использование только экологически чистых источников энергии.

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

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.

Мировой опыт показывает, что при наличии возможности осуществления полетов над городом, вертолетные перевозки весьма востребованы. Москва отличается существенным отставанием в развитии вертолетной инфраструктуры. Необходимы конкретные шаги по развитию инфраструктуры вертолетных перевозок в городе [50].

В настоящее время вертолетный транспорт стремительно развивается, и объемы перевозок с помощью вертолетов возрастают с каждым годом. Очень вероятно, что вертолеты будут занимать одни из ведущих позиций в системе городского транспорта. У вертолета как транспортного средства есть несколько преимуществ — это высокая скорость передвижения, около 200-300 км/ч, движение независимое от направления дорог, простота устройства и невысокая стоимость при строительстве посадочных площадок. Однако, к недостаткам вертолетов как пассажирского транспорта будущего можно отнести: невысокий показатель провозной способности (500-600 пасс/ч), высокую стоимость билета, достаточно высокий уровень шума (взлет и посадка в городской среде 74-87 дБ) и достаточно высокую зависимость от погодных условий и с размещением площадок [50]. Но перспектива освоить воздушное пространство заставляет инженеров разрабатывать более тихоходные и неприхотливые воздушные суда, которые могут не толь-

ко летать, но и перемещаться по земле как современный легковой автомобиль [50].

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

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 мультикоптеры 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 [50].

Для того что бы выявить и обобщить уровни расположения вертолетных площадок был проведен анализ, который определил, что на сегодняшний день существует три эшелона соприкосновения вертолетного транспорта в городском пространстве (Рисунок 42):

1) Наземное расположение вертолетных площадок и вертодромов. Такие точки контакта, как правило, располагаются на открытых территориях или дворовых пространствах и являются наиболее простыми и экономичными в производстве и эксплуатации. В качестве примера можно привести вертолетные площадки на территориях НИИ Скорой помощи (Институт имени Н. В. Склифосовского) и ДГКБ им. З.А. Башляевой в Москве [73]. Вертолетная площадка на территории НИИ им. Н. В. Склифосовского окружена малоэтажными корпусами (до двух этажей) и зелеными насаждениями. Такое расположение выгодно с точки зрения защищенности от сильных ветров за счет окружения, что может позволять осуществлять взлет в ветреную погоду. Вертолетная площадка на территории ДГКБ им. З.А. Башляевой расположена на открытом пространстве, что облегчает процедуру взлета и захода на посадку, но не защищает от порывов ветра.

Наиболее крупными объектами являются вертодромы — это небольшой аэродром, предназначенный только для вертолетов. На вертодромах обычно есть несколько вертолетных площадок, и вся необходимая инфраструктура для обслуживания вертолетов. Рядом с вертодромом располагается мачты освещения, ангары, заправочная, станция техобслуживания, ветроуказатель, диспетчерская для контроля воздушного пространства. Обычно вертодромы находятся на открытых пространствах в черте города или за городом. Самым крупным вертодромом в Москве является «Heliport Moscow». На территории вертодрома расположено 10 вертолетных площадок, рассчитанные на разные классы вертолетов. Инфраструктура вертодрома состоит из: главного здания с офисами, учебными классами и залом ожидания; ангаров для хранения и обслуживания вертолетов; авиадиспетчерской; заправочной станции [116].

Также широко используются вертодромы на понтонах, пришвартованных к набережным. Наглядным примером такого сооружения является вертолетная площадка на Фрунзенской набережной рядом со зданием Министерства обороны (Рисунок 43). Вертолетные площадки на водоемах организуют в виде пирсов, например, вертодром «Manhattan Downtown Heliport» в Нью-Йорке или «London Heliport» в Лондоне [111]. Преимущества таких вертолетных площадок те же, что и у наземных площадок, дополнительным преимуществом понтонных вертолетных площадок является возможность их транспортировки по воде. В перспективе развития ПВТ наземные взлетно-посадочные площадки на открытых пространствах городской застройки, вдоль шоссе и автомагистралей, около набережных, могут послужить дополнительными точками контакта воздушного пространства с улично-дорожной сетью города.

2) Посадочные площадки на консолях являются довольно эффектными с точки зрения объемно-пространственного и силуэтного восприятия зданий в городской застройке. Также они позволяют принимать вертолеты на оптимальной высоте для посадки независимо от высоты здания. Однако такие площадки очень требовательны к аэродинамическим расчетам и усилению несущих конструкций здания. Самые яркие примеры таких площадок: Bitexo Financial Tower в Хошимине

(Вьетнам) и отель Бурдж аль Араб в Дубае (ОАЭ). Небоскреб в Хошимине является самым высоким офисным зданием -класса «А». Общая высота здания составляет 262,5 метра, вертолетная площадка расположена на высоте 191 метр [105].

Высота отеля Бурдж аль Араб составляет 321 метр. Вертолетная площадка расположена на высоте 212 метров [114].

Основной функцией вертолетных площадок Bitexo Financial Tower и отеля Бурдж аль Араб, является трансфер пассажиров из аэропорта непосредственно в здание. Если рассматривать здания с консольными взлетно-посадочными площадками на разных уровнях фасада, которые будут взаимодействовать с ПВТ, это позволит прибывающим пассажирам попадать напрямую в необходимую функциональную зону здания через индивидуальную входную и вестибюль.

3) Посадочные площадки на крыше считаются традиционным способом посадки на здание, так как в этом случае практически отсутствуют какие-либо помехи для маневрирования вертолета на конечном этапе полета. Вертолетная площадка находится максимально высоко над окружающей застройкой, что облегчает работу пилотам вертолетов. Вертолетные площадки достаточно просты в производстве и эксплуатации, но для них так же, как и для площадок на консоли важна роза ветров, а также попадание вертолетной площадки в зону аэродинамического следа более высокой застройки. Возможность осуществления взлета или посадки вертолета в ветреную погоду зависит от технических характеристик и класса машины. Поэтому при эксплуатации вертолета в городских условиях очень важно наличие метеорологического оборудования на вертолетной площадке. В качестве примеров вертолетной площадки на крыше можно привести детскую больницу НИИ НДХиТ (Научно-исследовательский институт неотложной детской хирургии и травматологии) в Москве. Вертолетная площадка находится на отметке 35 метров, что превышает высоту окружающей застройки. Вертолетная площадка фабрики «Фиат» в Турине располагается примерно на отметке 30 метров. Поскольку вертолетные площадки на крыше — это наиболее распространённый способ приземлиться на здание в условиях плотной городской застройки, в силу

своей простоты и надежности, можно сделать вывод, что с развитием ПВТ этот уровень контакта с воздушным транспортом останется наиболее популярным.

На основе проведенного анализа существующих эшелонов соприкосновения воздушного транспорта можно заключить, что на данный момент используются все возможные уровни контакта с городом:

- 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 могут использоваться те же существующие эшелоны для взлета и посадки.

2.2 Анализ конструктивных особенностей вертолетных площадок

Большое количество вертолетных площадок построено в ряде стран Европы, Китае, Японии и Северной Америке. США — одна из ведущих стран по использованию вертолетных площадок на крышах высоких зданий. Например, в 1965 году на Международной выставке в Нью-Йорке павильон под названием «Port authority» (Рисунок 44). На крыше павильона располагалась вертолетная станция, рассчитанная на эксплуатацию больших пассажирских вертолетов на 24 пассажира. Размер взлетно-посадочной площадки составил 60х60 м. Пассажиры доставлялись на вертолётную площадку пятью лифтами.

Размеры вертолетной площадки зависят от большого количества факторов при ее эксплуатации. Данные объекты могут быть как временными, так и для постоянного использования. Также размеры зависят от назначения площадки, а именно, они могут предназначаться для посадки вертолетов с разной массой от небольших учебных машин и до грузовых аппаратов с большой массой. Кроме того, некоторые площадки предназначены для вертолетов с небольшим разбегом

при взлете. Что касается вертолетных площадок для грузовых вертолетов, то они имеют значительно большие размеры, по сравнению с площадками для посадки пассажирских машин. Для вертолетов разной весовой категории нужно изготавливать посадочные площадки с особыми параметрами. Также существуют специальные площадки для посадки вертолетов медицинской помощи, или для других спецслужб. Необходимо помнить, что кроме размеров самого посадочного полотна стоит учитывать и окрестные объекты, которые должны позволять безопасно заходить на посадку вертолетам разного класса. При оборудовании площадок для взлета и посадки вертолетов можно использовать различные материалы с учетом максимальной массы вертолетов. Как правило вертолетные площадки выполнены из металлического каркаса с негорючим противоскользящим покрытием. Также строительным основанием вертолетной площадки может служить железобетонный каркас здания. Наиболее часто вертолетные площадки в нашей стране и за рубежом имеют размер 20x20 метров для небольших учебных вертолетов и 50x50м для больших транспортных или пассажирских машин. Данные размеры указаны без учета всей территории вертодрома. В последнее время все чаще вертолеты осуществляют приземление на крыши домов в центре больших городов. Для этого также создаются площадки, которые имеют повышенные показатели безопасности. Несмотря на размеры площадки, она должна иметь соответствующую разметку для осуществления точного и безопасного приземления [2]. Для этого в летнее время года разметка наносится белой краской, а зимой – черной, для большей контрастности. Кроме того, границы вертолетной площадки, если она расположена на большой высоте должны оборудоваться габаритными огнями и освещением для ночных полетов. Она может быть обособленной или являться частью вертодрома.

Конструктивные решения вертолетной площадки зависят от ее расположения:

- - на поверхности земли;
- - на специальных конструкциях над уровнем земли;
- - на плавающих платформах;

- - на консолях;
- - на крышах;

Как правило, каждый проект вертолетной площадки оказывается индивидуальным, так как учитываются все, даже самые мелкие особенности расположения и эксплуатации будущего объекта. При проектировании вертолетных площадок одним из важнейших параметров является максимальный вес применяемого вертолета. Существует три категории: легкие – с взлетным весом до 40 кН; средние – от 40 до 120 кН и тяжелые – свыше 120 кН [50; 76].

В зависимости от этих параметров выбираются соответствующие конструкции и размеры взлетно-посадочных площадок.

Для того чтобы представить, как будет устроена зона взлетов и посадок взлетно-посадочного блока для ПВТ, необходимо проанализировать строение и конструктивные особенности существующих вертолетных площадок.

Для анализа конструкций посадочных площадок, которые могут влиять на объемно-пространственное восприятие здания выбраны пять типов вертолетных площадок: на понтонах; приподнятые над землей на специальной конструкции; на крыше; на консоли.

Плавающие вертолетные площадки на воде бывают двух видов: на понтонах и в виде причальных комплексов (Рисунок 45). Вертолетные площадки на понтонах могут быть модульными и соединяться в несколько площадок. Понтоны могут быть металлическими или из пластика. Причальный комплекс — это судно, которое представляет собой однокорпусный понтон стоечного типа с поднятой вертолетной площадкой, вспомогательными помещениями и залом ожидания. Конструкция вертолетной площадки и судна представляет собой единый жесткий металлический каркас. Стоит отметить, что при посадке вертолета, в том числе жесткой, большая часть динамической нагрузки на несущий каркас рассеивается в воде. Это позволяет экономить материал на усилении конструкции [50].

В качестве примера: для анализа конструкции вертолетной площадки, приподнятой над уровнем земли, рассмотрена нестандартная площадка в клинике нейрохирургии города Ахен, Германия (Рисунок 46). Необычный внешний вид

вертолетной площадки обусловлен тем, что она расположена над автобусной остановкой, поэтому вертолетная площадка имеет всего две опоры. В равновесии конструкцию удерживает наклонный крытый переход, связывающий вертолетную площадку с подземным этажом клиники. Конструкция площадки выполнена в виде пространственного металлического каркаса, что обеспечивает достаточную жесткость всей конструкции (Рисунок 47). Основная конструкция хода, соединяющего клинику и вертолетную площадку, выполнена из железобетона. Несмотря на свою легкость, конструкция обеспечивает достаточную жесткость для посадки двух медицинских вертолетов [50].

Несущие конструкции вертолетных площадок на крыше бывают двух типов:

- в виде железобетонного каркаса, который является частью несущего остова здания;
- в виде металлического пространственного каркаса, опирающегося на несущие конструкции здания. Вертолетная площадка на здании главного офиса Йокогамы (Япония) выполнена из металла. Пространственный металлический каркас опирается на несущие конструкции здания. Покрытие вертолетной площадки выполнено бетоном. Площадка оборудована дренажной системой, расположенной по периметру площадки, обеспечивающей своевременное удаление воды. Система имеет небольшой уклон от 1.5 – 2%, для того, чтобы вода стекала к водоотводящим желобам [50; 76].

Здание-вертодром «Port Authority» имеет конструктивную систему в виде металлического каркаса, конструкция вертолетной площадки является плоской крышей вертодрома. Конструктивная схема объекта выполнена в виде четырех металлических опор с жесткими связями, на которые опирается ригель с разгрузочной металлической кольцевой балкой [50].

Вертолетные площадки в виде консолей имеют, как правило, более нестандартные решения, основным конструктивным материалом которых является металл. Вертолетная площадка отеля «Бурдж аль Араб» имеет интересное конструктивное решение. Основание вертолетной площадки выполнено в виде металличе-

ской перекрестной пространственной конструкции, образующей форму перевернутой линзы, которая опирается на вынесенную в виде консоли ферму треугольного сечения, закрепленную в несущем остова здания. Для обеспечения дополнительной жесткости конструкция усилена двумя раскосами в месте крепления основания вертолетной площадки и фермы. Основания раскосов закреплены в несущей конструкции здания (Рисунок 48) [50].

Вертолетная площадка на здании Vitexo в Хошимине имеет вынос консоли 15 метров, что делает ее самой большой консольной вертолетной площадкой на здании (Рисунок 49). Такой вынос обеспечен двумя массивными ригелями в виде двутавров переменного сечения. Средняя часть двутавров опирается на колонны, которые являются частью несущего каркаса здания. Концы двутавров защемлены в несущей конструкции здания. Данная конструктивная схема обеспечивает достаточную жесткость для несущей конструкции консоли. В консольной части двутавров под углом в девяносто градусов крепятся балки переменного сечения с шагом два метра, которые образуют форму вертолетной площадки [50].

Наиболее часто вертолетные площадки имеют размер в 20x20 метров для вертолетов среднего класса. В последнее время все чаще вертолеты осуществляют приземление на крыши домов в центре больших городов. Для этого также создаются площадки, которые имеют повышенные показатели безопасности [2]. Для повышения этих показателей часто используют композитные материалы в несущей конструкции, покрытые огнеупорным покрытием. Покрытие вертолетной площадки выполняется из негорючих материалов, также вокруг вертолетной площадки размещают противопожарное оборудование.

При проектировании рассматриваются два основных аспекта: марки вертолетов и условиях эксплуатации. Чем тяжелее вертолет, тем мощнее должны быть строительные конструкции. При взлете и посадке вертолета кровля испытывает динамические нагрузки, для учета которых по нормам, в расчеты закладывают коэффициент перегрузки 1,5–2,0g [3;50].

Кроме массы, учитывать геометрические размеры борта и расположение шасси. В отличие от колес, лыжи лучше распределяют нагрузку. Геометрические

параметры необходимы для определения размеров площадки и ее формы. Вертолетная площадка может быть любой: прямоугольной, многоугольной, квадратной или круглой. Главное, чтобы рабочая зона площадки равнялась 1,5 диаметрам несущего винта наибольшего габаритного размера вертолета. Для машин компании «Еврокоптер» это 15–20 м, для МИ-8 25–30 м [50].

Оборудование площадки зависит от требований заказчика. Если полеты совершаются только в светлое время суток (не обязательно устанавливать осветительное оборудование, но необходимо метеорологическое оборудование), если днем и ночью, в любую погоду (обязательна установка осветительного и метеорологического оборудования, радио маячков дальнего и ближнего привода). Обязательны средства для эксплуатации вертолетов (емкости для топлива и смазочных материалов, источники электроэнергии, метеорологическая и радиотехническая аппаратура для обеспечения полетов и др.).

По сравнению с наземными вертолетными площадками, на крыше требуется более строгое светообеспечение: между посадочными огнями расстояние не менее 3 м, ограничительными – до 6 м. Вся площадка должна быть равномерно освещена, при этом прожекторы подсветки не должны слепить пилота при выполнении взлетно-посадочных операций, а любые препятствия в зоне площадки и захода на нее освещены и обозначены (Рисунок 50). Конструкция вертолетной площадки на крыше здания, как правило выполняется, из монолитного железобетона (в противопожарном отношении он превосходит металл). Перекрытие должно выдерживать максимально допустимую нагрузку 450 кг/м. Конструкция кровли усиливается бетонным упрочняющим слоем. Очень важно, чтобы покрытие не скользило. Посадочные площадки и рулежные дорожки бетонные или асфальтированные.

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 доста-

точно 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 [50]. 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

Безопасность использования воздушного транспорта в городе можно разделить на две группы:

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

На сегодняшний день воздушное пространство над Москвой, и над другими крупными городами, жестко регламентировано. Пространство над столичным регионом находится под контролем комплекса ПВО города Москвы, который отслеживает передвижение воздушных судов над столицей и в области. Анализ зарубежного опыта использования воздушного пространства над городом показал особенности, ведущие к ограничению его использования.

Воздушный бассейн рядом с городом — это крайне загруженное пространство, пронизанное огромным числом воздушных коридоров, по которым движется большое количество воздушного транспорта разного класса и назначения. Чем ближе к городу, тем плотнее воздушный трафик. Все воздушные коридоры имеют определенные пункты назначения, где исключены пересечения с другими воздушными коридорами. Как правило, территории больших городов являются закрытыми для полетов легкой гражданской авиации по причинам безопасности [54].

Но наряду с этим, применение новых технологий развития легкого воздушного транспорта на сегодня позволили осваивать городское воздушное простран-

ство вдоль бассейнов городских рек и городских магистралей таких городов, как Лондон, Париж, Абу-Даби (ОАЭ) и ряда городов в США.

Москва, как и другие европейские города, отстает в количестве вертолетных площадок, но современные тенденции ведут к тому, что постепенно выделяют воздушные коридоры, например, в Подмоскowie и вдоль МКАД.

Для упорядочения потока воздушного движения и правильности применения стандартов эшелонирования воздушных судов (ВС) существенным является установление сначала системы зон воздушного пространства, достаточной для обеспечения безопасности полетов ВС с момента взлета до посадки, а затем применение правил использования воздушного пространства, организованного для обеспечения безопасности всех его пользователей. Эти правила, известные как «правила полетов», помещены в Приложении 2 Конвенции ИКАО (Международная организация гражданской авиации).

При обеспечении безопасности вертолетных площадок учитываются: преимущества вертолетов как аппаратов вертикального взлета и посадки; уровень шума для обеспечения минимального загрязнения шумом местности; «роза ветров», чтобы до минимума сократить взлет-посадку с боковым ветром и исключить с попутным; возможность совершения аварийной посадки в любое время по маршрутам прибытия или вылета.

Выбор вертолетной площадки осуществляется с учетом четырех основных факторов: рациональное расположение и класс вертодрома; безопасность полетов в зоне вертодрома; влияние на воздушное пространство, открытое для полетов; влияние на окружающие населенные районы.

Вертодромы размещаются на земле или на сооружениях над землей или над водой. Как правило, с наименьшими материальными затратами строятся вертодромы на уровне земли. При выборе площадок учитывается современный генеральный план населенного пункта и транспортный план всего района, так как они содержат информацию о предполагаемом использовании земли, и данные по наземным транспортным системам района [2; 47].

Размеры взлетно-посадочных площадок берутся исходя из геометрических размеров вертолетов (диаметра несущего винта, длины фюзеляжа), включая самые тяжелые машины, находящиеся в стадии проектирования, но которые, возможно, будут эксплуатировать на данной площадке с учетом их летных характеристик. При этом учитывается способ взлета или посадки — вертикальный (по вертолетному) или по траектории (по самолетному), а также состояние воздушных подходов — открытые или ограниченные[2].

Для обеспечения безопасного захода на посадку выделяются зоны захода на посадку, в которые не должны попадать объекты или здания, превышающие определенную высоту. Плоскость ограничения для объектов по оси захода на посадку имеет уклон 1:2, плоскости ограничения, перпендикулярные оси захода на посадку, имеют уклон 1:1 [1].

Разработка и обеспечение безопасного движения воздушных судов над городом и жилыми районами потребует дополнительных 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 [47].

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 (Рисунок 51). 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. При обтека-

нии воздушным потоком зданий образуется несколько характерных завихрений и одинаковый аэродинамический след. Воздух, срывающийся с крыши здания, представляет собой вихревой слой, под которым образуется установившийся турбулентный поток. Аэродинамический след представляет собой дорожку (“кармана” в виде вихрей, отходящих в шахматном порядке) [47]. На этих зданиях посадочные площадки, как правило, устанавливаются на крыше в установившемся вихревом потоке.

Каверна имеет благоприятные условия для посадки за счет образования установившегося вихря внутри (каверны) и относительно невысокой скорости движения воздуха в нем. Эксперименты показали, что посадочную площадку следует размещать в центре вихря, где движение воздушного потока минимально. Эксперименты также выявили передвижение вихря по направлению к противоположной стенке каверны и зарождение второго вихря (при условии, если размер двора каверны превышает 90 метров) [49].

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. Это решение идеально вписывается в рекомендации ИКАО по проектированию вертодромов, где сказано, что при проектировании вертодрома необходимо избежать воздействия турбулентных потоков на нее или свести их к минимуму. Эксперимент с вертодромом позволяет утверждать, что можно моделировать форму здания с точки зрения аэродинамики с целью создания благоприятных аэродинамических условий над взлетно-посадочными площадками.

2.5 Строительство взлётно-посадочных площадок и затраты на примере Москвы

Московское правительство уже финансирует разработку зоны полетов над Москвой-рекой, которая включает в себя два коридора с северо-запада и юго-

востока города до Третьего транспортного кольца. Научно-исследовательский и проектный институт городского транспорта (Мосгортранс НИИ проект), подведомственный столичному департаменту транспорта, разработал перспективную схему по руслу Москвы-реки для коммерческих вертолетных перевозок, а также отведены 84 участка под вертолетные площадки и вертодромы.

На основании ПП Москвы от 02.04.2002 N 246-ПП «О Концепции развития воздушно-транспортной системы города Москвы до 2005 года» [5], предполагалось развивать воздушно-транспортную систему города с учетом мирового опыта крупных мегаполисов.

В настоящее время в Москве назрела необходимость разработки генерального плана развития наземной авиационной инфраструктуры, которая предусматривала бы создание вертолетных площадок при проектировании крупных градостроительных комплексов, административных и гостиничных зданий, деловых центров, медицинских учреждений, а также создание условий по обслуживанию вертолетов в аэропортах для налаживания воздушных связей "город-аэропорт".

Были определены ключевые задачи для реализации данного проекта:

- Развитие воздушно-транспортной системы, как одной из важнейших составляющих коммуникационной системы внешнего транспорта города Москвы, связывающей его с регионами России и зарубежными странами;
- Потребность в использовании авиационных технологий для обеспечения эффективной работы городских служб и жизнедеятельности города по мере его развития;
- Превращение Московского авиационного узла (МАУ) в современный международный авиатранспортный центр и дальнейшее развитие воздушно-транспортной системы города может дать дальнейший толчок интеграции воздушно-транспортной системы города Москвы в международную систему воздушных перевозок.

В постановлении сообщалось о разработке схемы распределения вертодромов по всей территории Москвы. Данная система размещения "площадками (ВПП) аэромобилей. Причем в некоторых случаях такая интеграция может приве-

сти к исключению дополнительных пересадок с одного вида транспорта на другой, что является важным аспектом при перевозке пострадавших при авариях и ЧС.

“Кроме применения авиатехники для нужд городских служб целесообразно использовать ее и для коммерческих целей, включая авиаперевозки (аэротакси) в том числе в аэропорты города, туристические обзорные полеты, проведение видеосъемок и репортажей, рекламные и другие специальные полеты. При этом, кроме вертолетов, могут использоваться и другие легкие летательные аппараты и воздухоплавательные средства” [53].

Мировой опыт использования воздушного пространства крупных мировых мегаполисов показал огромный экономический эффект обеспечения жизнедеятельности города в интересах муниципальных служб.

Без развития авиационных технологий невозможно говорить о создании воздушно-транспортного хозяйства жизнеобеспечения города, его воздушно-транспортной системы. А для этого необходимо решение следующих задач:

- Насыщение парка легкими вертолетами и аэромобилями различной модификации, обеспечивающих решение специальных задач в интересах городских служб ГО и ЧС;
- Разного рода перевозок грузоподъемных работ;
- Сканирующих геоизысканий;
- Различной степени экологического мониторинга.

Помимо решения транспортных проблем, возможно решение особых общественных задач:

- Повышение оперативности реагирования спецслужб;
- Развитие санитарно-авиационной эвакуации в городе.

Применение авиатехники в санитарных и медицинских целях позволит оперативно реагировать на чрезвычайные ситуации в городе, сократить период прибытия спасательных команд на место происшествия.

В соответствии со схемой, у воды планируется разместить до 68 посадочных платформ. Полеты над водой в условиях городской среды считаются наиболее безопасными.

Пять допустимых участков под вертолетные площадки определено также на Малом кольце Московской железной дороги (МК МЖД). Например, это зоны пересечения МК МЖД с Алтуфьевским шоссе, шоссе Энтузиастов, Нижегородской улицей, Минской улицей, улицей Маршала Тухачевского, Онежской улицей. Часть площадок можно будет создать на ТТК. К примеру, в зонах пересечения ТТК с Звенигородским шоссе (четыре площадки) 17 вертолетных площадок можно будет расположить в автобусных парках в разных округах Москвы.

Юго-Восточный округ (16 площадок), Северо-Западный (16 площадок), Центральный округ (девять площадок).

«Некоторые площадки обеспечивают взлет-посадку, топливное снабжение и диспетчерское обслуживание вертолетов взлетной массой до 6,5 т с целью нужд Министерства обороны, МЧС, медицинской авиации, бизнес-авиации. Настоящая инфраструктура в дальнейшем может применяться, в том числе с целью формирования и обслуживания коммерческой авиации — фундамента системы воздушного такси, экскурсионных полетов. В будущем в Москве может появиться 193 взлётно-посадочные площадки (ВПП)» [27].

2.6 Основные выводы по второй главе

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

- *Наземные;*
- *Надводные;*
- *На консолях;*
- *На крыше;*

Данные решения применимы для архитектурных объектов, взаимодействующих с ПВТ, что позволяет существенно расширить функциональное назначения

подобных зданий, а также увеличить разнообразие объемно планировочных решений данных архитектурных объектов.

2) Современные взлетно-посадочные площадки на зданиях не обеспечивают стоянку, парковку и обслуживание летательных аппаратов. Как показало исследование функция парковки и стоянки летательных аппаратов необходима для обеспечения многочисленных взлетов и посадок в течении дня, например, в рамках использования сети городского «аэротакси».

3) Современные взлетно-посадочные площадки имеют жесткие связи с конструкцией здания и передают динамическую нагрузку на несущий остов здания, что приводит к дополнительным расходам для мероприятий по усилению несущих конструкций здания.

4) Эксперименты, проведенные при помощи виртуальной аэродинамической трубы в программе Autodesk Flow Design с закрытыми дворовыми пространствами, выявили наличие стационарного вихревого воздушного потока в дворовом пространстве, что создает оптимальные условия для расположения взлетно-посадочной площадки.

5) Аэродинамический анализ зданий неудобнообтекаемой формы, проведенный при помощи виртуальной аэродинамической трубы в программе Autodesk Flow Design выявил девять аэродинамических форм зданий, имеющих идентичный характер обтекания воздушным потоком.

6) 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 приемы при создании объема здания, которые могут создавать благоприятный ветровой режим над взлетно-посадочными площадками, оптимизируя процедуру взлетов и посадок.

7) Анализ безопасности использования воздушного пространства над городом на примере Москвы выявил запрет использования воздушного пространства частными и гражданскими воздушными судами в пределах МКАД. Современное развитие малой частной авиации в России и создание отечественными компаниями

системы аэротакси создает предпосылки по пересмотру запрета полетов над крупными городами страны, и созданию законопроектов по регулированию использования воздушного пространства над городом для аэротакси и малой авиации.

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

В главе рассмотрена гипотеза развития преобразований планировочной структуры городского пространства с освоением его новым видом воздушного транспорта- аэромобилем. 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

Как показывает исследование в предыдущих главах, появление нового вида воздушного транспорта в городах окажет существенное влияние на внешний облик зданий и архитектурно-планировочные решения. Также изменения коснутся градостроительных концепций по развитию территорий города с учетом использования воздушного транспорта [55].

Воздушный транспорт в городе имеет практически неисчерпаемый потенциал для своего развития за счет отсутствия ограничений для своего движения в воздухе (воздушные коридоры могут иметь практически любое положение в воздушном пространстве) [47]. Современные разработки аэротакси вызвали высокую заинтересованность ряда стран таких как, Великобритания, Япония и ОАЭ, в появлении нового вида воздушного транспорта. Россия сравнительно недавно начала разработки в этой области.

Аэромобиль, находящийся в воздухе, не занимает место на земле, имеет большую дальность полета и высокую скорость. Также, важным фактором является то, что воздушные коридоры не привязаны к особенностям рельефа, что мо-

жет сократить путь в несколько раз. Это дает возможность уменьшить нагрузку на транспортную систему города.

Как показало время, создание новых видов транспорта влияет на изменение образа городского пространства и в том числе градостроительной политики в целом. Появление новых типов зданий со своими мини-аэродромами и ВПБ, повлечет за собой развитие малых городов и образование новых центров, изменят градостроительные концепции. Желание людей жить вдали от крупных мегаполисов станет реальным.

Поэтапный прогноз освоения городского пространства аэромобильным транспортом — неотъемлемая часть градостроительной политики (*Рисунок 52*).

Можно выявить несколько типов зданий, использующих аэромобили, которые появятся в новой транспортной концепции. Это здания экстренных служб, общественные и административные здания, транспортно-пересадочные узлы [49]. 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 [49].

Средний радиус действия аэромобиля составляет примерно 400-500 км. Такой запас хода позволяет аэромобилю связать скоростным сообщением крупнейшие города России. Это позволит экономить время для проведения встреч и деловых операций (в европейской части России, вплоть до Уральских гор) [48]. Крупные города России расположены на соизмеримых расстояниях дальности полета аэромобиля, что позволит создать новую скоростную транспортную сеть, которая эффективно свяжет между собой города.

В местах пересечения радиусов воздушного транспорта, как правило, попадают небольшие города, в которых можно устраивать специальные взлетно-посадочные узлы с пунктами дозаправки и техосмотра, что повлечет за собой развитие инфраструктуры (магазины, гостиницы и т.д.). С появлением перспективного воздушного транспорта в воздухе имеется вероятность изменения и планировочной структуры городов. Исторически сложилось так, что города зачастую пре-

терпевали сильные изменения в процессе распространения новых видов транспорта. Например, скоростные виды транспорта стали одной из причин возникновения линейных городов в Европе.

Для того, чтобы создать воздушную транспортную систему в городе, необходимо предусмотреть основные пути передвижения (воздушные коридоры) летающих автомобилей [39 Сулова О.Ю. Проблемы].

На примере Москвы можно предположить, что летающие автомобили могут перемещаться над крупными радиальными шоссе и над кольцевыми трассами, такие как МКАД, ТТК (Третье транспортное кольцо), а также над водными акваториями. Каждый воздушный коридор будет располагаться на своей заданной высоте – это необходимо для безопасности и эффективности движения в воздухе [49].

Наиболее вероятная высота полета перспективного вида транспорта от 300 до 1000 метров, так как выше этого диапазона высот аэромобильный транспорт может создавать помехи гражданской авиации. Также будет необходимо разместить станции заправки и технического обслуживания летающих машин на пересечении кольцевых и радиальных линий передвижения. Чтобы вся система заработала, нужен строгий порядок нахождения в воздухе, то есть должны появиться специальные диспетчерские пункты: главный, который будет отслеживать движение над городом и второстепенные, которые будут находиться в зданиях, способных принимать аэромобили и контролировать полет, помогать при взлете и посадке. Для обеспечения большей безопасности полет должен проходить в полуавтоматическом режиме. Пилот сможет задавать координаты места назначения, и аэромобиль выполнит полет в автоматическом режиме, включая взлет и посадку, а в случае непредвиденных ситуаций пилот возьмет управление на себя [49]. В ситуациях, когда пилот может потерять управление из-за ухудшения самочувствия, управление перейдет в автоматический режим. Компания EHAN предполагает производить все этапы полета с помощью автоматики под контролем диспетчерской службы. На случай предотвращения крушения аэромобиля или мультикоптера предусматриваются автоматические аварийные спас-системы летательного

го аппарата в виде парашюта, который безопасно приземлит терпящий бедствие беспилотный летательный аппарат с пассажирами на борту [47].

На тот момент времени, когда аэромобиль или мультикоптер станет неотъемлемой частью средства передвижения в городской среде, обеспечение навыков безопасного полета будет обыденным делом специальных обучающих центров.

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

Здание с «антикрылом». В данное время одним из самых распространенных вариантов расположения посадочных площадок является крыша зданий. Обусловлено это тем, что, как правило, это наивысшая точка среди окружающей застройки, на которую можно относительно легко совершить посадку вертолетному или гибриднему транспорту.

Характер обтекания воздушным потоком таких зданий можно назвать турбулентным и не стационарным из-за поочередно отделяющихся вихрей с боковых сторон здания. Угловая величина между посадочной площадкой и срывом потока зависит от скорости воздушного потока, времени с начала обдувания и высоты здания [47].

Посадка осложняется тем, что пилот не видит, как происходит срыв потока над посадочной площадкой и попадание в этот поток (вихревой слой) в зависимости от его скорости может привести даже к сваливанию летательного аппарата. 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 (Рисунок 53) [47].

Здания ступенчатой формы. Здание ступенчатой формы позволяет обеспечить посадку на крышу за счет того, что над крышей обеспечен стационарный воздушный поток, срыв воздушного потока наблюдается только на задней кромке крыши от набегающего потока воздуха (Рисунок 54). Такой эффект обеспечивает

ступенчатая структура фасада, так как в значительной мере замедляет восходящий поток с наветренной стороны здания и препятствует тем самым срыву потока с передней кромки крыши от набегающего воздуха. Это решение обеспечивает стационарный воздушный поток над посадочными площадками, однако, решение имеет свои ограничения из-за возможных предельно допустимых скоростей ветра [47].

Здания-каверны. В городах «равнинах», где застройка примерно одинаковая, ветровые потоки движутся над крышами зданий и вдоль улиц, которые совпадают с направлением ветра и не создают возмущений в воздушном потоке.

Из этого следует, что оптимальным вариантом расположения вертолетной площадки может быть размещение ее в стационарном воздушном потоке над застройкой, как это было сделано на фабрике Фиат в Турине, когда вертолетная площадка была приподнята над застройкой. Либо можно поместить посадочную площадку внутри застройки, в так называемой «каверне». 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 (Рисунок 55).

Так, движение частиц образует стационарный вихревой поток, скорость в которого значительно ниже, чем над крышей здания. Эксперименты над компьютерными моделями при различных скоростях воздушного потока показали, что при скорости ветра 10 м/с движение частиц внутри каверны составляет 3-4 м/с, при скорости ветра 15 м/с движение частиц внутри каверны составляет 5-6 м/с. Результаты экспериментов показывают, что скорость движения воздуха внутри «каверны», как правило, в 3 раза ниже, чем над крышами [47].

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

Объемно-пространственные решения зданий, взаимодействующих с ВПБ, претерпят ряд изменений по сравнению со зданиями с вертолетной площадкой. Во-первых, исходя из аэродинамического анализа (Глава 2), форма здания продиктована аэродинамическими расчетами, с учетом индивидуальных особенностей окружающих зданий и рельефа.

Во-вторых, изменяется внутренняя структура здания, так как оно станет точкой контакта для регулярных рейсов ПВТ. В проектировании зданий будут использованы новые конструктивные и инженерные решения, которые позволят не только эффективно и безопасно принимать, и отправлять ПВТ, но и обеспечивать высокую пропускную способность пассажиров. Если учитывать в концепции здания, взаимодействующего с ПВТ, модульную систему транспорта от Airbus или других прототипов, использующих принцип гибридизации летательного аппарата с автомобилем, в здании предусмотрены вертикальные коммуникации, которые смогут обеспечить связь с улично-дорожной сетью города [118].

В-третьих, в подземных уровнях можно организовать хранение и обслуживание летательных аппаратов. Появятся новые жилые ячейки (апартаменты, квартиры), у которых будет своя посадочная площадка с парковкой. Точно также эту систему можно использовать в офисных зданиях [47].

Перечисленные выше особенности зданий, взаимодействующих с ПВТ, возможно объединить в один «блок», который является частью в объемно-пространственной структуре здания. Наличие такого «блока» в здании делает его схожим с вертодромом или авианосцем, где летной палубой является крыша, консоль или каверна, а вспомогательные функции расположены внутри здания.

На основе этого можно определить новый тип зданий – здание со взлетно-посадочным блоком. **Взлетно-посадочный блок (ВПБ) в здании – комплекс помещений и инженерно-технических мероприятий в архитектурных объектах обеспечивающий прием, отправку, базирование воздушных судов с си-**

стемой вертикального взлета и посадки (СВВП) и обслуживания авиаперио- зок.

Опираясь на проведенный в исследовании анализ взаимодействия воздушного транспорта с городским пространством, основанный на историческом, современном международном и отечественном опыте, а также на футуристических идеях и проектах середины XX века, разработаны принципы формирования зданий со взлетно-посадочным модулем, которые показывают большой потенциал архитектурно-планировочного разнообразия зданий нового типа. В ходе исследования существующего расположения уровней вертолетных площадок в городе и экспериментов в программе Autodesk Flow Design были приняты три принципиальные схемы зданий на основе расположения взлетно-посадочного блока, по которому может развиваться объемно-планировочный облик проекта. Однако следует заметить, что габариты зданий данных принципиальных схем могут меняться в зависимости от специфики проекта и расположения его в застройке. В исследовании представлены приемы формирования зданий со взлетно-посадочным блоком, которые при дальнейшем проектировании потребуют более детальной проработки. На данный момент трудно предугадать точные нормативные рекомендации для предложенных вариантов зданий со взлетно-посадочным блоком. Их можно выявить и прописать только при проектировании таких зданий и в совместном сотрудничестве с представителями смежных профессий, в том числе со специалистами по аэродинамике зданий и авиации [47]. Для систематизации выявленных основных особенностей и принципов формирования зданий с взлетно-посадочным блоком разработана схема, которая разделена на пять частей (Рисунок 56):

- 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 с 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 (Рисунок 57):

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.

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

1) Веерное расположение консолей с взлетно-посадочными площадками аэродромной части ВПБ, подходит для высотных многофункциональных зданий башенного типа свыше двухсот метров. В данном случае консоли находятся по периметру на разных высотах относительно земли, что позволит осуществить быстрый доступ в необходимую функциональную зону башни. Также к преимуществам такой компоновки можно отнести переменный вектор взлета и посадки, который может задаваться с разных направлений с учетом направления ветра. Данный тип компоновки следует применять к зданиям в «городах-холмах» или на открытых пространствах в соответствии с правилами проектирования взлетно-посадочных площадок в городе [50]. При использовании данной конфигурации

часть консолей взлетно-посадочного блока будет находиться в аэродинамической тени башни, что обеспечивает благоприятный аэродинамический режим над взлетно-посадочной площадкой.

2) Верное (круговое) расположение консолей с взлетно-посадочными площадками аэродромной части ВПБ в одном уровне. Такое расположение консолей предназначено для зданий башенного типа до двухсот метров в уровне крыши, позволяет также осуществлять посадку с разных направлений, как и в первом варианте. Также к плюсам можно отнести то, что консоли с взлетно-посадочными площадками не занимают места на крыше, что позволит занять это место дополнительным оборудованием аэродромной части, а также вертикальными коммуникациями. Представленную конфигурацию взлетно-посадочного блока в здании можно использовать в «городах-равнинах» [50].

3) Взлетно-посадочный блок в виде консоли представляет собой массивную консоль с аэродромной частью на консоли, которая встраивается в основной объем здания. Такой тип компоновки ВПБ предназначен для зданий любых форм. Данная форма ВПБ позволяет создать стационарный воздушный поток над взлетно-посадочными площадками, так как не попадает в турбулентные потоки, идущие от основной части здания. Конфигурация взлетно-посадочного блока рассчитана для зданий, стоящих на открытом пространстве.

Планировочные решения взлетно-посадочного блока рассмотрены и предложены в виде универсальных функциональных зон, которые имеют свое назначение. Более детальная проработка устройства взлетно-посадочного блока с расчетом оптимальных площадей помещений, инженерных систем, и разработка нормативной документации требует отдельных научных изысканий.

Взлетно-посадочный блок включает в себя четыре функциональные части (модуля), которые могут иметь различную компоновку в зависимости от объемно-пространственного решения здания.

Аэродромная часть состоит из летной палубы, на которой расположены взлетно-посадочные площадки, (отвечающие нормам проектирования ICAO), навигационное, метеорологическое, осветительное оборудование и противопо-

жарные системы. Также в эту часть входят специальные помещения и функциональные зоны, которые могут располагаться как внутри здания, так и в надстройках на летной палубе: диспетчерская, комната обслуживающего персонала, зона технического обслуживания летательных аппаратов, зона перезарядки (дозаправки) летательных аппаратов, зона предполетной подготовки, контрольно-пропускной пункт.

В часть аэровокзала входят представительства перевозчиков, служба пассажирских перевозок, багажная служба, таможенный контроль и различные предприятия, направленные на отдых и развлечения пассажиров, зал ожидания эконом и VIP класса.

Вертикальный транспорт включают в себя, пассажирские лифты, подъемники для ПВТ и аварийные пути эвакуации. Подъемники для ПВТ предназначены для доставки в зону размещения летательных аппаратов из парковки (подземной или наземной). Также подъемники обеспечивают связь с улично-дорожной сетью города, для ПВТ с модульной системой по принципу аппарата PopUP от компании Airbus.

Зона размещения и хранения летательных аппаратов предусматривается для временного хранения, частных и коммерческих аппаратов (аэротакси). Для хранения предусматривается автоматизированная парковка с необходимыми инженерно-техническими системами для обеспечения работы и безопасности, пункт охраны, комната обслуживающего персонала.

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

1) Террасированный взлетно-посадочный блок подойдет для протяженных, многофункциональных зданий переменной этажности различного назначения (гостиницы, технопарки, деловые центры). Таким образом обеспечена возможность принимать ПВТ в наиболее удобной для пассажиров функциональной части здания. Здание с террасированным взлетно-посадочным блоком имеет схожую аэродинамику с протяженным зданием прямоугольной формы.

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. Разнесенный взлетно-посадочный блок имеет общую связь между аэродромными частями в уровне крыши из специальных помещений, вертикальных коммуникаций и инженерных мероприятий. Террасированная и разнесенная компоновка ВПБ эффективна для зданий экстренных служб, так как увеличивается площадь аэродромной части и количество взлетно-посадочных площадок на ней. Это может позволить совершать одновременно несколько взлетов и посадок и в чрезвычайных ситуациях, возникших в городе.

3) Здание с приподнятым взлетно-посадочным блоком над крышей для зданий малой, средней и высотной застройки. Данная компоновка ВПБ оптимальна для «городов-равнин». Приподнятый ВПБ обладает оптимальными аэродинамическими качествами за счет того, что над взлетно-посадочными площадками обеспечивается стационарный воздушный поток. Приподнятое расположение взлетно-посадочного блока над зданием делает его наиболее удобным для посадки.

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

1) Взлетно-посадочный блок с аэродромной частью в дворовом пространстве. Особенностью этой компоновки является то, что аэровокзальная часть и вертикальные коммуникации расположены в здании, а аэродромная часть в дворовом пространстве. Такое решение взлетно-посадочного блока хорошо защищает от сильных порывов ветра, так как аэродромная часть защищена объемом здания с нескольких сторон. Также взлетно-посадочный блок не занимает много места в дворовом пространстве за счет того, что аэровокзальная часть и вертикальные коммуникации остаются в здании. Также аэродромная часть ВПБ может быть установлена на приподнятую над землей платформу.

2) Взлетно-посадочный блок в дворовом пространстве. Такая конфигурация подойдет для малоэтажных зданий, в которых отсутствует возможность использовать площади под аэровокзальную часть с вертикальными коммуникациями

взлетно-посадочного блока, как в первом случае. Данная схема взлетно-посадочного блока предполагает размещение всех частей ВПБ в дворовом пространстве, соединенном с основным зданием переходами. Аэродромная часть расположена на крыше аэровокзальной части.

3) Взлетно-посадочный блок с аэродромной частью в каверне здания. Эта конфигурация предназначена для малоэтажных зданий с большой площадью застройки, таких как ТПУ или многофункциональные торгово-развлекательные комплексы. Данная компоновка представляет собой дворовые пространства в виде углублений в кровле.

Также здания с взлетно-посадочным блоком разделены на четыре группы, которые представлены в виде таблиц типов функционального назначения ВПБ для разных типов зданий (Рисунок 58), (Таблица 2), (Таблица 3), (Таблица 4), (Таблица 5).

Таблица 2

<u>ВПБ общего пользования</u>		
Объемно-пространственные схемы зданий с ВПБ общего пользования	Функциональные части (модули), включаемые в ВПБ общего пользования	Функциональное назначение здания

Здание с веерным расположением консолей взлетно-посадочных площадок ВПБ в <i>разных уровнях</i> ;	Аэродромная часть; Аэровокзальная часть;	-Правительственные учреждения;
Здание с веерным расположением консолей взлетно-посадочных площадок ВПБ в <i>одном уровне</i> ;	Вертикальные коммуникации; Зона размещения и хранения перспективного воздушного транспорта (ПВТ)	-ТПУ; -Деловые центры; -Учебные центры; -Торгово-развлекательные центры; -Пассажирские терминалы аэропортов;
Здание с ВПБ в виде консоли;		- Станции аэротакси
Здание с террасированным ВПБ;		
Здание с разнесенным ВПБ;		
Здание с приподнятым ВПБ над крышей;		
Здание со сквозным ВПБ;		
Здание с <i>аэродромной</i> частью ВПБ в дворовом пространстве;		
Здание с <i>ВПБ</i> в дворовом пространстве;		
Здание с ВПБ в «каверне»		

<u>ВПБ медицинского назначения</u>		
Объемно-пространственные схемы зданий с ВПБ медицинского назначения	Функциональные части (модули), включаемые в ВПБ общего пользования	Функциональное назначение здания
<p>Здание с разнесенным ВПБ;</p> <p>Здание с приподнятым ВПБ над крышей;</p> <p>Здание с аэродромной частью ВПБ в дворовом пространстве;</p> <p>Здание с ВПБ в дворовом пространстве;</p>	<p>Аэродромная часть;</p> <p>Приемное отделение;</p> <p>Вертикальные коммуникации;</p> <p>Зона размещения перспективного воздушного транспорта (ПВТ)</p>	<p>Больничные учреждения;</p> <p>Станции скорой медицинской помощи;</p> <p>Центры экстренной медицинской помощи и медицины катастроф</p>

Таблица 3

<u>ВПБ для зданий экстренных служб</u>		
Объемно-пространственные схемы зданий с ВПБ служб спасения	Функциональные части (модули), включаемые в ВПБ общего пользования	Функциональное назначение здания
<p>Здание с приподнятым ВПБ над крышей;</p> <p>Здание с аэродромной частью ВПБ в дворовом пространстве;</p>	<p>Аэродромная часть;</p> <p>Вертикальные коммуникации;</p> <p>Зона размещения перспективного воздушного транспорта (ПВТ)</p>	<p>Служба спасения МЧС;</p> <p>зданий ГО и ЧС</p> <p>Пожарные части</p>

<u>Частный ВПБ в здании</u>		
Объемно-пространственные схемы зданий с частным ВПБ	Функциональные части (модули), включаемые в ВПБ общего пользования	Функциональное назначение здания
<p>Здание с веерным расположением консолей взлетно-посадочных площадок ВПБ в разных уровнях;</p> <p>Здание с веерным расположением консолей взлетно-посадочных площадок ВПБ в одном уровне;</p> <p>Здание с ВПБ в виде консоли;</p> <p>Здание с террасированным ВПБ;</p> <p>Здание с разнесенным ВПБ;</p> <p>Здание с приподнятым ВПБ над крышей;</p> <p>Здание со сквозным ВПБ;</p> <p>Здание с аэро-</p>	<p>Аэродромная часть;</p> <p>Вертикальные коммуникации;</p> <p>Зона размещения перспективного воздушного транспорта (ПВТ)</p>	<p>Апартаменты</p>

<p>дромной частью ВПБ в дворовом пространстве;</p> <p>Здание с ВПБ в дворовом пространстве;</p> <p>Здание с ВПБ в каверне</p>		
---	--	--

Таблица 5

<u>Академгородки. университеты, институты и научно-исследовательские центры</u>		
Объемно-пространственные схемы зданий с частным ВПБ	Функциональные части (модули), включаемые в ВПБ общего пользования	Функциональное назначение здания
<p>Здание с веерным расположением консолей взлетно-посадочных площадок ВПБ в разных уровнях;</p> <p>Здание с веерным расположением консолей взлетно-посадочных площадок ВПБ в одном уровне;</p> <p>Здание с ВПБ в виде консоли;</p> <p>Здание с террасированным ВПБ;</p> <p>Здание с разнесенным ВПБ;</p>	<p>Аэродромная часть;</p> <p>Аэровокзальная часть;</p> <p>Вертикальные коммуникации;</p> <p>Зона размещения перспективного воздушного транспорта (ПВТ)</p>	<p>-Общественный центр с ректоратом и аудиторами;</p> <p>-Научно-исследовательские институты и институты повышения квалификации;</p> <p>- Студенческий городок;</p> <p>- жилой городок для преподавателей и обслуживающего персонала с инфраструктурой</p> <p>-зона больниц</p>

<p>Здание с приподнятым ВПБ над крышей;</p> <p>Здание со сквозным ВПБ;</p> <p>Здание с аэродромной частью ВПБ в дворовом пространстве;</p> <p>Здание с ВПБ в дворовом пространстве;</p> <p>Здание с ВПБ в каверне</p>		
---	--	--

Основные составляющие взлетно-посадочного блока, которые были описаны выше, представляют собой отдельные модули, которые связаны между собой как планировочными решениями, так и инженерными системами, однако, они представляют собой гибкую систему, которая позволяет комбинировать и дублировать данные модули между собой, что позволяет реализовывать практически любые объемно-пространственные решения для зданий с взлетно-посадочным блоком любого назначения.

На примере зданий с взлетно-посадочным блоком, описанных во второй части таблицы разработаны схемы комбинаций модулей, из которых состоит взлетно-посадочный блок в здании (*Рисунок 59*). Схемы демонстрируют высокую вариативность модулей ВПБ в зданиях различной конфигурации.

Планировочное решение многофункционального высотного здания с веерным расположением консолей взлетно-посадочных площадок аэродромной части ВПБ на разных уровнях. В данном случае здание разделено на несколько функциональных блоков по вертикали. Для того, чтобы обеспечить быстрое попадание прибывающих пассажиров в нужную часть здания, аэродромная, аэровокзальная часть, а также зона хранения летательных аппаратов продублированы между

функциональными частями здания. Данные модули отделены от других этажей здания техническими этажами и противопожарными отсеками. Также эти части ВПБ соединены вертикальными коммуникациями. Аэродромная часть состоит из консолей с взлетно-посадочными площадками, где также расположены системы, обеспечивающие взлет и посадку летательных аппаратов, противопожарные системы, посадочные огни. Диспетчерская, комната обслуживающего персонала, зона технического обслуживания летательных аппаратов, зона перезарядки (дозаправки) летательных аппаратов, зона предполетной подготовки, контрольно-пропускной пункт расположены внутри здания.

Планировка здания с ВПБ в виде консоли позволяет экономить площади здания за счет размещения большей части площадей аэровокзальной и частично аэродромной части внутри консоли. Взлетно-посадочные площадки и сопутствующее оборудование размещены на верхней части консоли. Зона хранения летательных аппаратов размещена в подземных этажах здания. Подземную и консольную часть соединяют вертикальные коммуникации. Зона предполетной подготовки со вспомогательными помещениями аэродромной части располагается в здании на уровне взлетно-посадочных площадок.

Планировочное решение здания со сквозной аэродромной частью ВПБ. Данная конфигурация взлетно-посадочного блока предназначена для зданий крестообразной формы в плане и переменной этажности, где взлет и посадка осуществляется на пониженную часть. Особенностью такого здания является то, что аэродромная часть проходит через корпус здания и таким образом соединяет две взлетно-посадочные площадки (Рисунок 59). Аэровокзальная часть располагается внутри здания примыкает к аэродромной части.

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 частям ВПБ подъемниками для доставки ПВТ в аэродромную часть. Данный подъемник также является частью вертикальных коммуникаций здания, которые образуют ядро жесткости [48].

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

Поскольку предполагается интенсивное использование аэродромной части взлетно-посадочного блока перспективным воздушным транспортом, разработана система погашения динамических нагрузок на конструкции здания. Нагрузки от аэромобиля по характеру схожи с нагрузками от вертолета. Динамическая нагрузка от вертолета при грубой посадке 1,5-2,0 массы вертолета. При торможении нагрузка составляет 30% от веса вертолета, при этом вектор нагрузки уходит под 45 градусов к несущему покрытию. Исходя из существующих параметров сформированы требования к проектированию посадочных площадок: способность погашения динамических нагрузок, вибрации и, конечно, требования безопасности.

Связи с этим были разработаны несколько видов конструктивных систем для погашения динамических нагрузок на конструкцию (Рисунок 60) [47].

Пружинно-амортизационная демпферная конструкция, представляет собой металлическое покрытие на пространственной металлической конструкции, которая опирается на амортизационное устройство, состоящие из амортизатора и пружины. Амортизационное устройство крепится с помощью болтов к перекрытию. В этом устройстве практически полностью исключается передача динамической нагрузки на несущую конструкцию за счет амортизаторов, которые гасят вертикальные нагрузки, и плоских пружин, компенсирующих горизонтальные усилия [47; 48].

Шарнирная демпферная конструкция взлетно-посадочной площадки (Рисунок 60), она представляет собой ж/б плиту, покрытую металлическим ребристым покрытием, которая опирается на каучуковые шары. Шары находятся между двумя мягкими каучуковыми прокладками в небольших сферических углублениях. Перемещение ж/б платформы ограничено ж/б ограждающим поясом. Эта платформа позволяет существенно снизить нагрузку на несущие конструкции. Принцип работы заключается в том, что посадочная плита «плавает» на шарах, за счет чего гасятся горизонтальные нагрузки. А прокладки смягчают вертикальную нагрузку [48].

Плавающая демпферная конструкция состоит из нескольких частей: замкнутого и герметичного контура, наполненного жидкостью и плавающей платформы, которая заякорена на жесткое основание. Подобная схема очень эффективна, поскольку элементы, соприкасающиеся с летательным аппаратом при его посадке, не имеют жесткого крепления со зданием. Такая площадка минимизирует передачу каких-либо динамических нагрузок на здание, в том числе ударных, при жесткой посадке. Использование этой системы при устройстве в ВПБ посадочной платформы позволит снизить затраты на усиление несущих конструкций здания [47; 48].

3.6 Экспериментальные проекты зданий со взлетно-посадочным блоком

Увеличение числа объектов воздушного транспорта в городском пространстве и появление в скором времени перспективных видов воздушного транспорта, повлечет изменения как во внешнем облике архитектуры, так и во внутреннем устройстве зданий. В зданиях появятся развитые взлетно-посадочные блоки в виде консолей или расположенные на крыше здания. Одним из главных формообразующих факторов здания станет аэродинамика для обеспечения благоприятных условий для взлетов и посадок [48].

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 взлетно-посадочных платформ, все проекты рассчитаны исключительно для ПВТ вертикального взлета и посадки [48].

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. Процесс взлета и посадки осуществляется в автоматическом режиме. Технология парковки решена таким образом, что она также может быть связующим элементом между двумя эшелонами движения (воздушным и наземным) [48]. (Рисунок 61).

Многофункциональное высотное здание «Аэробашня». Башня выполнена по принципу вертикального города и разделена на 5 основных вертикальных бло-

ков. В первом блоке находятся входная группа, торговые помещения, ресторан, бутики, отделение банка и почта. Во втором блоке находится пятизвездочный отель с ресторанами, массажными и парикмахерскими салонами, тренажерными залами. В третьем блоке располагаются офисы. В четвертом блоке расположены апартаменты. В пятом блоке находится смотровая площадка с рестораном и сувенирными лавками. Каждый блок разделен взлетно-посадочным модулем с автоматической парковкой для аэромобилей. Взлетно-посадочные модули 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 [48].

Для удобства пешеходов организован крытый выход из метро с траволаторами, ведущий к главному входу на первый уровень, также организовано еще три второстепенных входа, один с 1-го Красногвардейского переулка и другие два со 2-го Красногвардейского переулка.

Здание предполагает активное взаимодействие с гибридным транспортом. В воздушном сообщении (ВС) появятся воздушные коридоры, которые пройдут вдоль ТТК и вдоль Москва реки, на высоте около 500-600 метров. Башня оборудована ВПБ с веерным расположением посадочных площадок в разных уровнях, в которые входят: платформы для взлета аэромобиля, платформы для посадки, технические службы и автоматическая 4-х уровневая парковка на 360 м/м на каждом посадочном уровне. Все части ВПБ отделены от здания техническими этажами. Еще в башне располагаются 12 взлетно-посадочных платформ, предназначенных для попадания в гаражный отсек рядом с апартаментами. Блок для хранения автомобилей отделен от здания противопожарными стенами [48] (Рисунок 62).

Центр экстренной медицинской помощи. Вопросы экстренной медицинской помощи человеку всегда стоят на первом месте. А в городских условиях оказание этой помощи становится большой проблемой. Транспортные заторы в городах — это самая главная помеха, и в большинстве случаев не оказанная вовремя помощь заканчивается смертельным исходом для пострадавшего. В России и междуна-

родной практике такие проблемы решены с помощью вертолетного транспорта. Но вертолет не везде, тем более в городском пространстве, может беспрепятственно приземлиться для оказания экстренной медицинской помощи. Поэтому люди стали задумываться о создании альтернативных видов транспортных средств, основными качествами которых должны быть габариты меньшие, чем у вертолета, большая маневренность. Таким транспортом может быть аэромобиль. А в комплексе с новым типом зданий, таких как медицинский центр, эта проблема может решаться более успешно, так как с помощью аэромобиля пациента можно доставить в больницу в считанные минуты.

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. Аэромобиль потенциально может вытеснить существующие кареты скорой помощи, т.к. он имеет свойства и машины, и вертолета [48]. (Рисунок 63).

3.7 Основные выводы по третьей главе

1) Разработана научная гипотеза этапов развития архитектуры в крупных городах и пригородах как части единой транспортной сети, взаимодействующей с перспективным воздушным транспортом.

2) Выявлены три оптимальные аэродинамические группы форм зданий, имеющие в своей структуре взлетно-посадочный блок:

- Здания с консольным ВПБ,
- С приподнятым ВПБ над объемом здания
- ВПБ в дворовых пространствах.

3) На основе исследования проведенного в первой и второй главе определены пять принципов, по которым формируется здание со взлетно-посадочным блоком:

Первый, определение уровня расположения аэродромной части на здании (на крыше здания, на консоли, в дворовых пространствах-кавернах);

Второй, создание аэродинамической формы здания для организации оптимального ветрового режима над взлетно-посадочными площадками аэродромной части;

Третий, созданы планировочные решения взлетно-посадочного блока на основе уровня расположения аэродромной части ВПБ;

Четвертый, определение оптимального конструктивного решения для зданий со взлетно-посадочным блоком, исходя из уровня расположения аэродромной части на здании, определение аэродинамической формы здания, а также планировочных решений;

Пятый определение типа ВПБ и его объемно планировочного решения в соответствии с функциональным назначением здания

4) Исследование показало, что архитектурные элементы на здания (балконы, эвакуационные лестницы, переходы, сетки, решетки, ламели и т.д.) могут положительно влиять на аэродинамический режим над взлетно-посадочной площадкой.

5) На основе исследований в третьей главе были определены две группы из девяти типов взлетно-посадочных блоков в здании:

- Первая группа взлетно-посадочных блоков в здании со стационарными подходами для взлетов и посадок: с веерным расположением консолей аэродромной части в разных уровнях на здании; с веерным расположением аэродромной части в одном уровне

- Вторая группа взлетно-посадочных блоков в здании с переменными подходами для взлетов и посадок: в виде консоли; с террасированной аэродромной частью; с разнесенной аэродромной частью; с приподнятой аэродромной частью над основным объемом здания; с аэродромной частью в дворовом пространстве; в дворовом пространстве; с аэродромной частью в каверне.

б) На основе исследования в третьей главе разработана таблица наиболее подходящего типа ВПБ в соответствии с функциональным назначением здания. А также исходя из функционального назначения здания, определен функциональный состав ВПБ.

7) Разработанные конструктивные решения взлетно-посадочных площадок аэродромной части ВПБ могут снизить динамические нагрузки от летательных аппаратов при посадке на здание:

- пружинно-амортизационная демпфирующая конструкция взлетно-посадочной площадки;
- шарнирная демпфирующая конструкция взлетно-посадочной площадки;
- демпфирующая конструкция взлетно-посадочной площадки на гидравлической подушке.

8) Исследование показало, что появление ПВТ, как части городского транспорта окажет сильное влияние не только на объемно-пространственное решение архитектурных объектов с ВПБ, но и на планировку новых зданий.

9) 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.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Идея внедрить воздушный транспорт в городскую среду появилась еще в начале XX-го века, однако, уровень технического развития на тот момент не позволил разработать убедительный прототип летательного аппарата, чтобы начать программу по созданию воздушного сообщения в городе. В то же время художники и архитекторы разработали первые концепции архитектурных объектов, в которых были заложены основные идеи взаимодействия воздушного транспорта с городскими объектами. Часть этих идей получила реализацию с появлением пассажирских вертолетов и реализацией программы воздушного сообщения Лондона с пригородами. В XXI веке сложилась уникальная возможность реализовать столь давнюю идею и сделать пространство города и его пригородов по настоящему трехмерным для транспортного сообщения. Современное развитие зданий с вертолетными площадками определило основные типы архитектурных объектов, которые могут взаимодействовать с воздушным транспортом, а также это определило основные уровни расположения вертолетных площадок в городе.

Появление новых видов транспорта отражается на архитектуре, при этом меняется подход к формообразованию и конструкциям зданий. Градостроительные концепции преобразуются. Здания, имеющие посадочные площадки для новых воздушных видов городского транспорта получают неповторимый выразительный силуэт и новый прогрессивный образ. Наличие возможности избежать загруженных городских дорог позволит сэкономить личное время пользователей. Существенно расширятся функциональные качества зданий, а также увеличится разнообразие объемно планировочных решений данных архитектурных объектов.

Некоторые результаты исследования можно применять и при проектировании современных зданий с вертолетными площадками.

Использование перспективного воздушного транспорта в городе ускорит передвижение людей, создаст дополнительные возможности для горожан.

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 со 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 авиаперевозок.**

ВПБ включает в себя четыре основные зоны:

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

На основании исследования в третьей главе 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.

Определены принципы композиционного и функционального формирования основных типов архитектурных объектов с ВПБ.

- **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 заглибления.** 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 городского 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 может 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.

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

Транспорт: Это совокупность всех видов путей сообщения, транспортных средств, технических устройств и сооружений на путях сообщения, обеспечивающих процесс перемещения людей и грузов различного назначения из одного места в другое.

Весь транспорт можно разделить на ряд групп (видов транспорта) по определенным признакам. В зависимости от среды, в которой транспорт выполняет свои функции, он может быть: водным, в том числе подводным, наземным, в том числе подземным, воздушным и космическим. Возможно совмещение сред. **Амфибии:** Летающие лодки; **экранопланы:** Суда на воздушной подушке и другие.

ПВТ-перспективный воздушный транспорт. Представляет собой ряд летательных аппаратов (мультикоптеров) легкого или сверхлегкого класса с вертикальным взлётом и посадкой, предназначенных для перелётов по маршрутам между городами, пригородами, и в черте города.

УДС (улично-дорожная сеть): Городская улично-дорожная сеть — комплекс объектов, включающий в себя магистральные улицы общегородского значения различных категорий, магистральные улицы районного значения, улицы, дороги и проезды в зонах жилого, производственного и иного назначения, дороги и проезды на территориях природных комплексов, площади, мосты, эстакады, подземные переходы, разворотные площадки городских маршрутных транспортных средств и иные объекты.

Вертодром: Небольшой аэродром, предназначенный только для вертолетов. На вертодромах обычно есть несколько вертолетных площадок, и вся необходимая инфраструктура для обслуживания вертолетов. Вертодромом оснащен осветительным оборудованием, а также ангаром, заправочной станцией, станцией техобслуживания, диспетчерской для контроля воздушного пространства. Обычно вертодромы находятся в черте города или рядом с ним, в отличие от аэропортов.

Воздушное судно: Летательный аппарат, поддерживаемый в атмосфере за счёт взаимодействия с воздухом.

Аэродинамика зданий: Понятие, объединяющее явления, связанные с процессом обтекания здания турбулентным потоком воздуха (ветром).

Глиссада - (фр. Glissade — «скольжение»): Вертикальная проекция траектории полёта летательного аппарата, по которой он снижается непосредственно перед посадкой. В результате полёта по глиссаде летательный аппарат попадает в зону приземления на взлётно-посадочной полосе.

Аэромобиль: Новый вид воздушного транспорта. Аэромобиль – транспортное средство, сочетающее в себе свойства автомобиля и летательного аппарата. Причём, соотношение этих свойств у различных моделей может быть различным. То есть, для одних разработок может быть в большей степени справедлива формула: «автомобиль, но летающий». Для других же разработок более верна формула: «летательный аппарат с функцией наземного перемещения». Понятно, что первые преимущественно лучше перемещаются по проезжей части, чем летают. Вторые, наоборот, лучше летают, чем перемещаются по проезжей части. Для летающего автомобиля очень важны и такие качества, как компактность и независимость от аэродромов. Именно сочетание этих качеств позволяет сохранить в аппарате столь важные «автомобильные» признаки, как способность быть рядом с вами и готовность «нести» вас в нужном направлении сразу от порога вашего дома. По состоянию на 2008 год разработано несколько десятков проектов летающих автомобилей экспериментального типа.

Воздушный коридор: Полоса в воздушном пространстве, ограниченная по ширине (иногда и по предельно допустимой высоте); предназначена для полёта воздушных средств.

Конус-ветроуказатель (в просторечии колдун или колбаса): Конус из ткани, предназначенный для указания направления и приблизительной скорости ветра.

Аэродинамическая тень (циркуляционная зона): Пространство за каким-то предметом, строением, в котором при обтекании потоком (например, ветром) образуются крутящиеся потоки.

Воздушный бассейн: Воздушное пространство в пределах территории города.

Конвертоплан: Летательный аппарат с поворотными двигателями, которые на взлёте и при посадке работают как подъёмные, а в горизонтальном полёте — как тянущие (при этом подъёмная сила обеспечивается крылом самолётного типа). Конструкция, по сути, очень близка к самолёту вертикального взлёта и посадки (СВВП).

В законах зонирования Сиэтла (США) посадочные сооружения классифицируются так:

Вертодром: Место, используемое для вертолетов или других воздушных судов с вертикальным взлетом. Его территория включает в себя строения для пассажиров и груза, обслуживающие, ремонтные и заправочные сервисы, складское пространство, швартовочное пространство, стояночные и вспомогательные строения, и открытые пространства.

Вертолетная станция: Место на крыше или земле, используемая вертолетами или другими воздушными судами с вертикальным взлетом загрузки или разгрузки пассажиров, или груза. Вертолетная станция не включает в себя заправочный, обслуживающий или ремонтный сервисы.

Мультикоптер (англ. Multirotor, multicopter, многороторный вертолёт, многолёт) — летательный аппарат, построенный по вертолётной схеме, с тремя и более несущими винтами

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**Нормативные документы**

1. Аэродромы. Международные стандарты и Рекомендуемая практика. Приложение 14, том II. Вертодромы. Изд. Четвёртое. ИКАО, 2013 – 117с.
2. Об утверждении Федеральных авиационных правил «Требования предъявляемые к посадочным площадкам, расположенным на участке земли или акватории»: Приказ Министерства транспорта Российской Федерации №69 от 04 марта 2011 года // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс» : [Сайт]. – <https://docs.cntd.ru/document/902267167?ysclid=1a5b33patf722361081> (Дата обращения: 20.10.2022)
3. Об утверждении Федеральных авиационных правил «Требования предъявляемые к предназначенным для взлета, посадки, руления и стоянки гражданских воздушных судов вертодромам: Приказ Министерства транспорта Российской Федерации №518 от 27 ноября 2020 года // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс» : [Сайт]. – <https://docs.cntd.ru/document/573471042?ysclid=1918mrlfb8489467453> (Дата обращения: 20.10.2022)
4. Об утверждении региональных нормативов градостроительного проектирования города Москвы в области транспорта, автомобильных дорог регионального или межмуниципального значения: Постановление правительства Москвы №945-ПП от 23 декабря 2015 года // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс» : [Сайт]. – <https://docs.cntd.ru/document/537986033> (Дата обращения: 20.10.2022)
5. Постановление №264-ПП О Концепции развития воздушнотранспортной системы города Москвы до 2005 года. [Сайт]: URL: <https://www.mos.ru/authority/documents/doc/31722220/>. (Дата обращения 10.10.2022)

6. СП 113.13330.2016 Стоянки автомобилей. Актуализированная редакция СНиП 21-02-99* : свод правил : Утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 7 ноября 2016 г. N 776/пр и введен в действие с 8 мая 2017 г. / Исполнители - Акционерное общество "Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт промышленных зданий и сооружений" (АО "ЦНИИПромзданий) // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс» : [Сайт]. – <https://docs.cntd.ru/document/456044290?ysclid=ldkmqn0o3r21262268> (Дата обращения: 20.10.2022)

7. СП 118.13330.2022 Общественные здания и сооружения : свод правил : Утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 19 мая 2022 г. N 389/пр и введен в действие с 20 июня 2022 г. / Исполнители - Акционерное общество "Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт промышленных зданий и сооружений" (АО "ЦНИИПромзданий) // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс» : [Сайт]. – <https://docs.cntd.ru/document/351102147> (Дата обращения: 20.10.2022)

8. СП 121.13330.2011 Аэродромы : Строительные нормы и правила Российской Федерации : Приняты и введены в действие постановлением Минстроя России от 30 апреля 1996 г. N 18-28. Дата введения 1997-01-01 / РАЗРАБОТАНЫ институтами ГПИ и НИИГА "Аэропроект", Ленаэропроект, 26 ЦНИИ Минобороны России, СоюздорНИИ, МАДИ (ТУ) // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс» : [Сайт]. – <https://docs.cntd.ru/document/871001044> (Дата обращения: 20.10.2022).

9. СП 4.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям : Утвержден и введен в действие приказом Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС

России) от 24 апреля 2013 г. N 288 / Разработан и внесен Федеральным государственным бюджетным учреждением "Всероссийский ордена "Знак Почета" научно-исследовательский институт противопожарной обороны" (ФГБУ ВНИИПО МЧС России) // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс» : [Сайт]. – <https://docs.cntd.ru/document/1200101593?ysclid=ldko65zdu6121699107> (Дата обращения: 20.10.2022)

10. СП 44.13330.2011 Административные и бытовые здания. Актуализированная редакция СНиП 2.09.04-87 (с Поправкой, с Изменениями N 1, 2) : свод правил : издание официальное : утвержден приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 27 декабря 2010 г. N 782 и введен в 157 действие с 20 мая 2011 г. / исполнители – Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт промышленных зданий и сооружений. // Электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс» : [Сайт]. – <https://docs.cntd.ru/document/1200084087> (Дата обращения: 20.10.2022)

Другие публикации

11. Агеева, Л. И. Транспорт в России. 2018: Стат. сб. / Л. И. Агеева, И. В. Акимова, М. А. Акимова, Л. Н. Корбинская, Т. Н. Савостьянова, Г. А. Уварова. – Текст : Электронный // Федеральная служба государственной статистики (росстат). – Т65. – М., 2018. – 101 с. – URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/transp18\(1\).pdf](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/transp18(1).pdf) (Дата обращения 11.10.2022)

12. Аксёнов, И. Я. Транспорт: история, современность, перспективы, проблемы / И. Я. Аксёнов – М. : Изд-во Наука, 1985. – 177 с.

13. Аксёнова, Е. С. Развитие пассажирской транспортной системы как одного из условий совершенствования социальной инфраструктуры города: дис...

кандидата соц. наук: 22.00.08 / Аксёнова Елена Сергеевна. – Москва., 2006. – 254 с.

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

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

16. Ауров, В.В. Проектирование высотных зданий: Методические указания по проектированию: учебное пособие / Ауров В.В., Баушева М.Д., Горин С.С., Ульянова Е. В. М.: МАРХИ, 2015. – 22с.

17. Бабков, В. Ф. Развитие техники дорожного строительства / В. Ф. Бабков. – М. : Транспорт, 1988. – 269с., 221 с.

18. Балынин, С.Ю. Разработка средств автоматизированного проектирования транспортных систем и геометрии улично-дорожной сети населённых пунктов [Электронный ресурс]: дис... кандидата техн. наук: 05.13.12 / Балынин Станислав Юрьевич. – Нижний Новгород., 2003. – 189 с. – URL: <http://www.dissercat.com/content/razrabotka-sredstv-avtomatizirovannogo-proektirovaniya-transportnykh-sistem-i-geometrii-ulic>. Дата обращения (08.10.2022).

19. Безбородова, С.Г. Аэропорт - архитектура чрезвычайных ситуаций [электронный ресурс]. // Строительный эксперт: [портал]. [2016]. URL: <https://ardexpert.ru/article/6221>. (Дата обращения: 12.10.2022).

20. Безрельсовые трамваи, автономные капсулы, летающие такси – как мир переходит на транспорт будущего : [сайт]. – URL: <https://rb.ru/longread/world-transport/> (Дата обращения 10.10.2022)

21. Бирюков, В.К., Власов, А.В., Демченко, К.Н. Проблемы транспортных систем городов и возможные пути их решения // Международный научно-исследовательский журнал. №2 (33) 2015, часть 1 – режим доступа: URL: <https://research-journal.org/technical/problemy-transportnykh-sistem-gorodov-i-vozmozhnye-puti-ix-resheniya/>. (Дата обращения: 08.10.2022)

22. Борис Сатовский: ФПИ готовится к прорыву в создании летающего внедорожника. [Новостной сайт]. URL: <https://ria.ru/20170518/1494571275.html> (Дата обращения 10.10.2022)
23. Бочаров, Ю. П. Планировочная структура современного города / Ю. П. Бочаров, О. К. Кудрявцев. – М. Сройиздат, 1972. – 160 с.
24. Бочаров, Ю. П. Планировочная структура современного города / Ю. П. Бочаров, О. К. Кудрявцев. – М, 1972. – 160 с.
25. Булдакова Е.А. современные приемы организации зеленых зон в уплотнённой застройке города : [сайт]. – URL: <http://web.snauka.ru/issues/2012/05/12660>. (Дата обращения 10.10.2022)
26. В Москве запускают вертолеты-маршрутки [электронный ресурс]. // Сnews: [сайт]. [2006]: URL: https://www.cnews.ru/news/top/v_moskve_zapuskayut_vertoletymarshrutki. (дата обращения 16.10.2022).
27. В Москве появятся 84 частные вертолётные площадки. [Сайт]: URL: <https://www.mos.ru/depnpol/documents/novosti/view/64067220/?ysclid=191mov2md0539043350>. (Дата обращения 10.10.2022)
28. В России насчитывается около 53 млн транспортных средств. [Официальный сайт Аналитического агентства Автостат]. URL: <https://www.autostat.ru/news/42973/> (Дата обращения 11.10.2022)
29. В России растёт количество выбросов от автотранспорта: [статья]. – Текст. Изображение :электронные // Автостат. Аналитическое агентство [официальный сайт]. – URL: <https://www.autostat.ru/articles/34458/?ysclid=19zgc1gz1n445434862> (Дата обращения 10.10.2022)
30. В честь Михаэля Шумахера возведут башню в Нью-Дели // Onliner [сайт]. [2012]: URL: <https://realt.onliner.by/2012/09/19/shumacher>. (дата обращения 16.10.2022)

31. Валесян, А. Л Синхронность в пространственной эволюции систем расселения и транспортных сетей: автореф. Дис... д-р. Геогр. наук: 11.00.02 / Валесян Армен Лемвелович. – М., 1995. – 47с.
32. Вертолёты для бизнеса. [Сайт]. URL:<http://aerocgl.ru/stati/vertolety-dlya-biznesa/>. (Дата обращения 10.10.2022)
33. Вертолеты против пробок? Аэротакси и новые жилые комплексы с вертолетными площадками в Подмосковье // Новострой-М [Сайт] [2013]: URL: http://www.project.bulgaria-burgas.ru/multi-storey_79.htm. (дата обращения 16.10.2022).
34. Влияние суровых и экстремальных климатических условий на расселение населения в Северных и Восточных районах России : автореферат дис. ... кандидата географических наук : 25.00.36 / Рос. гос. пед. ун-т им. А.И. Герцена. – Санкт-Петербург, 2003. – 18 с.
35. Галабурда, В.Г. Единая транспортная система / В. Г. Галабурда, В. А. Персианов, А. А. Тимошин; под ред. В. Г. Галабурды. – 2-е изд., с изм. и доп. - М : Транспорт, 1999. – 302 с.
36. Гибшман, М. Е., Проектирование транспортных сооружений Учебник для вузов / М.Е. Гибшман, В.И. Попов Изд. 2-е перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1988. – 447с.
37. Гривко, Е. В. Экология: наука, техника, технология, этапы взаимной трансформации [Текст] : уч. пособие для студентов, обучающихся по программам высшего образования по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование, 20.03.01 Техносферная безопасность и 20.04.01 Техносферная безопасность / Е. В. Гривко, В. Ф. Куксанов, А. А. Шайхутдинова ; Мин. Обр. Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Оренбургский государственный университет". - Оренбург : ОГУ, 2016. - 359 с.
38. Губительный простой [Сайт] URL: <https://newizv.ru/news/society/12-10-2011/152851-gubitelnyj-prostoj>. (Дата обращения 10.10.2022)

39. Дубай впервые протестировал беспилотные пассажирские капсулы Next Future Transportation. [Новостной сайт]. – URL: <https://econet.ru/articles/180122-dubay-vpervye-protestiroval-bespilotnye-passazhirskie-kapsuly-next-future-transportation> (Дата обращения 10.10.2022)
40. Дубинский, С. И. Численное моделирование ветровых воздействий на высотные здания и комплексы: автореферат дис. ... канд. Технич. Наук: 05.13.18 / Дубинский Сергей Иванович; Моск. гос. строит.ун-т, 2010. – 20с.
41. Ефимов, А. В. Колористика города — М.: Стройиздат, 1990. — 272 с.
42. Здравствуйте. Можно вертолёт к 17-му километру МКАДа?, или Развитие вертолётного такси в России и мире : [сайт]. – URL: <https://helico-russia.ru/blog/vertoletnoe-taksi-v-rossii-i-mire/> (Дата обращения 10.10.2022)
43. Иконников, А. В. Зарубежная архитектура: От «новой архитектуры» до постмодернизма / А. В. Иконников – М. : Стройиздат, 1986. — 288 с.
44. Ильина, И. Н. Экономика городского хозяйства: учеб. пособие. М. : КноРус, 2016. – 245 с.
45. История вертолета [Сайт]: URL: <https://saygotakamori.livejournal.com/45830.html>. (Дата обращения 10.10.2022)
46. История летающего автомобиля: от XIX века до наших дней // Fulpicture. [Сайт] [2016]: URL: <http://fullpicture.ru/tehnologii-i-tehnika/istoriya-letayushhego-avtomobilya-ot-xix-veka-do-nashih-dnej.html>. (дата обращения 16.10.2022).
47. Казуров, А.Е. Особенности городских зданий с развитым взлетно-посадочным блоком / А.Е. Казуров, О.Ю. Сулова // Architecture and Modern Information Technologies. – 2018. – №3(44). – С. 167-182 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://marhi.ru/AMIT/2018/3kvart18/09_suslova_kazurov/index.php. (дата обращения 16.10.2022).
48. Казуров, А.Е., Сулова О.Ю. Гипотеза развития городского воздушного транспорта // Градостроительство. 2015. № 6 (40). С. 32-37.
49. Казуров, А.Е., Сулова, О.Ю. Проблемы архитектурно-конструктивной адаптации аэромобиля в городе // Architecture and Modern Infor-

mation Technologies. 2015. № 2 (31). С. 27 [Электронный ресурс] - <http://www.marhi.ru/AMIT/2015/2kvart15/kazurov/abstract.php> - статья в интернете. (дата обращения 16.10.2022).

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

51. Каких автомобилей больше всего в Москве : [Официальный сайт]. URL: <https://avtostat-info.com/News/9384> (Дата обращения 11.10.2022)

52. Канатный транспорт в промышленности : [сайт]. URL: <http://www.strt.ru/kanatnyj-transport-v-promyshlennosti?ysclid=194b0qla8r931021273> (Дата обращения 10.10.2022)

53. Концепция развития воздушно-транспортной системы города Москвы до 2005 года. [Сайт]: URL: <https://base.garant.ru/378233/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/?ysclid=1911c9cb5b663909042>. (Дата обращения 10.10.2022)

54. Котин, А.В. Устройство вертолётных площадок от «Хелипойнтс» : [обзорная статья] // Хелипойнтс : [официальный сайт]. – URL: <https://helipoints.ru/?ysclid=1a5bzu1llm354680850> (Дата обращения: 20.10.2022) – Текст. Изображения : электронные.

55. Кротов, Д. Вперёд в будущее: история создания летающих автомобилей в жизни и в кино // дром [сайт] [2015]: URL: <http://info.drom.ru/misc/37087/>. (дата обращения 16.10.2022).

56. 2025: Летающий автомобиль Terrafugia поступит в продажу : [сайт]. – URL: <https://22century.ru/cal/terrafugia> (Дата обращения 10.10.2022)

57. Летающий автомобиль-вертолёт PAL-V ONE – серийная летающая машина будущего. : [сайт]. URL:http://www.ao.by/articles/articles_1181.html (Дата обращения 10.10.2022)

58. Лукьянченко, У. В 2020 году появятся летающие автомобили. Кто и зачем создает аэротакси в России. // @hi-tech [Сайт] [2018]: URL: <https://hi->

tech.mail.ru/review/mcfly-aero-tartup/?ysclid=19e589v9nz453817764#a05_39217.

(дата обращения 16.10.2022).

59. Мягков, М.С. Особенности ветрового режима типовых форм городской застройки / М. С. Мягков, Алексеева Л. И. // *Architecture and Modern Information Technologies*. – 2014. – №1(26). – 15 с. [электронный ресурс]. – режим доступа: URL: <http://marhi.ru/AMIT/2014/1kvart14/myagkov/myagkov.pdf>. (дата обращения 16.10.2022).

60. Маркелов Л. М., Бахтизин А. Р. Автомобильные пробки Москвы: анализ и пути решения / Л. М. Маеаров, А. Р. Бахтизин // *Бюджет*. – 2011. – №2 февраль. – 16с. <http://www.cemi.rssi.ru/publication/e-publishing/bakhtizin/Bujet.pdf>.

61. Михайлова М.К., Далинчук В.С., Бушманова А.В., Доброгорская Л.В., Проектирование, строительство и эксплуатация высотных зданий с учетом аэродинамических аспектов / М.К. Михайлова, В.С. Далинчук, А.В. Бушманова, Л.В. Доброгорская // *Строительство уникальных зданий и сооружений*. – 2016. – №10(49). – 60-64с.

62. Михеев, В. Р. Георгий Александрович Ботезат. 1882—1940. М.: Наука, 2000. — 158 с. — ISBN 5-02-002378-7

63. Многофункциональный комплекс Lingotto, Турин, италия. / Redeveloper [Сайт] [2015]: URL: <https://esliustal.ru/it/dizayn-i-arhitektura/zdanie-lingotto-lingotto-opisanie-i-foto-italiya>. (дата обращения 16.10.2022).

64. Моисеев К. Финансовая башня Vitexco: весь Хошимин с высоты птичьего полета // Livejournal [Сайт] [2016]: URL: <https://ru-travel.livejournal.com/31818444.html>. (дата обращения 16.10.2022).

65. 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)

66. Московская канатная дорога в «Лужниках». Портал комплекса градостроительной политики и строительства города Москвы : [сайт]. – URL: <https://stroi.mos.ru/stadiony-moskvy/kanatnaia-dorogha-na-vorob-ievvykh-ghorakh> (Дата обращения 10.10.2022)

67. Новая автомобильная развязка открыта на Ярославском шоссе : [Новостной сайт]. URL: <https://ria.ru/society/20071122/89197415.html> (Дата обращения 10.10.2022)

68. Новостное агентство РБК. Autonews : [Официальный сайт] URL: <https://www.autonews.ru/news/5bd486dd9a79476280434454?ruid=UET9B1vhciBiJQjPAy6pAg==> (Дата обращения 11.10.2022)

69. Плавающий вертолетный взлетно-посадочный и причальный комплекс // Free patent. [Сайт] [2009]: URL: <http://www.freepatent.ru/patents/2369518>. (дата обращения 16.10.2022).

70. Популярная механика : [Официальный сайт]. – <https://yandex.ru/turbo/popmech.ru/s/vehicles/236331-samyu-neobychnyy-letayushchiy-avtomobil-terrafugia-tf-x/> (Дата обращения 10.10.2021)

71. Постановление №264-ПП О Концепции развития воздушнотранспортной системы города Москвы до 2005 года. [Сайт]: URL: <https://www.mos.ru/authority/documents/doc/31722220/>. (Дата обращения 10.10.2022)

72. Представлена пятилетняя программа развития «Москва – город, удобный для жизни» : [Официальный сайт Мэра Москвы].URL: <https://www.mos.ru/mayor/themes/16299/1154050/> (Дата обращения 10.10.2022)

73. При Тушинской детской больнице открыли вертолётную площадку [Новости]. – Текст. Изображение : электронные // Mos.ru. [официальный сайт мэра Москвы]. <https://www.mos.ru/news/item/61471073/?ysclid=19wst5fljp896535017>

74. Причальный комплекс с вертолетной площадкой проекта RHP01: Невский судостроительный завод: [сайт]. URL: <http://www.nssz.ru/portfolio/sudostroenie/prichalnyiy-kompleks-s-vertoletnoy-ploschadkoj-modernizirovannogo-proekta-rhp01.html>. (дата обращения 16.10.2022).

75. Пробки в Москве: 2013 – 2017 : [Официальный сайт]. URL: https://yandex.ru/company/researches/2017/moscow_traffic_2017 (Дата обращения 10.10.2022)

76. Реттер, Э. И. Аэродинамика зданий / Э. И. Реттер, С. И. Стриженов. – М.: Стройиздат, 1968. – 240с.
77. Самый безопасный самолет Cirrus SR22. – Опубликовано 27 авг. 2017 – Изображение (движущееся; двухмерное) : электронное // flychart [канал на сайте YouTube.ru]. – <https://youtu.be/SBVrrbCzLxI?t=373> (дата обращения: 11.10.2022)
78. Сапрыкина, Н. А. Динамическая адаптация архитектурных объектов : дис. ... д-ра архитектуры: 18.00.02 / Сапрыкина, Наталия Алексеевна. – М., 1999. – 77 с.
79. Сапрыкина, Н. А. Развитие концепции подвижной архитектуры: [Электронный ресурс] / Н.А. Сапрыкина// АМІТ. – 2016. – №1(34). – Режим доступа: <http://www.marhi.ru/AMIT/2016/1kvart16/saprikina/abstract.php>. (дата обращения 16.10.2022).
80. Семироз, Н. Г Принципы архитектурно-планировочной организации геликортов: Автореферат. дис. ... канд. архитектуры: 18.00.02; [Национальный университет «Львовская политехника» Министерства образования и науки Украины]. — Львов., 2017. — 24 с.
81. Серебров, Б. Ф. Формирование архитектуры автовокзальных комплексов в России: дис. канд. архитектуры: 18.00.02. / Серебров, Борис Федорович. - Новосибирск, 2003. - 250 с.
82. Серебровский, Ф. Л. Аэрация жилой застройки: Книга - М.: Стройиздат, 1971. – 112 с.
83. Симиу, Эмиль. Воздействие ветра на здания и сооружения / Э. Симиу, Р. Сканлан; Пер. с англ. Б. Е. Маслова, А. В. Швецово́й. - М.: Стройиздат, 1984. - 358 с.
84. Скижали-Вейс, А. В. Футуристические проекты-прогнозы «Москвы будущего» 1914 и 2012 годов // Строительный эксперт [сайт] [2014]: URL: <http://www.archinfo.ru/publications/item/1452/>. (дата обращения 16.10.2022).
85. Смирнов, А. А. Формирование агломерационных форм расселения на основе развития системы пассажирского транспорта: эконом. ун-т. Санкт-Петербург, 2011. – 19 с.

86. Стало известно, из каких регионов водители чаще всего приезжают в Москву : [Новостной сайт]. URL: <https://www.autonews.ru/news/6096437d9a794737aa01e39c> (Дата обращения 10.10.2022)

87. 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)

88. Стрелков, К. Трубы для небоскрёбов // Наука и жизнь: электрон. Научный Журнал. 2008. № 11. URL: <https://www.nkj.ru/archive/articles/14888/?ysclid=19em1wwoau568546987>. (дата обращения 16.10.2022).

89. Табунщиков Ю. А., Шилкин Н. В. Аэродинамика высотных зданий // Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика (АВОК). Научный журнал №8. [Сайт] [2004].: URL: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=2662. (дата обращения 16.10.2022).

90. Тарасова, Л.Г. Взаимосвязь процессов управления и самоорганизации в развитии крупных городов / Л. Г. Тарасова. - Саратов : Изд-во Саратовского ун-та, 2009. - 141 с.

91. Тархов, С. А. Пространственные закономерности эволюции транспортных сетей : автореферат дис. ... доктора географических наук : 25.00.24 / Тархов Сергей Анатольевич ; Ин-т географии РАН. - Москва, 2002. - 46 с.

92. Телкова Ю.В. Аэродинамика плохообтекаемых призматических тел в условиях интерференции : автореферат дис. ... кандидата технических наук : 01.02.05 / Телкова Юлия Владимировна; Ин-т теорет. и прикладной механики им. – Новосибирск., 2012. – 22 с.

93. Ученые рассказали о вреде транспорта для окружающей среды: [статья]. – Текст. Изображение :электронные // Автостат. Аналитическое агентство [официальный сайт]. – URL:<https://www.autostat.ru/news/41452/?ysclid=19zgh42nhu389072968> (Дата обращения 10.10.2022)

94. Федоров, В. Н., Кузнецова, Е. Б., Булавина, И. Д., Новикова, Ю. А., Тихонова, Н. А. Гигиеническая оценка вертолётов гражданской авиации как источников шума и инфразвука в условиях территории населённых мест // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. 2018. № 2 (13). С 973-981.
95. Футурологические абстракции // Строй-Техника.ру [Сайт]: URL: <http://stroy-technics.ru/article/futurologicheskie-abstraktsii> (Дата обращения: 20.10.2022).
96. Хелипорт Москва. [Официальный сайт]. URL: <https://heliports-russia.ru/heliports/kheliport-moskva/>. (Дата обращения 10.10.2022)
97. Чебан А. Самая красивая в мире вертолетная площадка: сыграем в теннис над облаками? // блог в LiveJournal. : URL: <https://alexcheban.livejournal.com/167068.html> (Дата обращения: 20.10.2022).
98. Шуваев, Н.С. Конфликты в природопользовании и географические основы его рационализации в Астраханской области : диссертация ... кандидата географических наук : 25.00.36 / Шуваев Николай Сергеевич; [Место защиты: Калуж. гос. пед. ун-т им. К.Э. Циолковского]. - Калуга, 2007. - 136 с
99. Щепетков, Н. И. Формирование световой среды вечернего города: автореферат дис. доктора архитектуры: 18.00.01 / Моск. архитектур. ин-т. - Москва, 2004. - 64 с.
100. Яклашкин, П. Как оборудовать вертолётную площадку у загородного дома // Журнал Элитное.ру: URL: <https://elitnoe.ru/magazines/35-kak-oborudovat-vertolyotnuyu-ploschadku-u-zagorodnogo-doma> (Дата обращения: 20.10.2022).
101. Ярышев, С. Н., Шестернин, В. В. Объективная необходимость совершенствования нормативного регулирования обеспечения транспортной безопасности на воздушном транспорте // Международный правовой курьер. 2018. №1(25). С. 23-31.
102. Airbus начал испытания аэротакси. Новостной портал. URL: <https://tass.ru/ekonomika/6205374> (Дата обращения 10.10.2022)

103. Atlas of Places. [website]. – URL: <https://www.atlasofplaces.com/architecture/lingotto-factory/> (date of access 10.10.202).
104. Beal A. London's crazy plan for an elevated airport: Scrapped 1931 design reveals a dangerous wheel-shaped runway at King's Cross [website]. – 07.1953. – URL: <https://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-3678907/London-s-crazy-plan-elevated-airport-Scrapped-1931-designs-reveal-dangerous-wheel-shaped-runway-King-s-Cross.html> (date of access: 18.10.2022). – Text : electronic.
105. Bitexco Financial Tower : [official website]. – URL: <http://www.bitexcofinancialtower.com/?p=1587> (date of access 10.10.202). – Text. Image : electronic.
106. Defining "Ugly" in Architecture: Rooftop Airport, NYC, 1946: [website]. – 07.07.2016. – URL: <https://longstreet.typepad.com/thesciencebookstore/2010/02/rootop-airport-east-river-nyc.html> (date of access: 18.10.2022). – Text : electronic.
107. Dodge M. Vertical urbanism and the unrealized hopes of mass helicopter travel / M. Dodge. – Department of Geography, University of Manchester. RGS-IGB Conference - Vertical Worlds. 2014.
108. Dodge M., Brook R. Dreams of the helicopter travel in the 1950s and Liverpool's undeveloped plans for a city center heliport // Transaction of the historical society of Lancashire and Cheshire. 2014. Vol. 163. P. 111-125.
109. Dodge M., Brook R. Helicopter dreaming: the unrealized plans for city centre heliports in the post-war period. / M. Dodge, R. Brook. – Birmingham City University, 2016. – N 22. P. 42-55. ISBN 978-1-904839-72-9
110. Dodge M., Brook R. Post-war infrastructures of Manchester / M. Dodge, R. Brook. – Infra_MANC catalogue, 2012. – P. 3-220. ISBN 978-0-9562913-2-5.
111. Downtown Manhattan Heliport : [website]. – URL: <https://downtownmanhattanheliport.com/> (date of access 10.10.202). – Text. Image : electronic.
112. Ehang : [official website]. – URL: <https://www.ehang.com/ehangaav> (date of access 10.10.2022)

113. Emergency Pavilion in Teaching Hospital/DOMY // Arch daily [website]. – 2008. – URL: <https://www.archdaily.com/191579/emergency-pavilion-in-teaching-hospital-domy/> (date of access: 18.10.2022). – Text : electronic.
114. Heli Hub : [official website]. – URL: <https://helihub.com/2014/04/25/burjal-arab-to-offer-helipad-weddings-212m-above-arabian-gulf/> (date of access 10.10.202). – Text. Image : electronic.
115. Heliports in the City Plan. PAS Report №52 [website]. – 07.1953. – URL: <https://www.planning.org/pas/reports/report52/> (date of access: 18.10.2022). – Text : electronic.
116. Heliports of Russia: [официальный сайт] <https://heliports-russia.ru/> (дата обращения 28.10.2022) – Текст. Изображение : электронные.
117. Horsley C. B. Great Game Changers: How the Pan Am Building redefined Midtown architecture [website]. – 07.03.2017. – URL: <https://www.6sqft.com/great-game-changers-how-the-metlife-building-redefined-midtowns-architecture/> (date of access: 18.10.2022). – Text : electronic.
118. Italdesign and Airbus unveil Pop.Up. [official website]: URL: <https://www.airbus.com/newsroom/press-releases/en/2017/03/ITALDESIGN-AND-AIRBUS-UNVEIL-POPUP.html>. (date of access: 10.10.2022).
119. May 16, 1977 | 5 Killed in Helicopter Accident on Top of Pan Am Building. The New York times [official website]. – 16.07.2012. – URL: <https://archive.nytimes.com/learning.blogs.nytimes.com/2012/05/16/may-16-1977-helicopter-accident-on-top-of-pan-am-building-kills-five/> date of access: 18.10.2022). – Text : electronic.
120. Motor vehicles per 1000 people: Countries Cjvpared: [website] URL:<https://www.nationmaster.com/country-info/stats/Transport/Road/Motor-vehicles-per-1000-people> (date of access 11.10.2022)
121. Nicholas D. Unbuilt London: The Transport Schemes That Never Were [website]. – 16.11.2011. – URL: <https://www.ianvisits.co.uk/blog/2015/06/20/how-charing-cross-nearly-became-a-giant-helipad/> (date of access: 18.10.2022). – Text : electronic.

122. Novak M. Skyport One: The Airport of the Future from 1957 [website]. – 12.02.2013. – URL: <https://paleofuture.gizmodo.com/skyport-one-the-airport-of-the-future-from-1957-1474861998> (date of access: 18.10.2022). – Text : electronic.
123. PAL-V : [official website]. <https://www.pal-v.com/> (date access 23.10.2022)
124. Port authority heliport [website]. – 19.04.2020. – URL: <https://www.worldsfairphotos.com/nywf64/port-authority.htm> (date of access: 18.10.2022). – Text : electronic.
125. Tigler J. Noise alert // Aerospace America. – 2020. – URL: <https://aerospaceamerica.aiaa.org/features/noise-alert/> (date of access: 18.10.2022). – Text Imge : electronic.
126. Transition / Авиационная энциклопедия уголок неба : [сайт]. – URL: <http://www.airwar.ru/enc/la/transition.html> (Дата обращения 10.10.2022)
127. 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)
128. Vahana : [official website]. – URL: <https://www.airbus.com/innovation/zero-emission/urban-air-mobility/vahana.html> (date of access 10.10.202)
129. Volocopter : [official website]. – URL: <https://www.volocopter.com/> (date of access 10.10.2022)

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ АВТОРА

Основные положения диссертации отражены в 11 публикациях:

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 рецензируемых изданиях, входящих в международную реферативную базу данных Scopus:

3. Kazurov, A. and Suslova O., Aerodynamic features of buildings with runways unit. IOP Conference Series Materials Science and Engineering, 2019. - 675(1).

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.

СПИСОК ИЛЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРИАЛА

- Рисунок 1** – Безопасность использования перспективного воздушного транспорта в городе (*Фрагмент графической части диссертации*) 136
- Рисунок 2.** – Анализ уровня мобильности альтернативного городского транспорта. (*Фрагмент графической части диссертации*) 137
- Рисунок 3.** – Мультикоптер Георгия Александровича Ботезата 1922г. (Edison National Historic Site archives {04.300/02})..... 138
- Рисунок 4.** – Сравнение технических характеристик автомобиля, вертолета летающего автомобиля и пассажирского мультикоптера. (*Фрагмент графической части диссертации*)..... 138
- Рисунок 5.** – Проект летающего автомобиля американской компании Terrafugia, TF-X. (*Изображение использовано с официального сайта Terrafugia – <https://terrafugia.com/>*) 139
- Рисунок 6.** – Проект летающего автомобиля американской компании Terrafugia Transition, гибрид автомобиля с самолетом. (*Изображение использовано с официального сайта Terrafugia – <https://terrafugia.com/>*) 139
- Рисунок 7** – Проект летающего автомобиля словацкой компании Aeromobil - гибрид автомобиля с самолетом..... 140
- Рисунок 8** – Проект летающего трицикла-автожира голландской компании PAL-V Europe NV. (*Изображение использовано с сайта Flying – <https://www.flyingmag.com/photo-gallery-photos-pal-v-flying-car/>*)..... 140
- Рисунок 9** – Проект пассажирского мультикоптера «Ehang 184» китайской компании Ehang. (*Изображение использовано с официального сайта Ehang – <https://www.ehang.com/news/p/14.html>*) 141
- Рисунок 10** – Проект пассажирского конвертоплана «Vahana» компании Airbus. 141
- Рисунок 11** – Легковой электромобиль «Tesla» компании Tesla. (*«the next avenue» [Website].<https://thenextavenue.com/2020/04/30/tesla-claims-the-model-s->*

- long-range-plus-already-has-a-range-of-644-kilometers/ (date of access: 18.10.2022).*
 142
- Рисунок 12** – Беспилотный легковой автомобиль «Google». («*Insider*» [Website]. URL <https://thenextavenue.com/2020/04/30/tesla-claims-the-model-s-long-range-plus-already-has-a-range-of-644-kilometers/> (date of access: 18.10.2022) 142
- Рисунок 13** – Канатная дорога на Воробьевых горах в Москве («*Inc-news*» [Сайт]. <https://inc-news.ru/business/2:4903> (Дата обращения: 18.10.2022)) 143
- Рисунок 14** – Канатная дорога в Нью-Йорке, США, 1976 («*Окрестности Петербурга*» [Сайт]. URL <https://www.aroundspb.ru/amtrak/> (Дата обращения: 18.10.2022))..... 143
- Рисунок 15** – Клаус Бургле (Klaus Buerge). Транспортно-пересадочный узел. Вторая половина XX века. («*Klaus Buerge*» [Website]. URL http://klausbuergle.de/buerge_verkehr1htm (date of access: 18.10.2022). 144
- Рисунок 16** – Разрез «Транспортно-пересадочного узла» Клаус Бургле (Klaus Buerge). Реконструкция Автора. (Фрагмент графической части диссертации. Реконструкция разреза городского вертодрома по изображению) 145
- Рисунок 17** – Почтовая карточка из серии «Москва в 23 веке» шоколадной фирмы «Эйнем» 1914 года – «Центральный Вокзал Земных и Воздушных Путей Сообщения». («*Wikimedia commons* » [Сайт]. URL https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Moscow_in_XXIII_Century._Central_Air_Vokzal._1914.jpg?uselang=ru (Дата обращения: 18.10.2022) 146
- Рисунок 18** – Разрез здания Центрального аэровокзала, Товарищество «Эйнем», 1914 г. Реконструкция Автора. (Фрагмент графической части диссертации. Реконструкция разреза городского аэровокзала по изображению) 147
- Рисунок 19** – Городской проект аэропорта над рекой Темзой, 1934 г. Статья из журнала Popular Science («*ArchDaily*» [Website]. URL <https://www.archdaily.com/905680/a-series-of-rejected-plans-that-would-have-transformed-london> date of access: 18.10.2022)..... 148

- Рисунок 20** – Схема разреза «Здания аэропорта над рекой Темзой», 1934г. (Фрагмент графической части диссертации. Реконструкция разреза городского аэродрома по изображению) 149
- Рисунок 21** – Георгий Крутиков. «Летающие города» фрагмент дипломного проекта, 1928 г. («Elima» [Сайт]. URL <https://elima.ru/articles/?id=77>) (Дата обращения: 18.10.2022)..... 149
- Рисунок 22** – Георгий Крутиков. Разрез «летающего города». Фрагмент дипломного проекта, 1928 г. («ArchDaily» [Website]. URL <http://www.beaudouin-architectes.fr/2015/11/georgii-krutikov/> (date of access: 18.10.2022). 150
- Рисунок 23** – Схема устройства американского авианосца «Теодор Рузвельт CVN-68. Класс-Nimitz» («FAS Military Analysis Network» [Website]. URL https://man.fas.org/dod-101/sys/ship/cvn-68_i.htm (date of access: 18.10.2022) 151
- Рисунок 24** – Летающий автомобиль Уильяма Сэмюэла Хенсона и Джона Стрингфеллоу 1834г. («Gettyimages» [Website]. URL <https://www.gettyimages.com/photos/travelling-by-air?page=8&sort=oldest>) (date of access: 18.10.2022)..... 151
- Рисунок 25** – Предварительная сеть междугородних вертолетных перевозок, предложенная в 1952 г., на более крупных вертолётах, способных перевозить 48 пассажиров. Цифры на линиях маршрута указывают время в пути для вертолета, летящего со скоростью 160 миль в час. («The commercial future of helicopters”, Flight Magazine», Flight Magazine, 14 ноября 1952 г., с. 622.)..... 152
- Рисунок 26** – Фотография аварийной посадки вертолета на здание «Панам-Билдинг» США, 16 мая 1977 г. <http://retronewser.com/2017/05/16/five-killed-as-helicopter-on-new-yorks-pan-am-building-throws-rotor-blade-40-years-ago-this-hour-onthisday-otd-may-16-1977/>..... 153
- Рисунок 27** – Вертодром NetJets London Heliport, Великобритания, 1959 г. (Фрагмент графической части диссертации. Реконструкция плана вертодрома по изображению)..... 154

Рисунок 28 – Проект вертодрома в центре Лондона над вокзалом Чарринг-кросс. 1952 г. (*Фрагмент графической части диссертации. Реконструкция плана вертодрома по изображению*)..... 155

Рисунок 29. Джеймс Дартфорд. Макет проекта вертодрома «Sky port one», выполнен по заказу компании «Pilkington’s Glass Age Development Committee». 1959 г. (*Londonist. [Website]. URL: <https://londonist.com/london/technology/london-droneports-and-vertiports-we-ve-been-here-before> (date of access: 18.10.2022).*..... 156

Рисунок 30 – Эксперимент с 3D моделью здания «Sky port one» в виртуальной аэродинамической трубе в программе Autodesk «Flow design». Масштаб модели 1:100. (*Фрагмент графической части диссертации*). 157

Рисунок 31 – Фотография Здания-вертодрома «Port authority» на международной выставке ЕХРО, г.Нью-Йорк, 1965г. (*The 1964-1965 New York World’s Fair. [Website]. URL: <https://www.worldsfairphotos.com/nywf64/index.htm> (date of access: 18.10.2022).*..... 157

Рисунок 32 – Эксперимент с 3D моделью здания «Port authority» в виртуальной аэродинамической трубе в программе Autodesk «Flow design». Масштаб модели 1:100. (*Фрагмент графической части диссертации*) 158

Рисунок 33 – Вертодром «Heliport Мякинино», Московская область, 2015 г. (*Heliport Moscow. [Сайт]. URL: <https://www.worldsfairphotos.com/nywf64/index.htm> (дата обращения: 18.10.2022).* 158

Рисунок 34 – Влияние взлетно-посадочного оборудования на композицию архитектурных объектов. (*Фрагмент графической части диссертации*). 159

Рисунок 35 – MetLife Building (Pan am Building) вертолетная площадка. («PanAm.org» [Website]. URL: https://www.panam.org/index.php?option=com_content&view=article&id=370:pan-am-s-hawaii&catid=102:sights-sounds&Itemid=524 (date of access: 18.10.2022). .. 160

Рисунок 36 – Здание главного офиса банка Йокогамы в Японии. («Alajournal» [Website]. URL: <https://alajournal.com/yokohama/> (date of access: 18.10.2022)..... 160

- Рисунок 37** – Федеральное казённое учреждение Национального центра управления в кризисных ситуациях г. Москва (*МЧС России. [Сайт]. URL: <https://www.mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/operativnaya-informaciya/4832315>* (дата обращения: 18.10.2022)). 161
- Рисунок 38** - Слева космический корабль из х/ф фильма «Стар трек», справа архитектурное решение вертолетной площадки отеля Бурдж аль Араб в Дубае..... 161
- Рисунок 39** – Вертолетная площадка на здании фабрики «Фиат» г. Турин. («Moleventiquattro 24» [Website]. URL: <https://mole24.it/2020/02/25/la-bolla-di-vetro-e-acciaio-lopera-che-osserva-torino-dallalto/> (date of access: 18.10.2022) 162
- Рисунок 40** – Проект чешского архитектурного бюро Domy Architects. Университетская больница Градец Кралове. Чехия («ArchDaily» [Website]. URL <https://www.domycz.com/index.php?lang=en#gallery> (date of access: 18.10.2022). . 162
- Рисунок 41** – Здание Bitexo Financial Tower в Хошимине. *Leslie E. Robertson Associates/ СТБУН // Council on Tall Buildings and Urban Habitat [Website]. URL: <https://www.skyscrapercenter.com/building/bitexco-financial-tower/736>* (date of access: 18.10.2022)...... 163
- Рисунок 42** – Уровни расположения вертолетных площадок на зданиях и в городских пространствах. (*Фрагмент графической части диссертации*). 164
- Рисунок 43** – Плавающая вертолетная площадка при Министерстве обороны Российской Федерации. (*Яндекс карты [Сайт]. URL: <https://yandex.ru/maps>* (дата обращения: 18.10.2022)). 165
- Рисунок 44** – Строительство здания «Port authority», 1965г. (*The 1964-1965 New York World's Fair. [Website]. URL: <http://www.nywf64.com/poraut07.html>* (date of access: 18.10.2022)). 165
- Рисунок 45** – Схема причального комплекса на понтонах с вертолетной площадкой. (*Фрагмент графической части диссертации*). 166
- Рисунок 46** – Вертолётная площадка клиники нейрохирургии в городе Ахен, Германия, 2013 г. *Radabau GmbH // structurae [Website]. URL: <https://structurae.net/de/medien/221366-die-freie-form-der-architektur-gleicht-einer-in->*

die-luft-erhobenen-geoeffneten-handflaeche-ihre-geste-verheisst-rettung (date of access: 18.10.2022). 166

Рисунок 47 – Строительство вертолетной площадки клиники нейрохирургии в городе Ахен, Германия, 2017 г. (*Staedte-fotos.de. [Website]. URL: https://www.staedte-fotos.de/bild/Deutschland~Nordrhein-Westfalen~Aachen/27806/der-neue-hubschrauberlandeplatz-vor-dem-aachener.html* (date of access: 18.10.2022). 167

Рисунок 48 – Строительство здания отеля «Бурдж аль Араб» г. Дубай. ОАЭ, 1994-1999 гг. (*Magazine online. [Website]. URL: https://az.rancholaorquidea.com/5040-the-legendary-burj-al-arab-hotel-in-dubai.html* (date of access: 18.10.2022). 167

Рисунок 49 – Монтаж конструкции вертолётной площадки. Bitexco Tower в г. Хошимине, 2007-2010 гг. *Leslie E. Robertson Associates/ CTBUH // Council on Tall Buildings and Urban Habitat [Website]. URL: https://www.skyscrapercenter.com/building/bitexco-financial-tower/736* (date of access: 18.10.2022). 168

Рисунок 50 – Схема аэронавигационного оборудования вертолетной площадки. (*Фрагмент графической части диссертации*). 169

Рисунок 51 – Анализ аэродинамических характеристик основных форм зданий. (*Фрагмент графической части диссертации*). 170

Рисунок 52 – Схемы этапов развития архитектуры и вспомогательной инфраструктуры, взаимодействующей с перспективным видом воздушного транспорта. (*Фрагмент графической части диссертации*). 171

Рисунок 53 – Эксперимент с 3D моделью здания с приподнятыми взлетно-посадочными площадками над основным объемом здания в виртуальной аэродинамической трубе в программе Autodesk «Flow design». Масштаб модели 1:100. (*Фрагмент графической части диссертации*) 172

Рисунок 54 – Эксперимент с 3D моделью здания ступенчатой формы в виртуальной аэродинамической трубе в программе Autodesk «Flow design». Масштаб модели 1:100. (*Фрагмент графической части диссертации*) 172

- Рисунок 55** – Эксперимент с 3D моделью здания с внутренним двором в виртуальной аэродинамической трубе в программе Autodesk «Flow design». Масштаб модели 1:100. *(Фрагмент графической части диссертации)* 173
- Рисунок 56** – Схема принципов и особенностей формирования зданий со взлетно-посадочным блоком. *(Фрагмент графической части диссертации)* 174
- Рисунок 57** – Типы расположения ВПБ в здании. *(Фрагмент графической части диссертации)* 175
- Рисунок 58** – Схема функционального назначения ВПБ для разных типов и зданий. *(Фрагмент графической части диссертации)* 176
- Рисунок 59** – Схема функционального зонирования для разных типов и конфигураций ВПБ в здании. *(Фрагмент графической части диссертации)* 177
- Рисунок 60** – Экспериментальные демпфирующие конструкции для взлетно-посадочных площадок аэродромной части ВПБ. *(Фрагмент графической части диссертации)* 178
- Рисунок 61** – Проект автоматизированной парковки для перспективного воздушного транспорта. *(Фрагмент графической части диссертации)* 179
- Рисунок 62** – Проект многофункционального высотного здания «Аэробашня» *(Фрагмент графической части диссертации)* 180
- Рисунок 63** – Проект центра экстренной медицинской помощи. *(Фрагмент графической части диссертации)* 181

ПРИЛОЖЕНИЕ. ГРАФИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

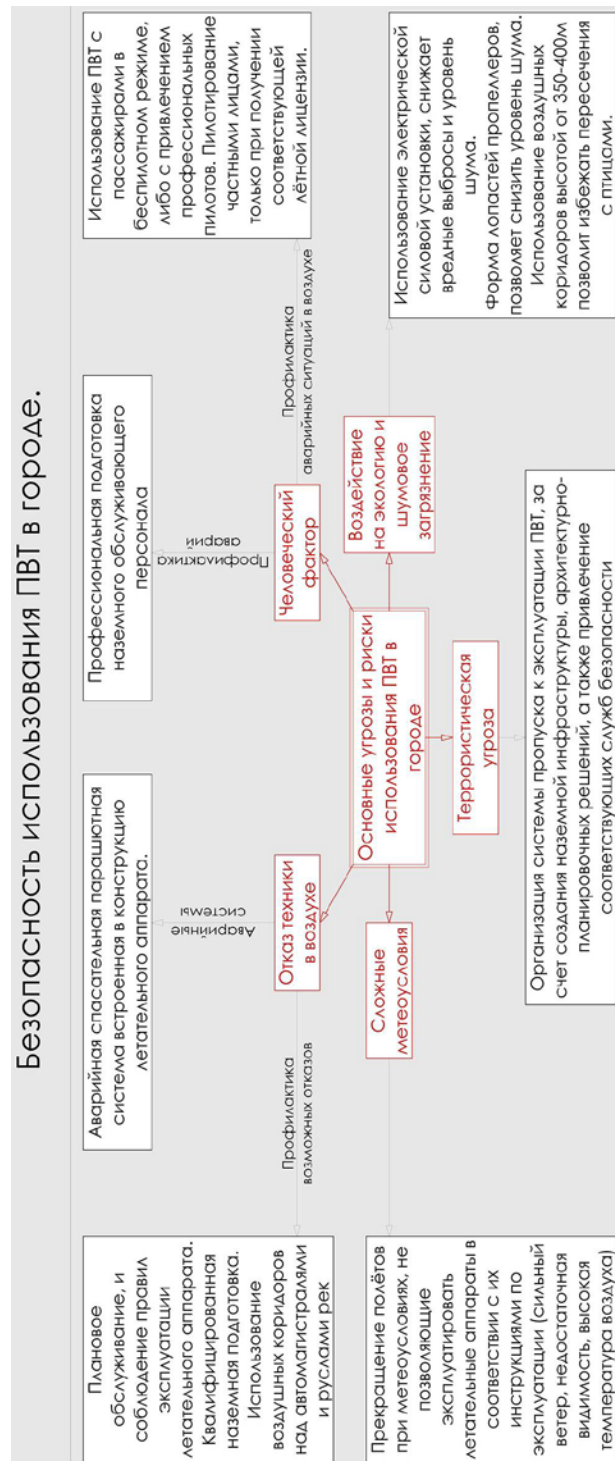


Рисунок 1 – Безопасность использования перспективного воздушного транспорта в городе

(Фрагмент графической части диссертации)




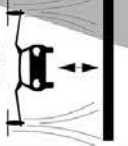
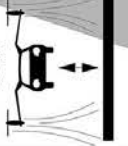







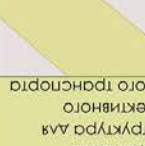
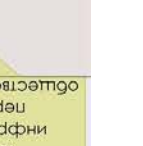






Альтернативные виды транспорта.	Гибридная группа транспорта сочетающая в себе возможность использовать воздушное пространство так и дорожно-транспортную сеть.	Пассажирские беспилотные летательные аппараты	Группа автомобилей нового поколения (с электрической силовой установкой или с беспилотным управлением).	Группа перспективного общественного транспорта и использующего специальную инфраструктуру. (Эстакады для поперечного транспорта, монорельсы или дорожки для беспилотных капсул)
<p>Элементы транспортной инфраструктуры</p> <p>взлетно-посадочная полоса</p>  <p>вертолётная площадка на крыше</p>  <p>вертолётная площадка на земле</p> 	<p>Возможность использовать ВПП (укороченные и обычные) и вертолётные площадки за счёт СВВП</p>  <p>Возможность использовать дорожно-транспортную сеть в том числе обычные парковки за счёт возможности складывания крыльев.</p>	<p>Возможность использовать ВПП (укороченные и обычные) и вертолётные площадки за счёт СВВП</p>  <p>Возможность использовать дорожно-транспортную сеть в том числе обычные парковки за счёт возможности складывания крыльев.</p>	<p>Возможность использовать взлетно-посадочную полосу (ВПП)</p> <p>Не может использовать вертолётные площадки, так как отсутствуют системы вертикального взлёта и посадки (СВВП)</p>	<p>Возможность использовать взлетно-посадочную полосу (ВПП)</p> <p>Не может использовать вертолётные площадки, так как отсутствуют системы вертикального взлёта и посадки (СВВП)</p>
<p>инфраструктура для воздушных транспортных средств</p>  <p>автомобильные дороги</p>  <p>автомобильная развязка</p>  <p>автомобильный тоннель</p>  <p>автомобильный мост</p>  <p>автомобильная парковка</p>	<p>Возможность использовать дорожно-транспортную сеть в том числе обычные парковки за счёт возможности складывания крыльев.</p>	<p>Возможность использовать дорожно-транспортную сеть при наличии обычного автомобильного шасси и возможности складывать консоли с двигателями.</p>	<p>Предназначен только для дорожно-транспортной сети. Цель внедрения данного транспортного средства - улучшение качества движения на дорогах за счёт устранения человеческого фактора.</p>	<p>Предназначен только для дорожно-транспортной сети. Цель внедрения данного транспортного средства - улучшение качества движения на дорогах за счёт устранения человеческого фактора.</p>
<p>Специальная инфраструктура для перспективного общественного транспорта</p> <p>эстакада и специально оборудованные парковки</p>  <p>станция для остановки и специальная эстакада для 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>Используют только специальные дорожки и эстакады, по которым перемещаются капсулы</p> 	<p>Используют только специальные дорожки и эстакады, по которым перемещаются капсулы</p>  <p>Используют только специальные дорожки и эстакады, по которым перемещаются капсулы</p> 	<p>Используют только специальную инфраструктуру из-за конструктивных особенностей.</p>

Рисунок 2. – Анализ уровня мобильности альтернативного городского транспорта. (Фрагмент графической части диссертации)



Рисунок 3. – Мультикоптер Георгия Александровича Ботезата 1922г. (Edison National Historic Site archives {04.300/02}).

Сравнение технических характеристик автомобиля, вертолета с летающим автомобилем и пассажирским дроном

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ	 Семейный автомобиль Длина: 4700 Ширина: 1700 Высота: 1400	 Длина: 8900 Высота: 3300 Ширина: 2300 Ø Несущего винта: 10м Лёгкий многоцелевой четырёхместный коммерческий вертолёт Robinson R44 компании Robinson Helicopters.	 Длина: 3866 Высота: 3899 Ширина: 1447 Ø Несущих винтов: 600мм Лёгкий бескрылый пассажирский дрон «Ehang 184».	 Длина: 4800 Ширина: 1800 Высота: 1500 Размах крыльев: 3800 Прототип летающего автомобиля TX-X компании Terrafugia.
Средняя скорость на земле	~60-100 км/ч	-	-	~60-100 км/ч
Крейсерская скорость в воздухе	-	~210 км/ч	~100 км/ч	~320 км/ч
Максимальная скорость в воздухе	-	~240 км/ч	-	~450 км/ч
Дальность по земле	~200 км	-	-	~200-250 км
Дальность полета	-	~650км	~650км	~800км
Расход топлива на земле	~6-10 л/100км	-	-	~6-10 л/100км
Расход топлива в воздухе	-	57 л/час	14,4 кВт*ч	не известно
Масса	~2000 кг	1200 кг	200 кг	~1500 кг
Мощность силовой установки	~ 110 л.с.	260 л/с	(8 моторов) – 106 кВт	2 взлётных электродвигателя 500 кВт бензиновый маршевый двигатель : 500 л/с
Навигационное оборудование для полета днем и ночью	-	+	+	+
Вертикальный взлет и посадка	-	+	+	+
Топливо/источник энергии	Бензин	Бензин	Бензин/электричество	Бензин/электричество
Количество пассажиров/экипаж	1+3	1+3	1	1+3
Количество двигателей	1	1	8	3
Максимальная высота полета	-	4250 м	500м	6000 м
Рабочая высота полета	-	1500 м	350м	1500 м
Минимальный диаметр посадочной площадки	-	20*20 м	10*10 м	10*10 м

 Наилучшие технические характеристики
 Высокий потенциал развития данного типа транспортного средства, как городского транспорта будущего.

Рисунок 4. – Сравнение технических характеристик автомобиля, вертолета летающего автомобиля и пассажирского мультикоптера. (Фрагмент графической части диссертации)



Рисунок 5. – Проект летающего автомобиля американской компании TerraFugia, TF-X.

(Изображение использовано с официального сайта TerraFugia – <https://terrafugia.com/>)



Рисунок 6. – Проект летающего автомобиля американской компании TerraFugia Transition, гибрид автомобиля с самолетом.

(Изображение использовано с официального сайта TerraFugia – <https://terrafugia.com/>)



Рисунок 7 – Проект летающего автомобиля словацкой компании Aeromobil
- гибрид автомобиля с самолетом.

(Изображение использовано с сайта Designboom –
<https://www.designboom.com/technology/collapsible-aeromobil-3-0-flying-car-1030-2014/>)



Рисунок 8 – Проект летающего трицикла-автожира голландской компании
PAL-V Europe NV.

(Изображение использовано с сайта Flying – <https://www.flyingmag.com/photo-gallery-photos-pal-v-flying-car/>).



Рисунок 9 – Проект пассажирского мультикоптера «Ehang 184» китайской компании Ehang.

(Изображение использовано с официального сайта Ehang – <https://www.ehang.com/news/p/14.html>)



Рисунок 10 – Проект пассажирского конвертоплана «Vahana» компании Airbus.

(Изображение использовано с официального сайта Airbus – <https://www.airbus.com/en/urbanairmobility/cityairbus-nextgen/vahana>)



Рисунок 11 – Легковой электромобиль «Tesla» компании Tesla.
(«the next avenue» [Website]. <https://thenextavenue.com/2020/04/30/tesla-claims-the-model-s-long-range-plus-already-has-a-range-of-644-kilometers/> (date of access: 18.10.2022).



Рисунок 12 – Беспилотный легковой автомобиль «Google».
(«Insider» [Website]. URL <https://thenextavenue.com/2020/04/30/tesla-claims-the-model-s-long-range-plus-already-has-a-range-of-644-kilometers/> (date of access: 18.10.2022)



Рисунок 13 – Канатная дорога на Воробьевых горах в Москве
(«Inc-news» [Сайт]. <https://inc-news.ru/business/2:4903> (Дата обращения:
18.10.2022))



Рисунок 14 – Канатная дорога в Нью-Йорке, США, 1976
(«Окрестности Петербурга» [Сайт]. URL <https://www.aroundspb.ru/amtrak/> (Дата
обращения: 18.10.2022).

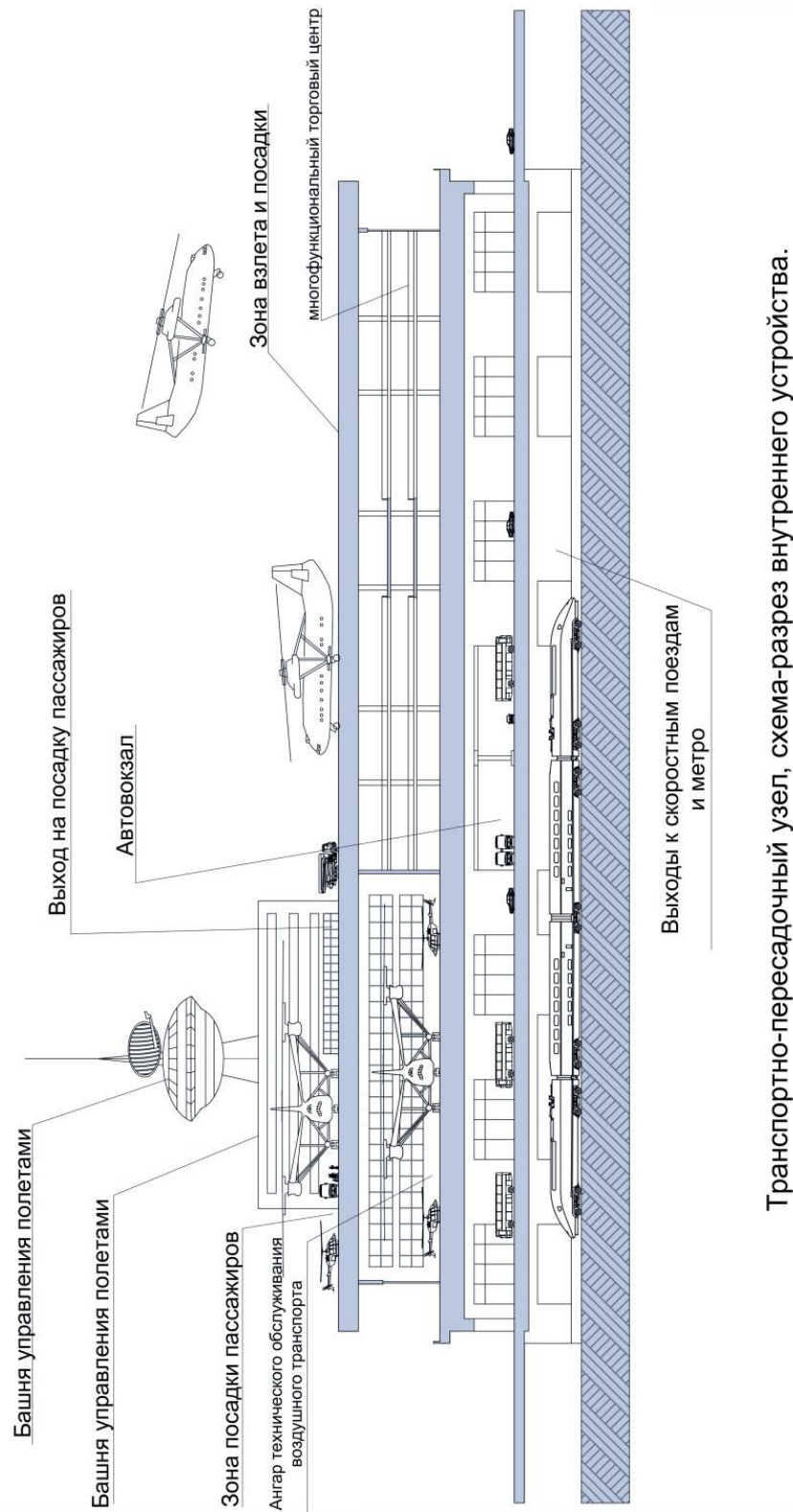


Космический транспорт, Воздушный транспорт, автомобили, ж/д транспорт, автобусы, пешеходы.
Транспортно-пересадочный узел с космодромом.

Рисунок 15 – Клаус Бургле (Klaus Buegler). Транспортно-пересадочный узел.

Вторая половина XX века.

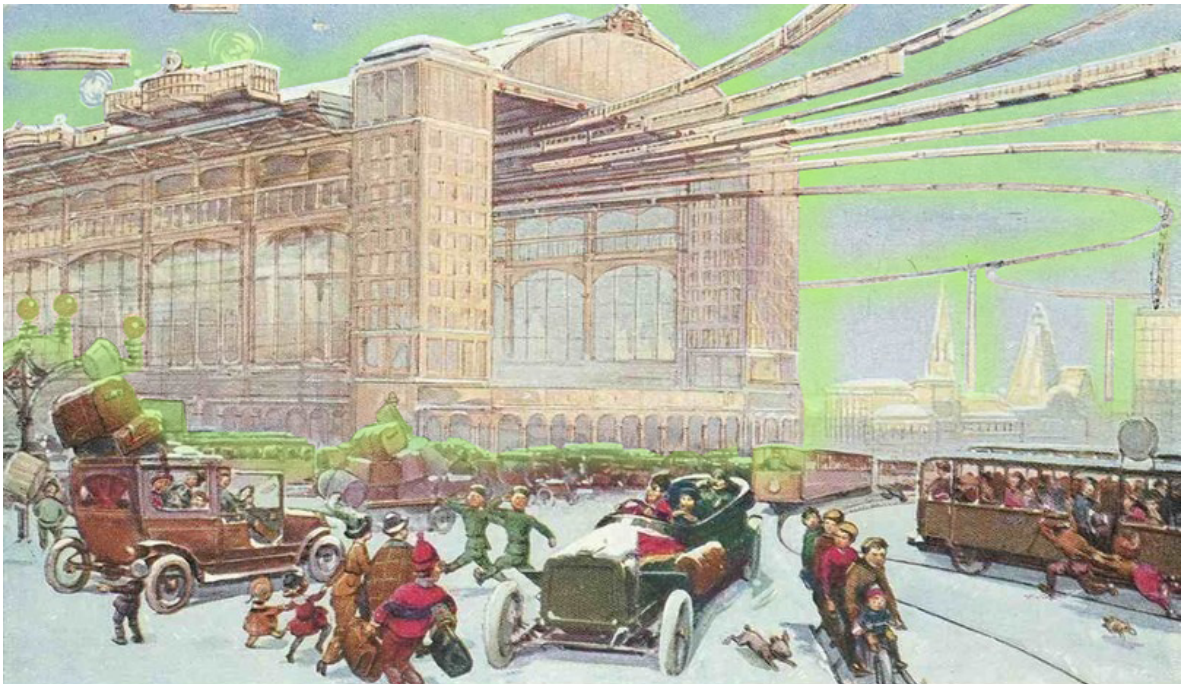
(«Klaus Buegler» [Website]. URL http://klausbuegler.de/buegler_verkehr1htm (date of access: 18.10.2022)).



Транспортно-пересадочный узел, схема-разрез внутреннего устройства.

Рисунок 16 – Разрез «Транспортно-пересадочного узла» Клаус Бургле (Klaus Burgle). Реконструкция Автора.

(Фрагмент графической части диссертации. Реконструкция разреза городского вертодрома по изображению)

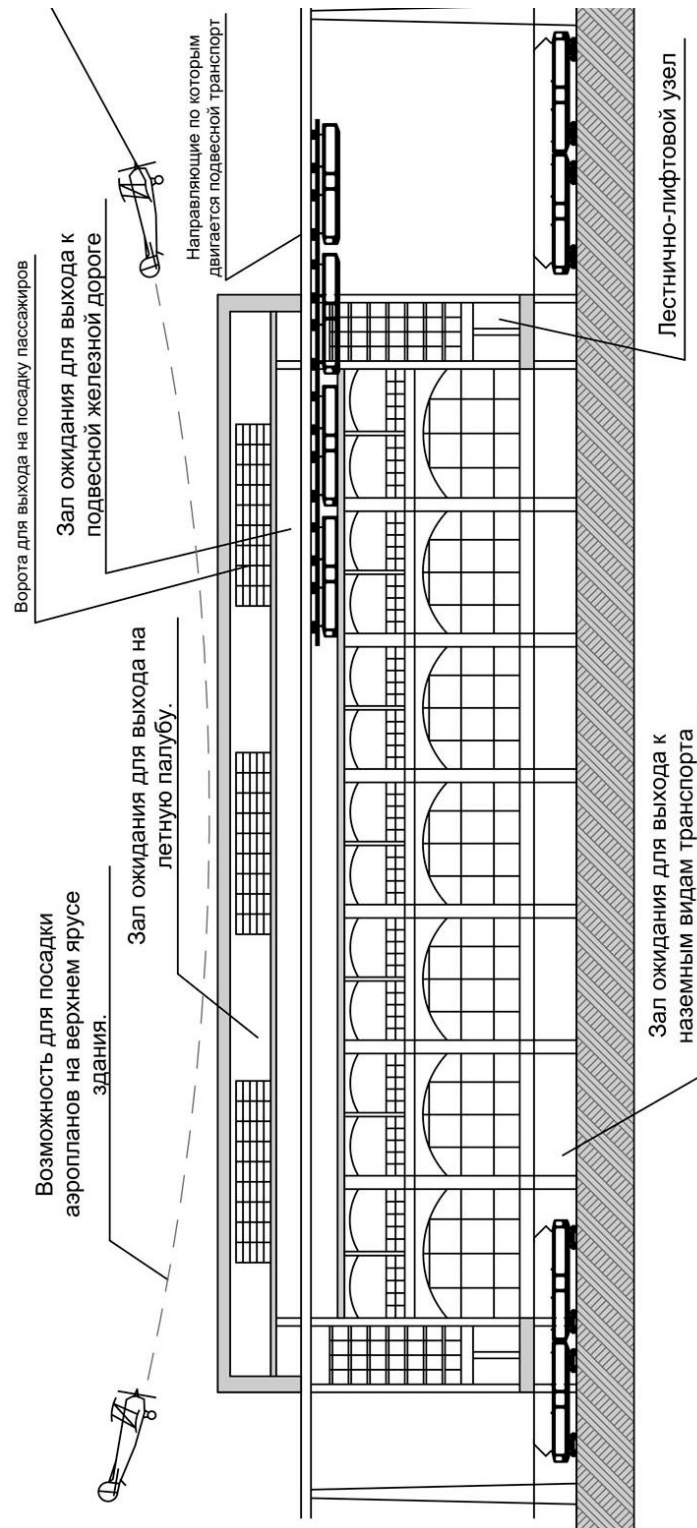


Летающий транспорт. Автомобили. Подвесной транспорт. Трамваи. Автобусы. Пешеходы
Транспортно-пересадочный узел.

Рисунок 17 – Почтовая карточка из серии «Москва в 23 веке» шоколадной фирмы «Эйнем» 1914 года – «Центральный Вокзал Земных и Воздушных Путей Сообщения».

(«*Wikimedia commons*» [Сайт]. URL

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Moscow_in_XXIII_Century._Central_Air_Vokzal._1914.jpg?uselang=ru (Дата обращения: 18.10.2022)



«Центральный вокзал». Схема-разрез, устройство транспортно-пересадочного узла, товарищество Эйнем, 1914

Рисунок 18 – Разрез здания Центрального аэровокзала, Товарищество «Эйнем», 1914 г. Реконструкция Автора.

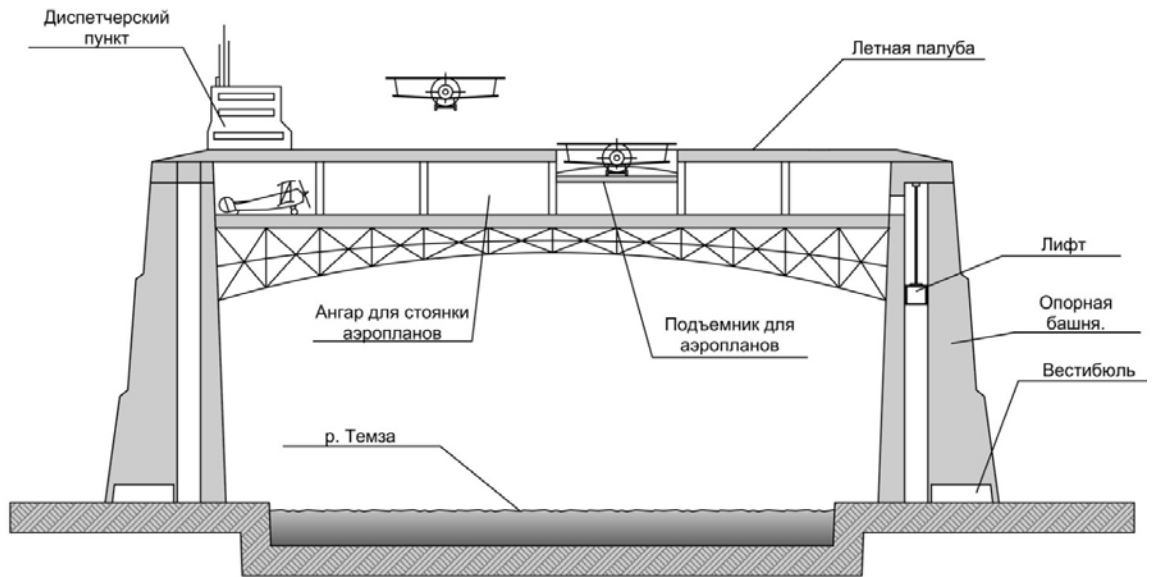
(Фрагмент графической части диссертации. Реконструкция разреза городского аэровокзала по изображению)



Рисунок 19 – Городской проект аэропорта над рекой Темзой, 1934 г.

Статья из журнала Popular Science

(«ArchDaily» [Website]. URL <https://www.archdaily.com/905680/a-series-of-rejected-plans-that-would-have-transformed-london> date of access: 18.10.2022)



Здание аэропорта над рекой Темзой.

Рисунок 20 – Схема разреза «Здания аэропорта над рекой Темзой», 1934г.
(Фрагмент графической части диссертации. Реконструкция разреза городского аэродрома по изображению)

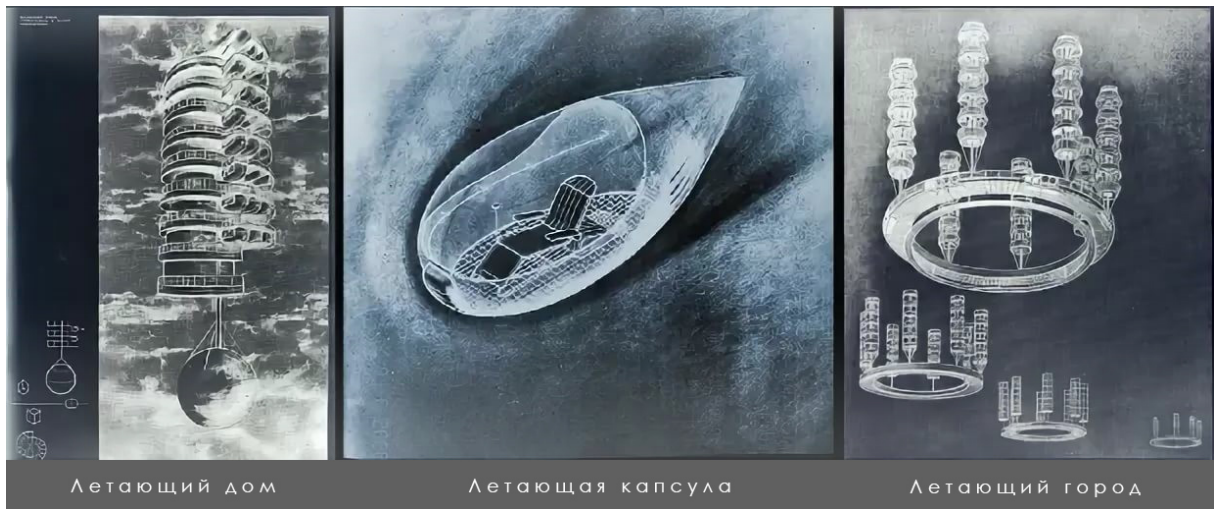
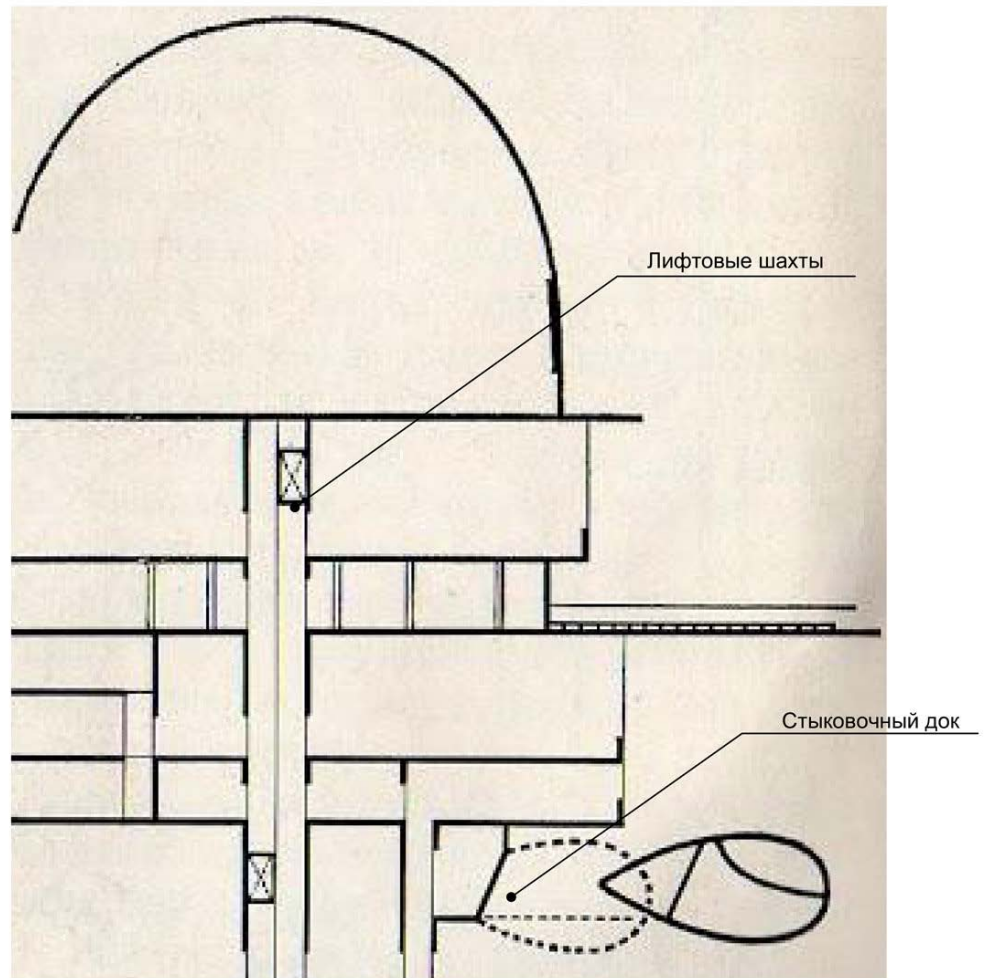


Рисунок 21 – Георгий Крутиков. «Летающие города» фрагмент дипломного проекта, 1928 г.

(«Elima» [Сайт]. URL <https://elima.ru/articles/?id=77>) (Дата обращения: 18.10.2022).



Летающие города Г.Крутикова. Схема-разрез, устройство жилого блока.

Рисунок 22 – Георгий Крутиков. Разрез «летающего города». Фрагмент дипломного проекта, 1928 г.

(«ArchDaily» [Website]. URL <http://www.beaudouin-architectes.fr/2015/11/georgii-krutikov/> (date of access: 18.10.2022).

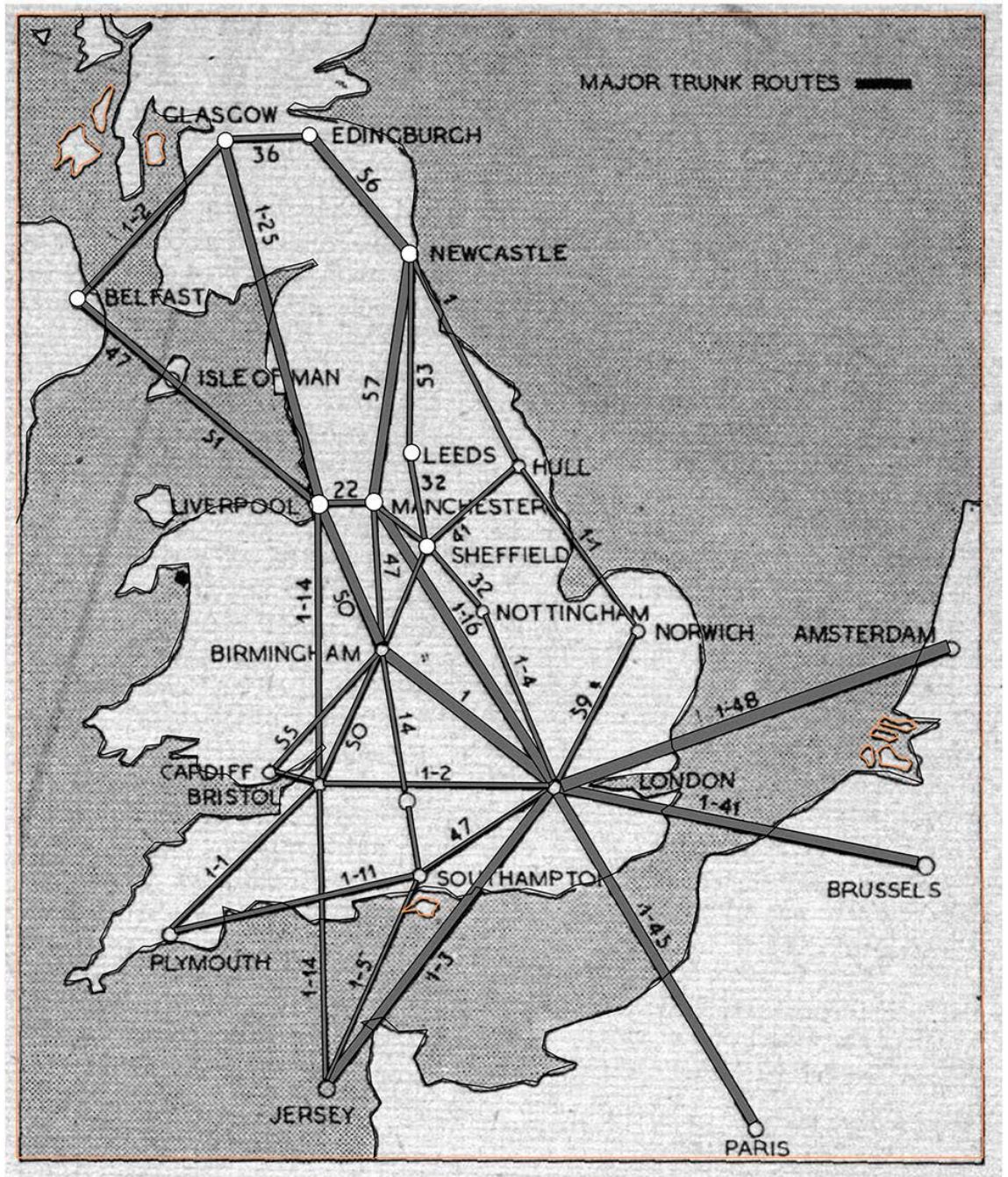


Рисунок 25 – Предварительная сеть междугородних вертолетных перевозок, предложенная в 1952 г., на более крупных вертолётах, способных перевозить 48 пассажиров. Цифры на линиях маршрута указывают время в пути для вертолета, летящего со скоростью 160 миль в час.
(«The commercial future of helicopters», Flight Magazine», Flight Magazine, 14 ноября 1952 г., с. 622.).



Рисунок 26 – Фотография аварийной посадки вертолета на здание «Панам-Билдинг» США, 16 мая 1977 г.

<http://retronewser.com/2017/05/16/five-killed-as-helicopter-on-new-yorks-pan-am-building-throws-rotor-blade-40-years-ago-this-hour-onthisday-otd-may-16-1977/>

Проект вертодрома в Лондоне на берегу реки Темзы в промышленном квартале города. Особенностью этого проекта является вынесение за пределы основной площадки вертодрома зона взлета и посадки.



Функциональная схема вертодрома

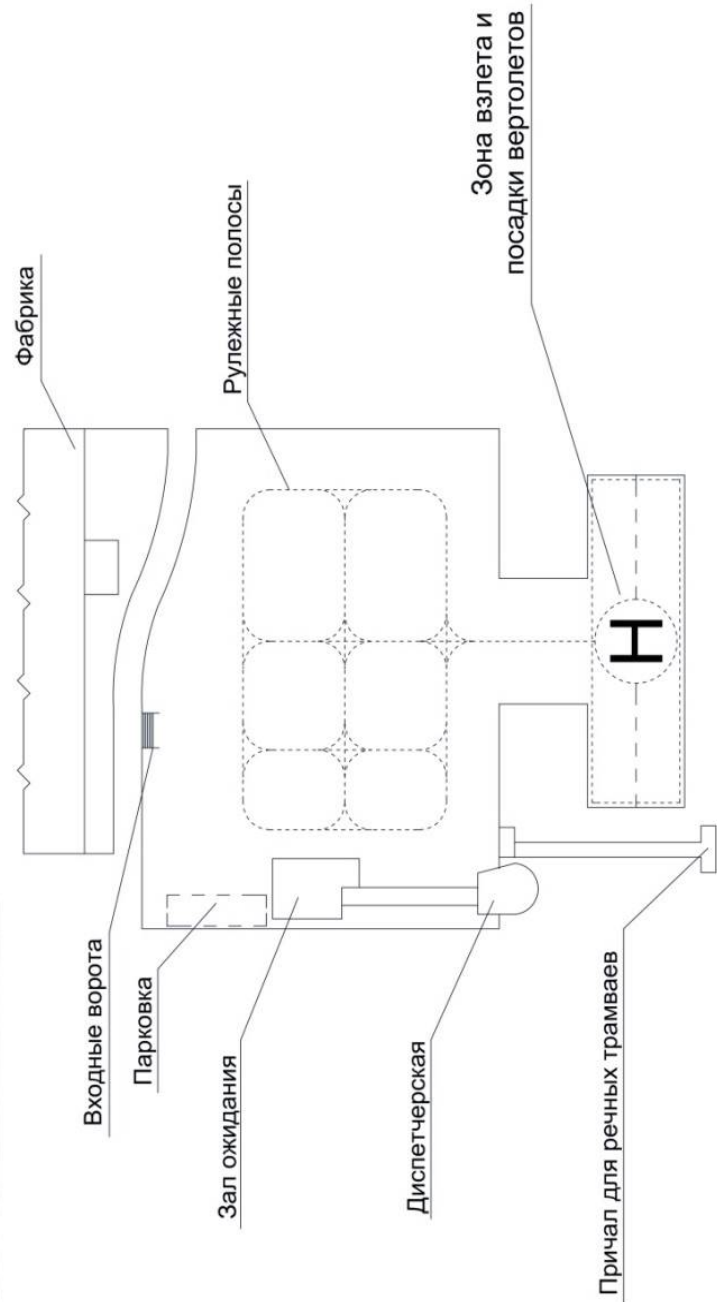


Рисунок 27 – Вертодром NetJets London Heliport, Великобритания, 1959 г.
(Фрагмент графической части диссертации. Реконструкция плана вертодрома по изображению)

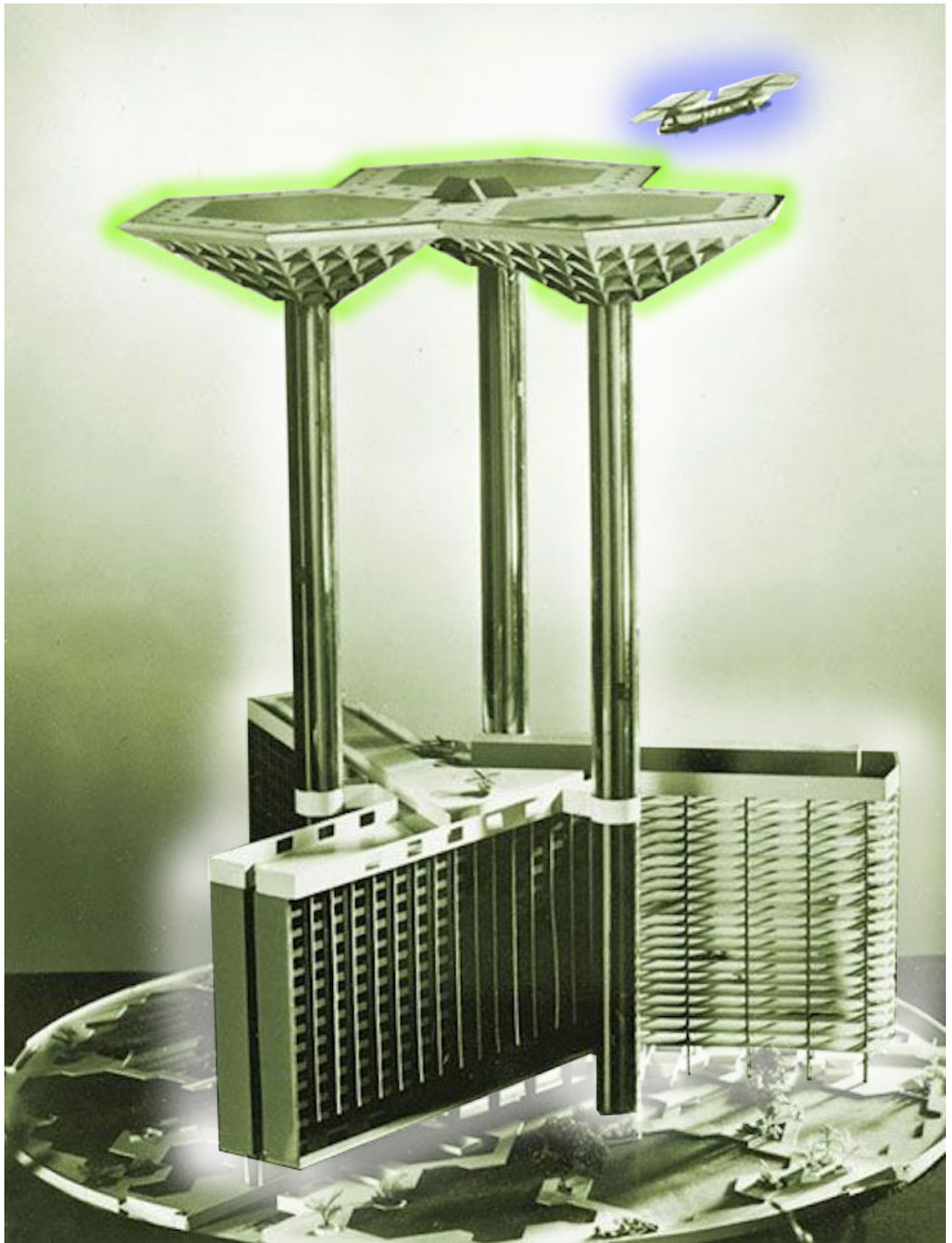


Рисунок 29. Джеймс Дартфорд. Макет проекта вертодрома «Sky port one», выполнен по заказу компании «Pilkington’s Glass Age Development Committee».

1959 г.

(Londonist. [Website]. URL: <https://londonist.com/london/technology/london-droneports-and-vertiports-we-ve-been-here-before> (date of access: 18.10.2022).

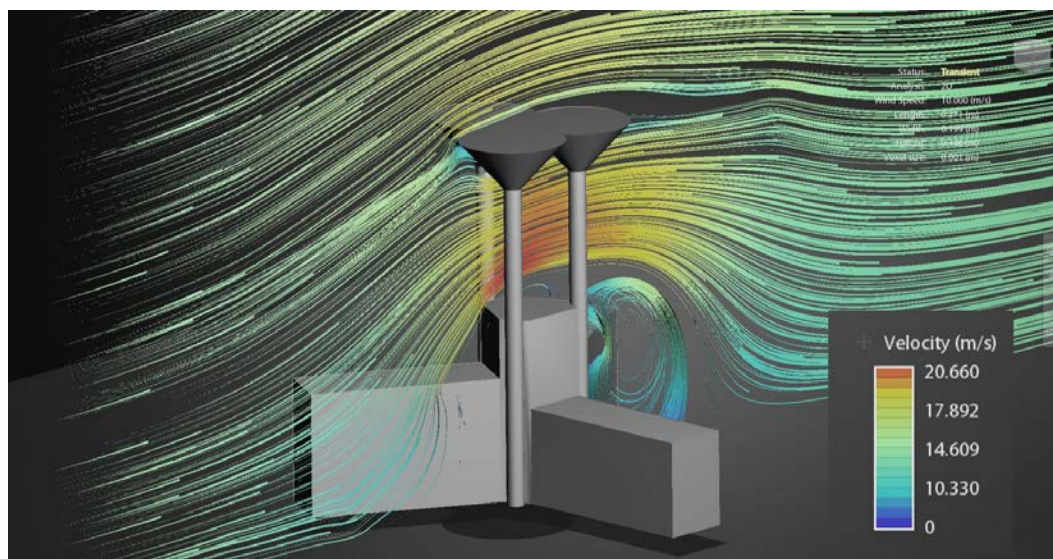


Рисунок 30 – Эксперимент с 3D моделью здания «Sky port one» в виртуальной аэродинамической трубе в программе Autodesk «Flow design». Масштаб модели 1:100. (Фрагмент графической части диссертации).



Рисунок 31 – Фотография Здания-вертодрома «Port authority» на международной выставке EXPO, г.Нью-Йорк, 1965г.

(The 1964-1965 New York World's Fair. [Website]. URL:

<https://www.worldsfairphotos.com/nywfb4/index.htm> (date of access: 18.10.2022).

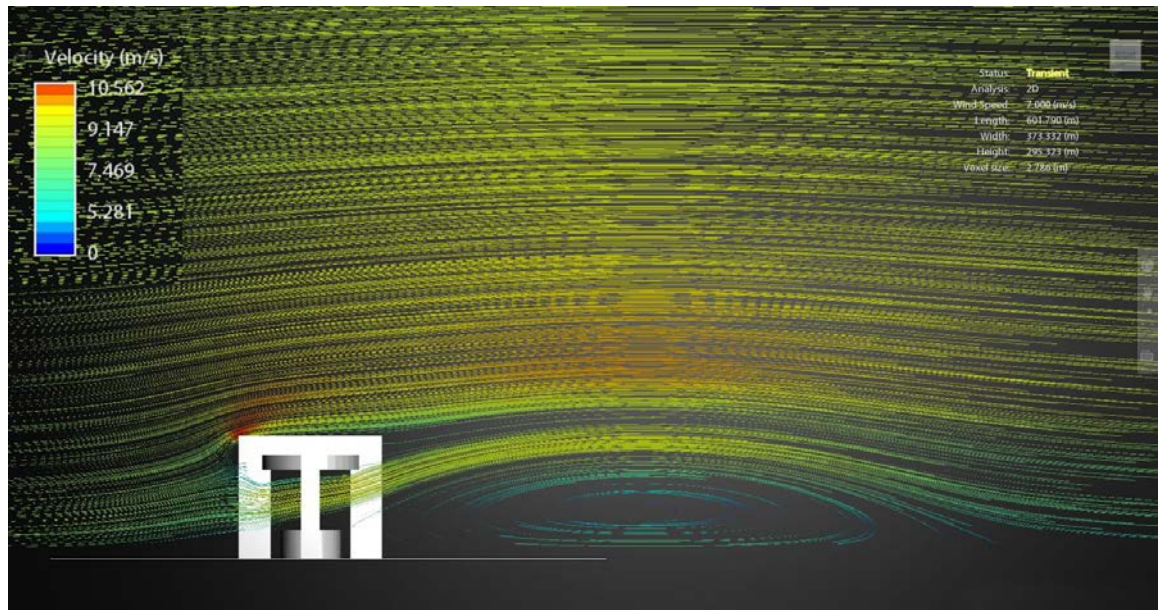


Рисунок 32 – Эксперимент с 3D моделью здания «Port authority» в виртуальной аэродинамической трубе в программе Autodesk «Flow design». Масштаб модели 1:100. (Фрагмент графической части диссертации)



Рисунок 33 – Вертодром «Heliport Мякинино», Московская область, 2015 г. (Heliport Moscow. [Сайт]. URL: <https://www.worldsfairphotos.com/nywfb4/index.htm> (дата обращения: 18.10.2022).




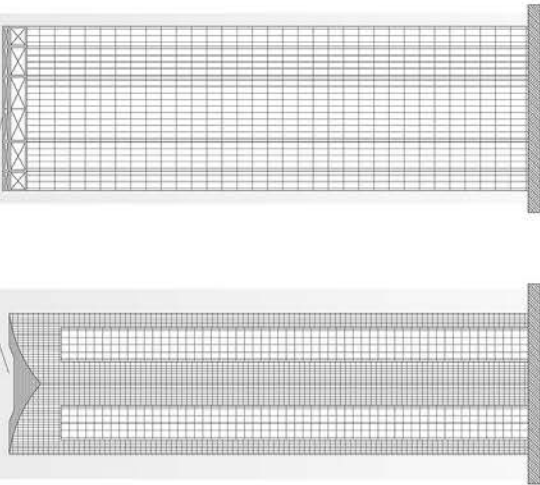
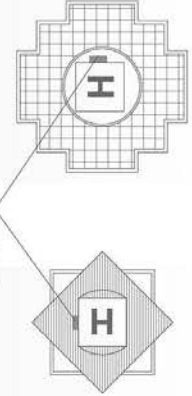
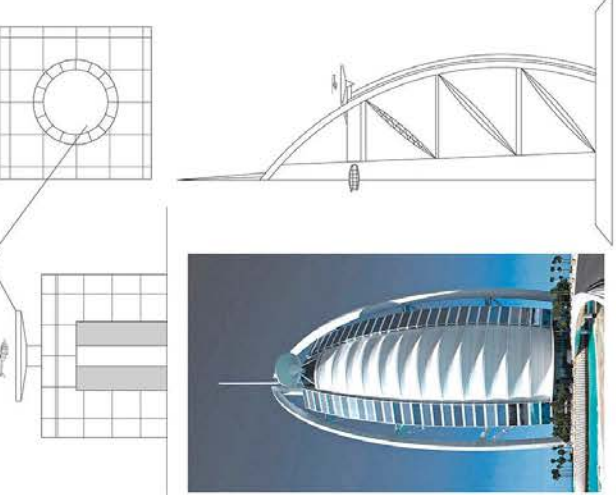

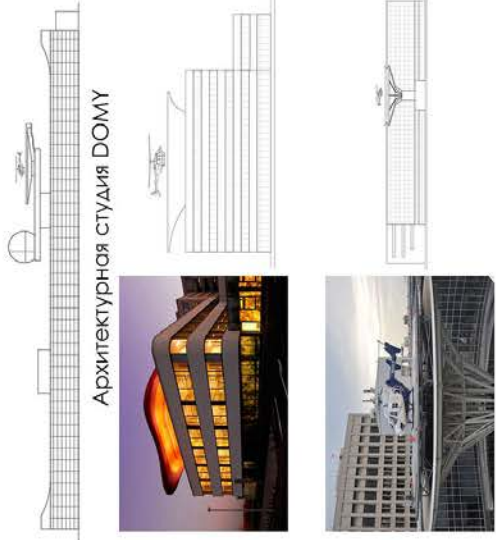
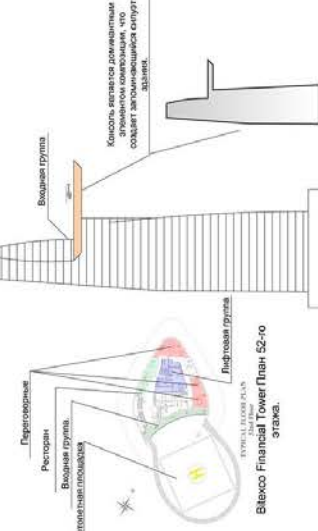
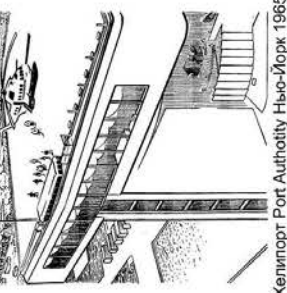

<p>НЕВЫРАЖЕННОЕ</p>	<p>ОПОСРЕДОВАННОЕ</p>	<p>ДОМИНАНТНОЕ</p>
<p>не влияет на внешний вид здания</p> 	<p>посадочная площадка важный архитектурный элемент здания, но не является доминантным</p> 	<p>посадочная площадка основной элемент формирующий образ здания. занимает доминантную позицию в композиции</p> 
<p>Несколько в Лондоне, Японию. Расположение в центре градостроительной композиции не влияет на образ здания.</p>  <p>Высота и пропорции</p> 	 <p>Здание фабрики Флат, Турин</p>  <p>Архитектурная студия ДОМУ</p> 	 <p>Витязь Финанс Тاور, Хушмин.</p> <p>Парковочная площадка Выходная группа Ресторан Космическое доминантное здание, которое создает запоминающийся образ здания.</p>  <p>Хелипорт Port Authority Нью-Йорк 1965г.</p> <p>Выход на пешеходную площадку Диспетчерская Вертикальная посадочная Ресторан Диспетчерская улица</p> <p>Новый тип здания предназначенный для взаимодействия с вертолетным транспортом.</p> 

Рисунок 34 – Влияние взлетно-посадочного оборудования на композицию архитектурных объектов.
(Фрагмент графической части диссертации).



Рисунок 35 – MetLife Building (Pan am Building) вертолетная площадка.

(«PanAm.org» [Website]. URL:

https://www.panam.org/index.php?option=com_content&view=article&id=370:pan-am-s-hawaii&catid=102:sights-sounds&Itemid=524 (date of access: 18.10.2022).

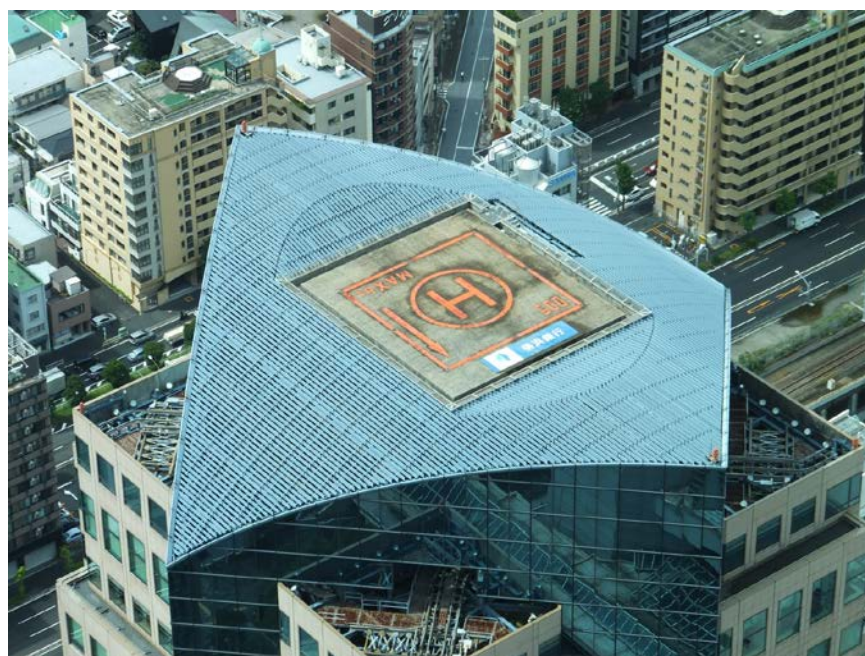


Рисунок 36 – Здание главного офиса банка Йогогамы в Японии.

(«Alajournal» [Website]. URL: <https://alajournal.com/yokohama/> (date of access: 18.10.2022)



Рисунок 37 – Федеральное казённое учреждение Национального центра управления в кризисных ситуациях г. Москва
(МЧС России. [Сайт]. URL: <https://www.mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/operativnaya-informaciya/4832315> (дата обращения: 18.10.2022).

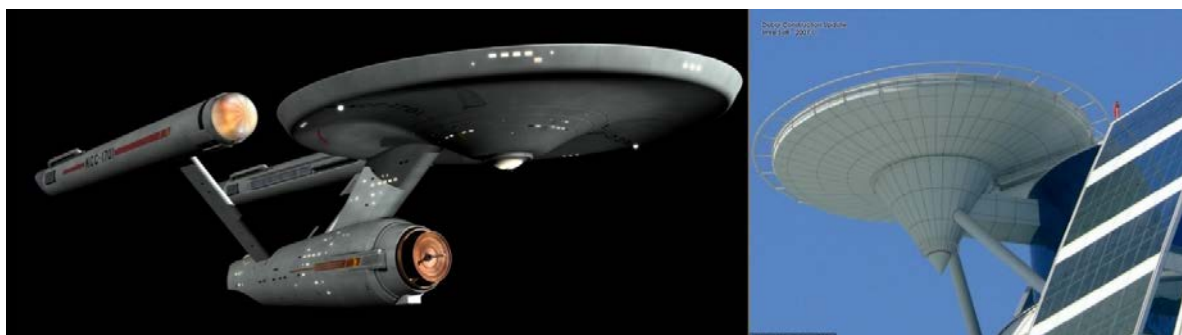


Рисунок 38 - Слева космический корабль из х/ф фильма «Стар трек», справа архитектурное решение вертолетной площадки отеля Бурдж аль Араб в Дубае.



Рисунок 39 – Вертолетная площадка на здании фабрики «Фиат» г. Турин.
(«Moleventiquattro 24» [Website]. URL: <https://mole24.it/2020/02/25/la-bolla-di-vetro-e-acciaio-lopera-che-osserva-torino-dallalto/> (date of access: 18.10.2022)



Рисунок 40 – Проект чешского архитектурного бюро Domy Architects. Университетская больница Градец Кралове. Чехия
(«ArchDaily» [Website]. URL <https://www.domycz.com/index.php?lang=en#gallery> (date of access: 18.10.2022).



Рисунок 41 – Здание Bitexco Financial Tower в Хошимине.

Leslie E. Robertson Associates/ CTBUH // Council on Tall Buildings and Urban Habitat [Website]. URL: <https://www.skyscrapercenter.com/building/bitexco-financial-tower/736> (date of access: 18.10.2022).

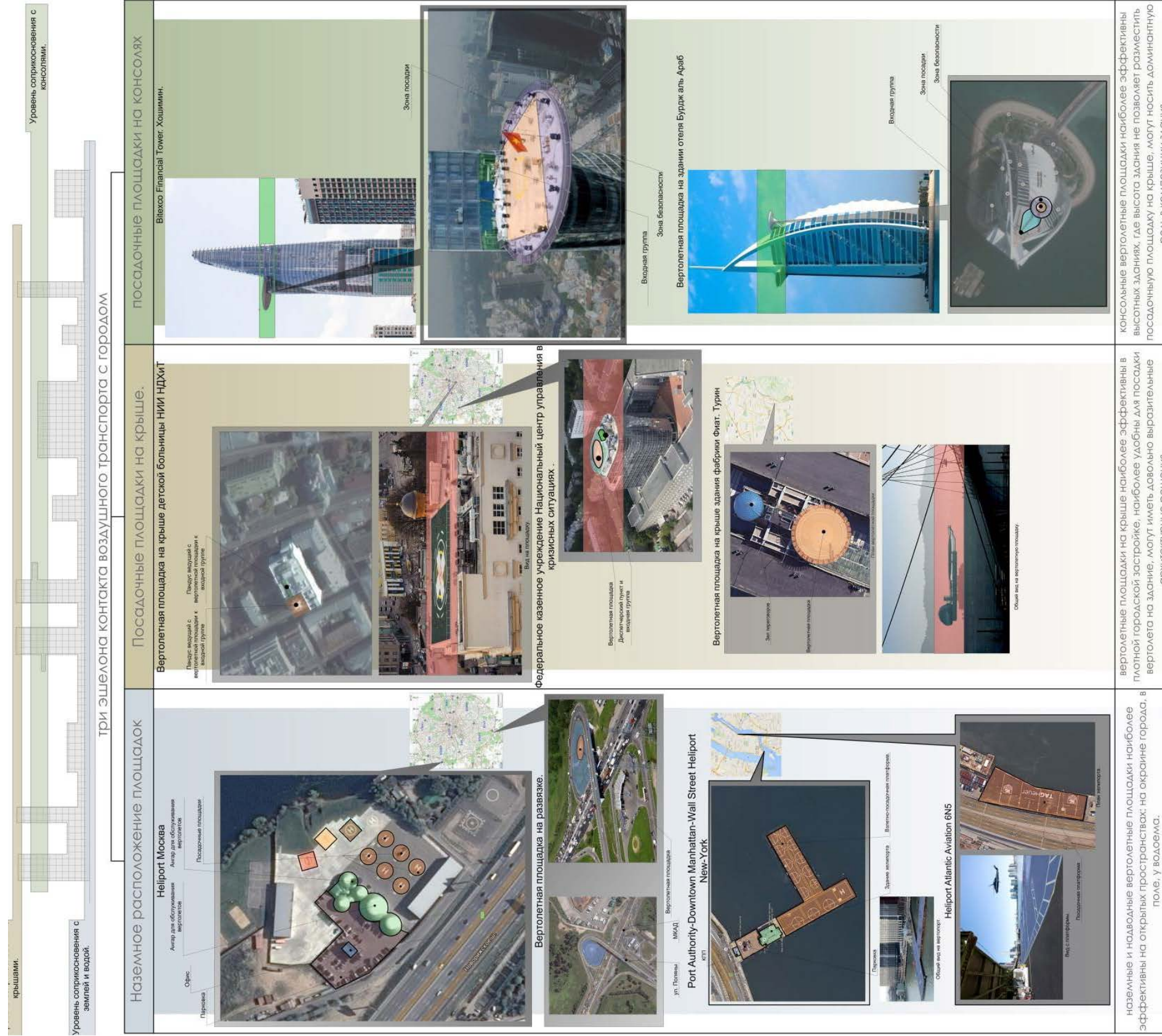


Рисунок 42 – Уровни размещения вертолетных площадок на зданиях и в городских пространствах.

(Фрагмент графической части диссертации).



Рисунок 43 – Плавающая вертолетная площадка при Министерстве обороны Российской Федерации.

(Яндекс карты [Сайт]. URL: <https://yandex.ru/maps> (дата обращения: 18.10.2022)).



Рисунок 44 – Строительство здания «Port authority», 1965г.
(The 1964-1965 New York World's Fair. [Website]. URL: <http://www.nywf64.com/poraut07.html> (date of access: 18.10.2022)).

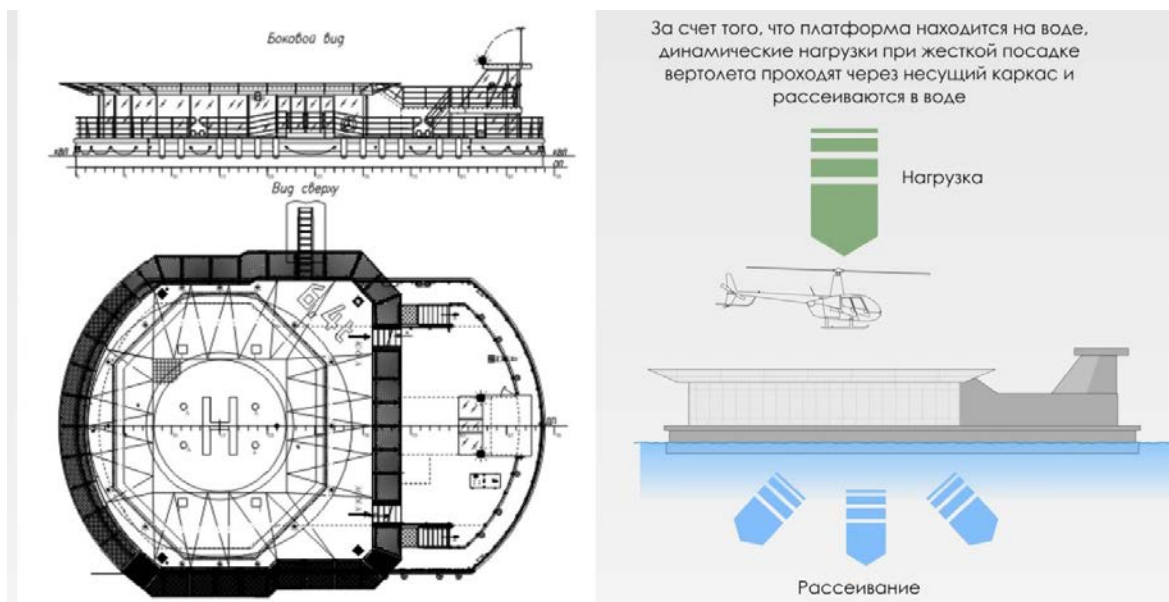


Рисунок 45 – Схема причального комплекса на понтонах с вертолетной площадкой.

(Фрагмент графической части диссертации).



Рисунок 46 – Вертолётная площадка клиники нейрохирургии в городе Ахен, Германия, 2013 г.

Radabau GmbH // structurae [Website]. URL: <https://structurae.net/de/medien/221366-die-freie-form-der-architektur-gleicht-einer-in-die-luft-erhobenen-geoeffneten-handflaeche-ihre-geste-verheisst-rettung> (date of access: 18.10.2022).



Рисунок 47 – Строительство вертолетной площадки клиники нейрохирургии в городе Ахен, Германия, 2017 г.

(Staedte-fotos.de. [Website]. URL: <https://www.staedte-fotos.de/bild/Deutschland~Nordrhein-Westfalen~Aachen/27806/der-neue-hubschrauberlandeplatz-vor-dem-aachener.html> (date of access: 18.10.2022).



Рисунок 48 – Строительство здания отеля «Бурдж аль Араб» г. Дубай. ОАЭ, 1994-1999 гг.

(Magazine online. [Website]. URL: <https://az.rancholaorquidea.com/5040-the-legendary-burj-al-arab-hotel-in-dubai.html> (date of access: 18.10.2022)



Рисунок 49 – Монтаж конструкции вертолётной площадки. Bitexco Tower в г. Хошимине, 2007-2010 гг.

Leslie E. Robertson Associates/ CTBUH // Council on Tall Buildings and Urban Habitat [Website]. URL: <https://www.skyscrapercenter.com/building/bitexco-financial-tower/736> (date of access: 18.10.2022).

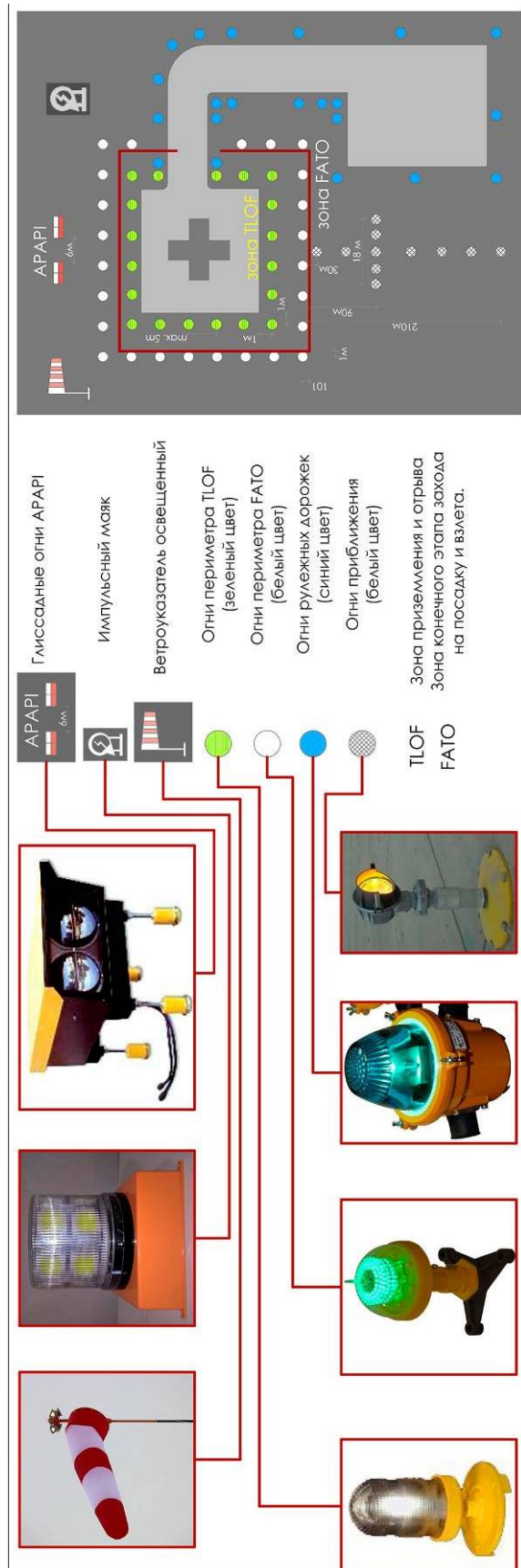


Рисунок 50 – Схема аэронавигационного оборудования вертолетной площадки. (Фрагмент графической части диссертации).

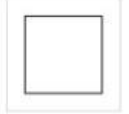
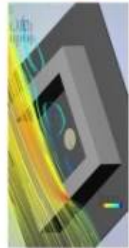
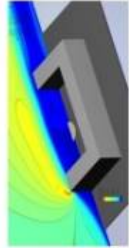
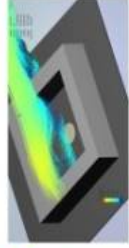
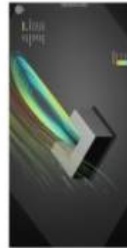



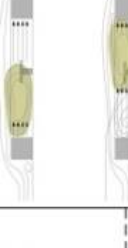
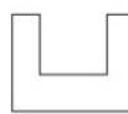









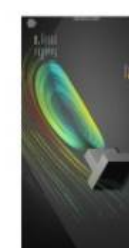


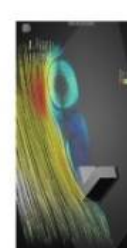

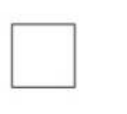

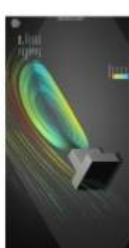


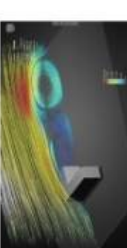


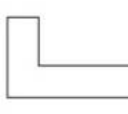
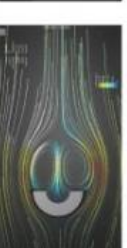



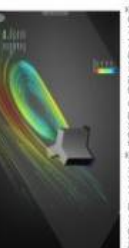
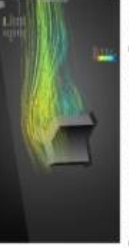









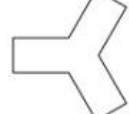



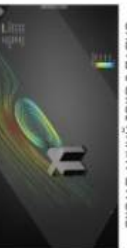




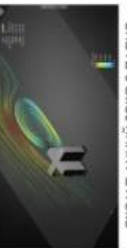





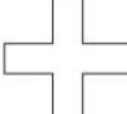



Основные типы аэродинамических схем зданий.		Схема перемещения ветра внутри коверны.	
 <p>Здание колонны (коверна).</p>	 <p>Схема линий тока в плоскости, скорость воздушного потока 10м/с.</p>  <p>Визуализация траекторий частиц движения воздушного потока, скорость 10м/с.</p>  <p>Визуализация траекторий частиц движения воздушного потока, скорость 10м/с.</p>	 <p>Схема линий тока в вертикальной плоскости, скорость 10м/с.</p>  <p>Визуализация траекторий частиц движения воздушного потока, скорость 10м/с.</p>  <p>Визуализация траекторий частиц движения воздушного потока, скорость 10м/с.</p>	 <p>Схема перемещения ветра внутри коверны.</p>  <p>В ковернах с внутренним двором больше 70-80 метров проследивается перемещение ветра по направлению движения воздушного потока.</p>
 <p>Здание L-образной формы.</p>	 <p>Схема линий тока в плоскости, скорость воздушного потока 10м/с.</p>  <p>Визуализация траекторий частиц движения воздушного потока, скорость 10м/с.</p>  <p>Визуализация траекторий частиц движения воздушного потока, скорость 10м/с.</p>	 <p>Схема линий тока в вертикальной плоскости, скорость 10м/с.</p>  <p>Визуализация траекторий частиц движения воздушного потока, скорость 10м/с.</p>  <p>Визуализация траекторий частиц движения воздушного потока, скорость 10м/с.</p>	 <p>Характерные особенности аэродинамики зданий неудобобтекаемой формы.</p>
 <p>Здание цилиндрической формы.</p>	 <p>Схема линий тока в плоскости, скорость воздушного потока 10м/с.</p>  <p>Визуализация траекторий частиц движения воздушного потока, скорость 10м/с.</p>  <p>Визуализация траекторий частиц движения воздушного потока, скорость 10м/с.</p>	 <p>Схема линий тока в ридикальной плоскости, скорость воздушного потока 10м/с.</p>  <p>Визуализация траекторий частиц движения воздушного потока, скорость 10м/с.</p>  <p>Визуализация траекторий частиц движения воздушного потока, скорость 10м/с.</p>	<p>При обтекании воздушным потоком зданий неудобобтекаемой формы образуются несколько характерных завихрений на здании и одиночный аэродинамический след. Воздух, смысющийся с крыши здания называется вихревой слой, под которым образуется устойчивый турбулентный поток. Аэродинамический след представляет собой дорожку Кармана в виде вихрей, отходящих вихрей в шахматном порядке. На этих зданиях установившиеся плоские коверны устойчиво устанавливаются в вихревом потоке.</p>
 <p>Здание прямоугольной формы.</p>	 <p>Схема линий тока в плоскости, скорость воздушного потока 10м/с.</p>  <p>Визуализация траекторий частиц движения воздушного потока, скорость 10м/с.</p>  <p>Визуализация траекторий частиц движения воздушного потока, скорость 10м/с.</p>	 <p>Схема линий тока в ридикальной плоскости, скорость воздушного потока 10м/с.</p>  <p>Визуализация траекторий частиц движения воздушного потока, скорость 10м/с.</p>  <p>Визуализация траекторий частиц движения воздушного потока, скорость 10м/с.</p>	<p>1</p>  <p>Дорожка Кармана</p>
 <p>Здание L-образной формы.</p>	 <p>Схема линий тока в плоскости, скорость воздушного потока 10м/с.</p>  <p>Визуализация траекторий частиц движения воздушного потока, скорость 10м/с.</p>  <p>Визуализация траекторий частиц движения воздушного потока, скорость 10м/с.</p>	 <p>Схема линий тока в ридикальной плоскости, скорость воздушного потока 10м/с.</p>  <p>Визуализация траекторий частиц движения воздушного потока, скорость 10м/с.</p>  <p>Визуализация траекторий частиц движения воздушного потока, скорость 10м/с.</p>	<p>2</p>  <p>Турбулентный слой</p> <p>Облакование ветра под крышей</p> <p>Точка срыва потока</p>
 <p>Здание S-образной формы.</p>	 <p>Схема линий тока в плоскости, скорость воздушного потока 10м/с.</p>  <p>Визуализация траекторий частиц движения воздушного потока, скорость 10м/с.</p>  <p>Визуализация траекторий частиц движения воздушного потока, скорость 10м/с.</p>	 <p>Схема линий тока в ридикальной плоскости, скорость воздушного потока 10м/с.</p>  <p>Визуализация траекторий частиц движения воздушного потока, скорость 10м/с.</p>  <p>Визуализация траекторий частиц движения воздушного потока, скорость 10м/с.</p>	<p>3</p>  <p>Посередине образование вихрей на боковых гранях</p>
 <p>Здание Y-образной формы.</p>	 <p>Схема линий тока в плоскости, скорость воздушного потока 10м/с.</p>  <p>Визуализация траекторий частиц движения воздушного потока, скорость 10м/с.</p>  <p>Визуализация траекторий частиц движения воздушного потока, скорость 10м/с.</p>	 <p>Схема линий тока в ридикальной плоскости, скорость воздушного потока 10м/с.</p>  <p>Визуализация траекторий частиц движения воздушного потока, скорость 10м/с.</p>  <p>Визуализация траекторий частиц движения воздушного потока, скорость 10м/с.</p>	<p>4</p>  <p>Обтекание воздушным потоком неудобобтекаемых тел всегда имеет турбулентный аэродинамический след</p>
 <p>Здание H-образной формы.</p>	 <p>Схема линий тока в плоскости, скорость воздушного потока 10м/с.</p>  <p>Визуализация траекторий частиц движения воздушного потока, скорость 10м/с.</p>  <p>Визуализация траекторий частиц движения воздушного потока, скорость 10м/с.</p>	 <p>Схема линий тока в ридикальной плоскости, скорость воздушного потока 10м/с.</p>  <p>Визуализация траекторий частиц движения воздушного потока, скорость 10м/с.</p>  <p>Визуализация траекторий частиц движения воздушного потока, скорость 10м/с.</p>	
 <p>Здание крестообразной формы.</p>	 <p>Схема линий тока в плоскости, скорость воздушного потока 10м/с.</p>  <p>Визуализация траекторий частиц движения воздушного потока, скорость 10м/с.</p>  <p>Визуализация траекторий частиц движения воздушного потока, скорость 10м/с.</p>	<p>Схема линий тока в ридикальной плоскости, скорость воздушного потока 10м/с.</p> <p>Визуализация траекторий частиц движения воздушного потока, скорость 10м/с.</p> <p>Визуализация траекторий частиц движения воздушного потока, скорость 10м/с.</p>	

Рисунок 51 – Анализ аэродинамических характеристик основных форм зданий.

(Фрагмент графической части диссертации).

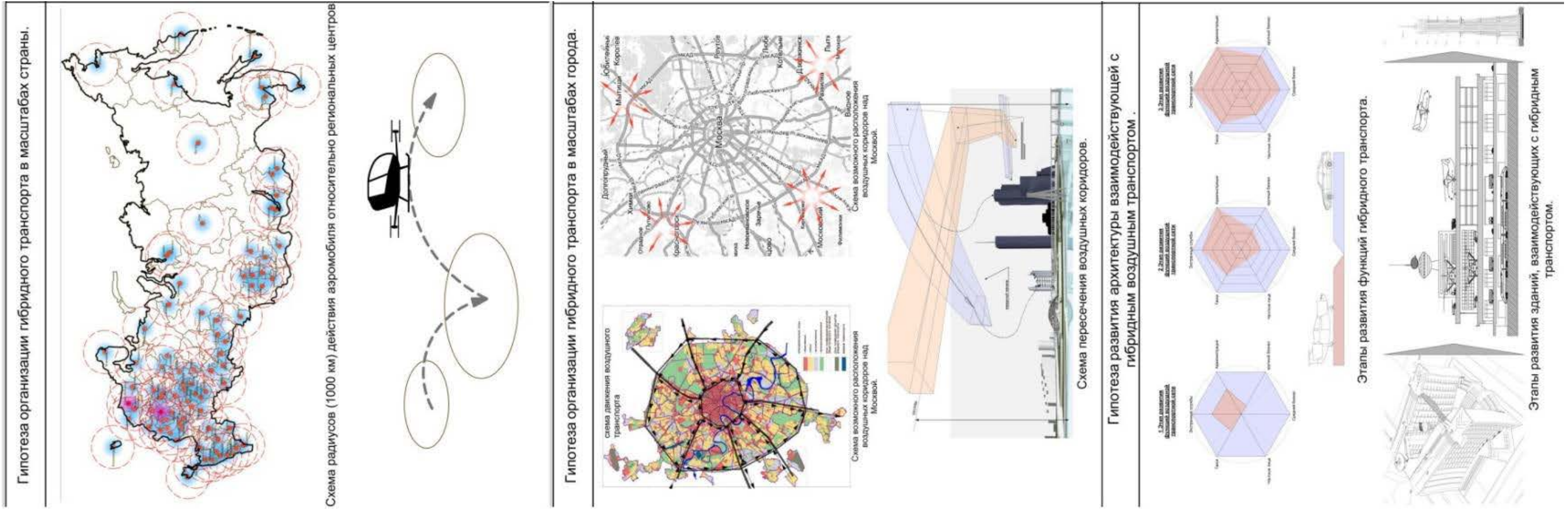


Рисунок 52 – Схемы этапов развития архитектуры и вспомогательной инфраструктуры, взаимодействующей с перспективным видом воздушного транспорта.

(Фрагмент графической части диссертации).

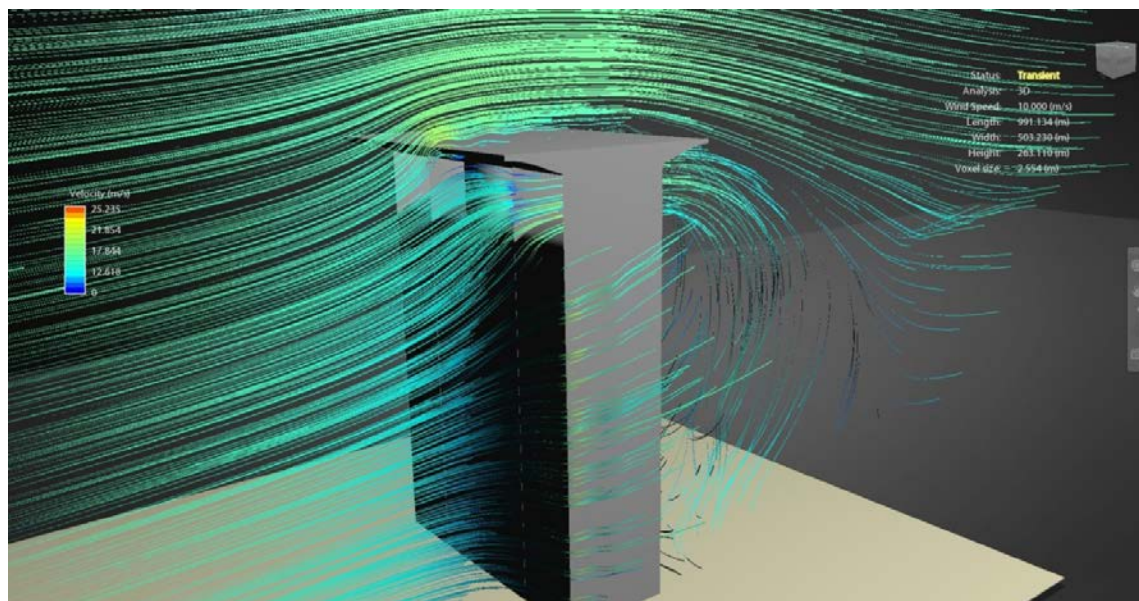


Рисунок 53 – Эксперимент с 3D моделью здания с приподнятыми взлетно-посадочными площадками над основным объемом здания в виртуальной аэродинамической трубе в программе Autodesk «Flow design». Масштаб модели 1:100. *(Фрагмент графической части диссертации)*

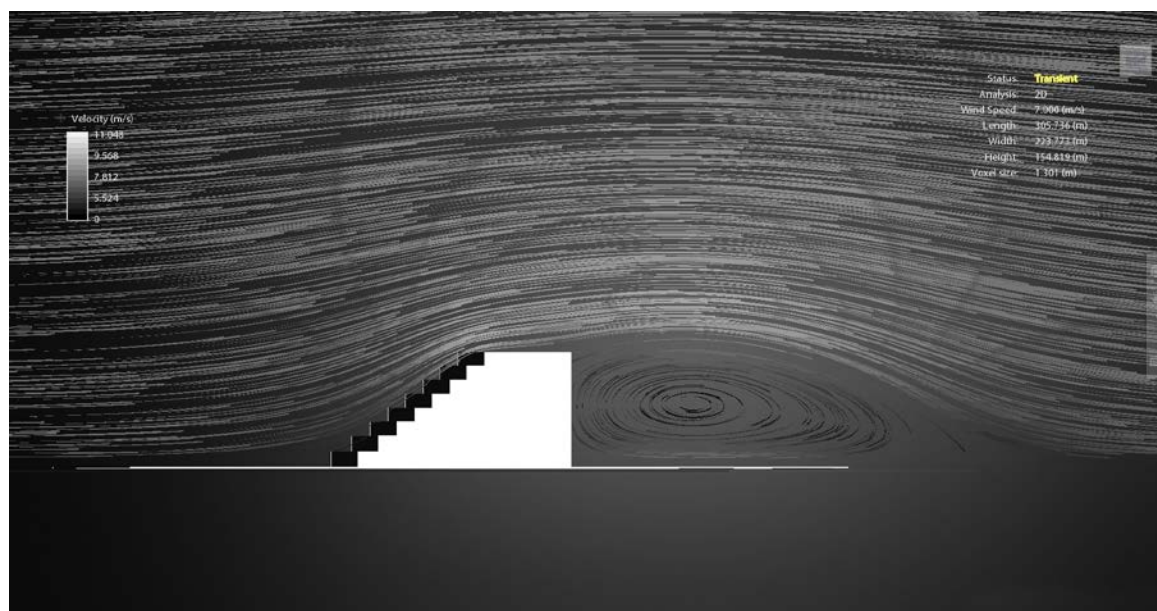


Рисунок 54 – Эксперимент с 3D моделью здания ступенчатой формы в виртуальной аэродинамической трубе в программе Autodesk «Flow design». Масштаб модели 1:100. *(Фрагмент графической части диссертации)*

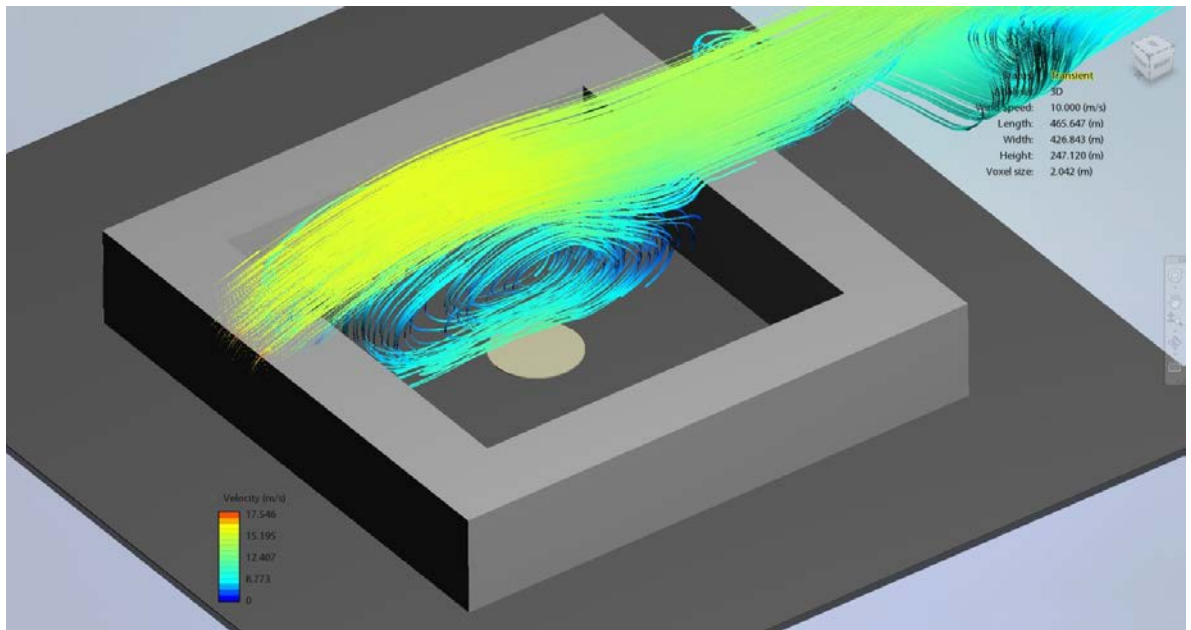


Рисунок 55 – Эксперимент с 3D моделью здания с внутренним двором в виртуальной аэродинамической трубе в программе Autodesk «Flow design». Масштаб модели 1:100.

(Фрагмент графической части диссертации)

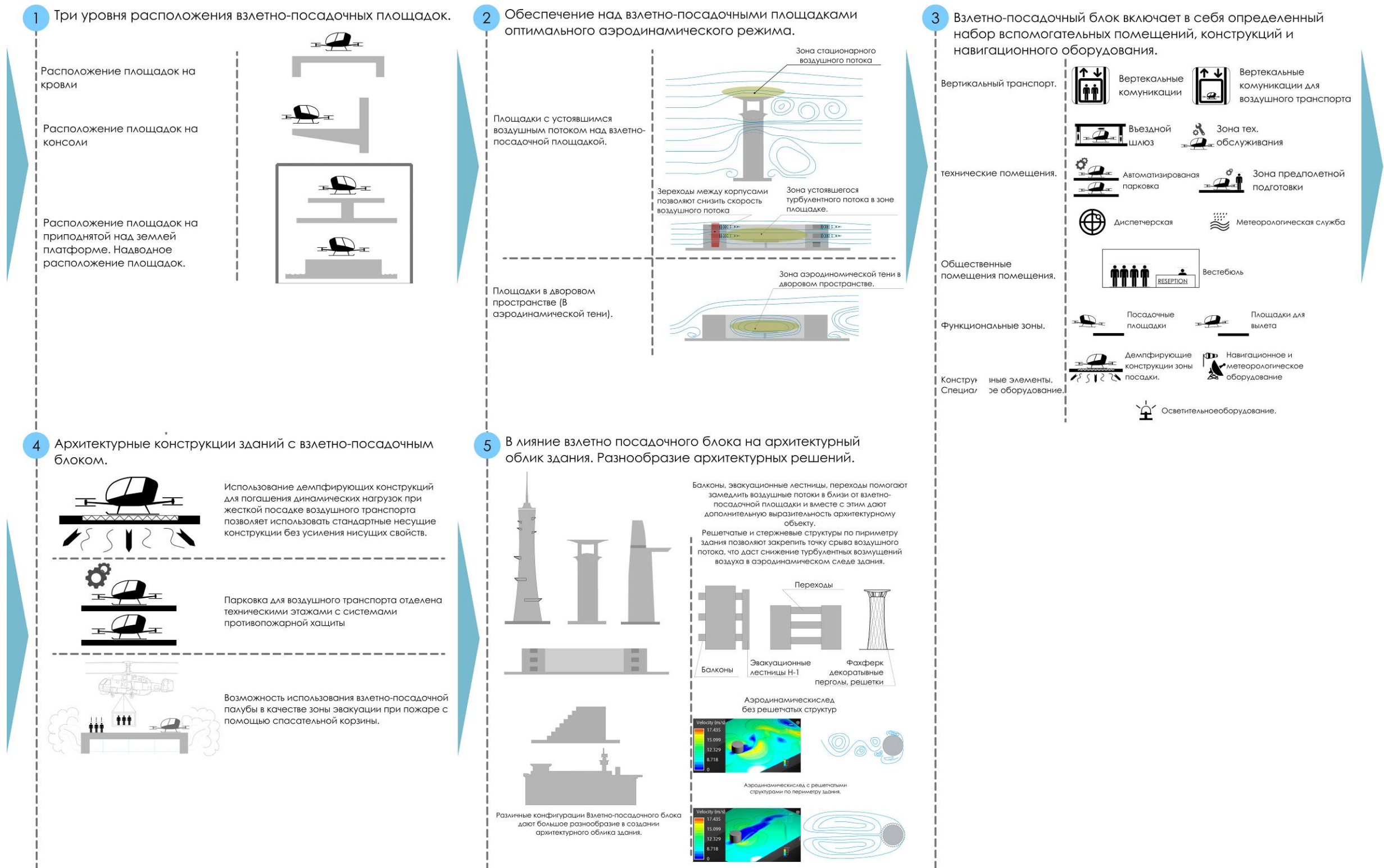


Рисунок 56 – Схема принципов и особенностей формирования зданий со взлетно-посадочным блоком. (Фрагмент графической части диссертации)

Выявлены архитектурные формы
зданий с оптимальными
аэродинамическими свойствами.

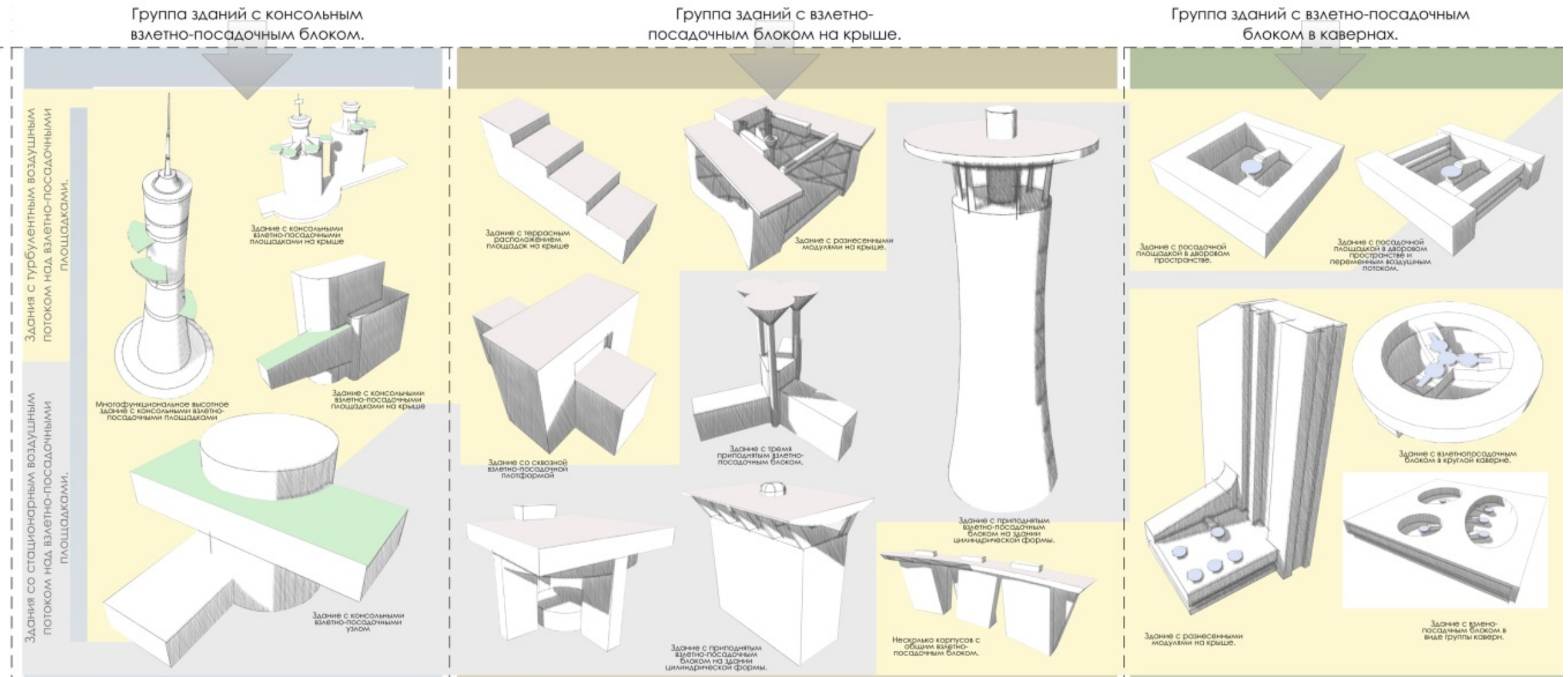


Рисунок 57 – Типы расположения ВПБ в здании.
(Фрагмент графической части диссертации)

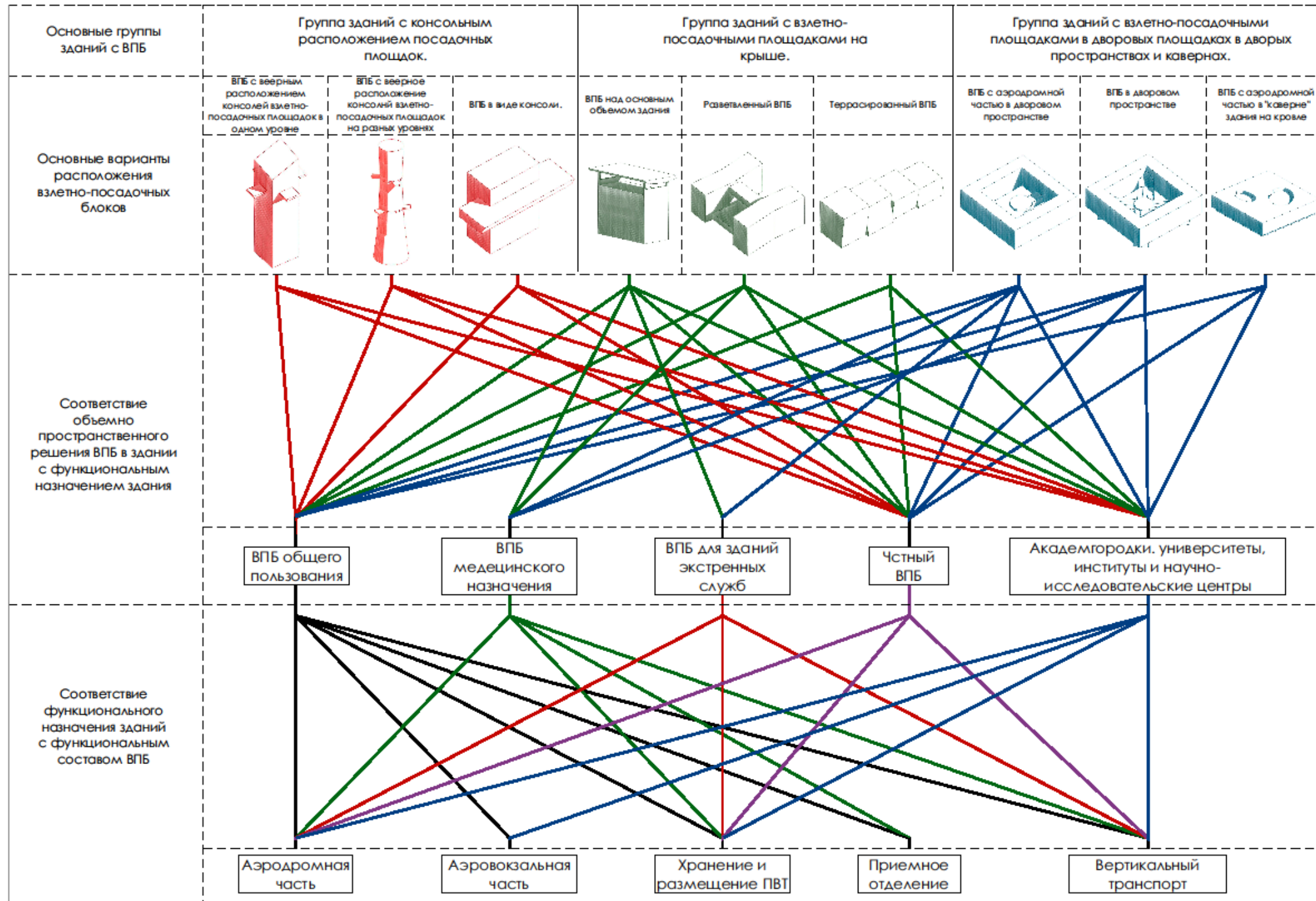


Рисунок 58 – Схема функционального назначения ВПБ для разных типов и зданий.

(Фрагмент графической части диссертации)

Варианты функциональных зон
планировочных решений

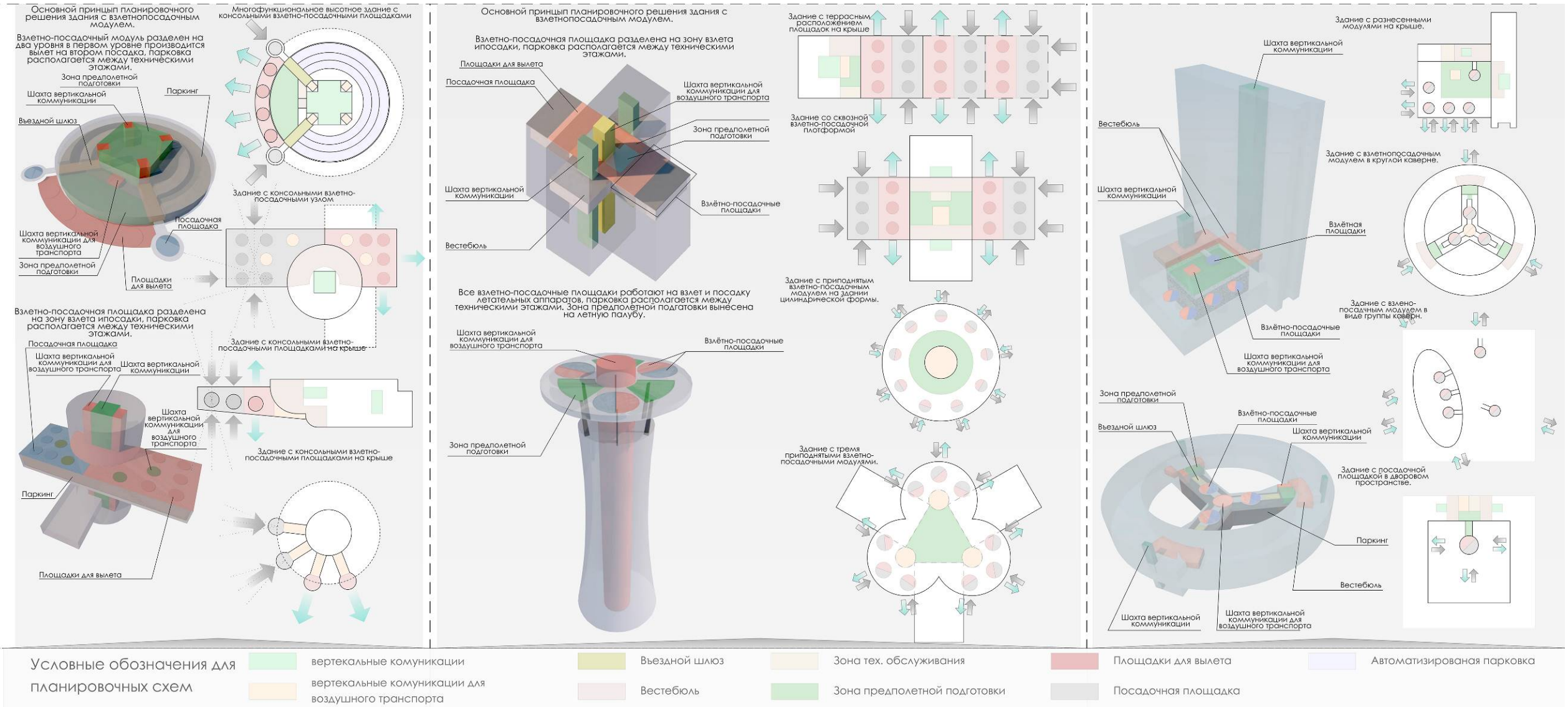


Рисунок 59 – Схема функционального зонирования для разных типов и конфигураций ВПБ в здании.

(Фрагмент графической части диссертации)

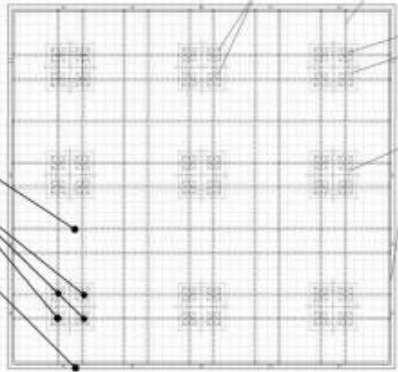
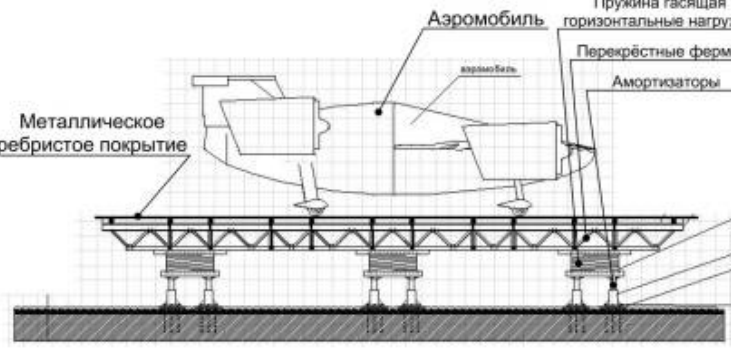

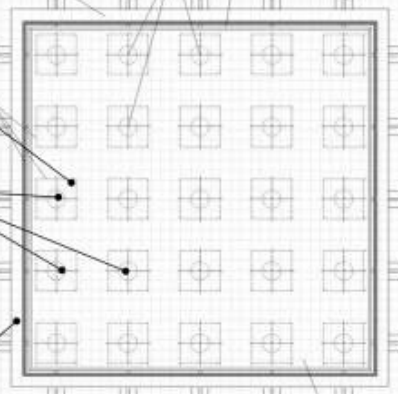
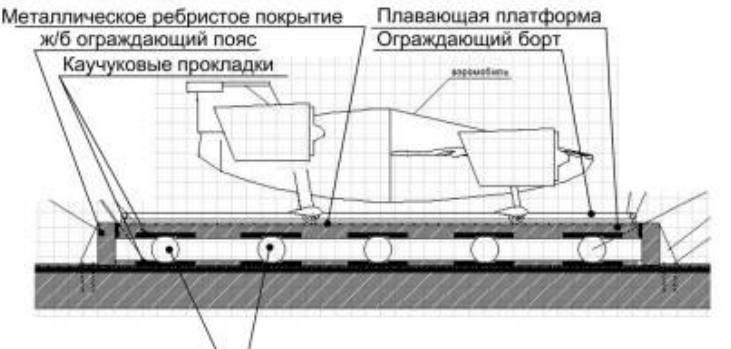
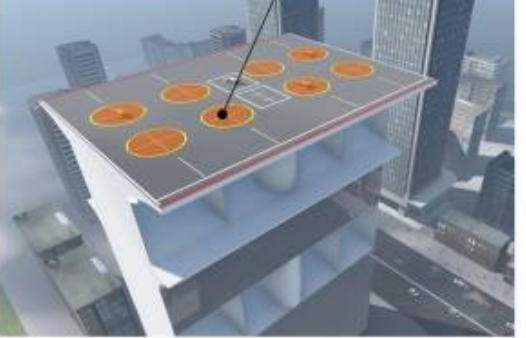
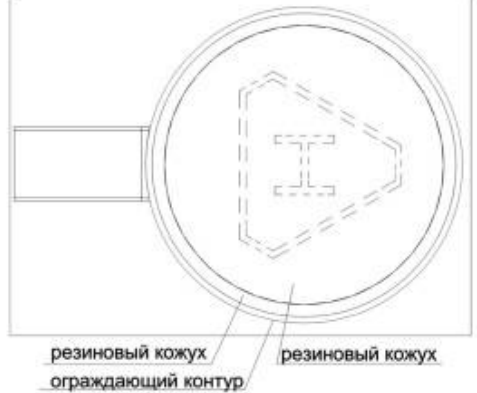
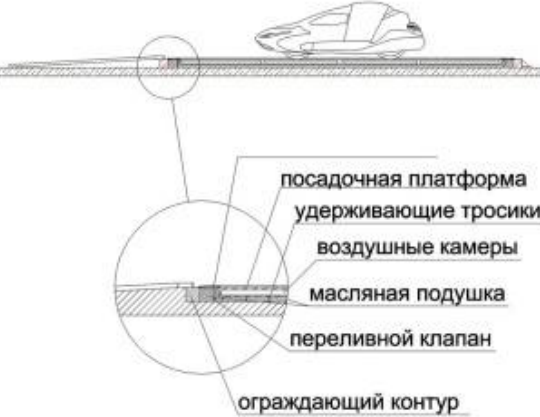
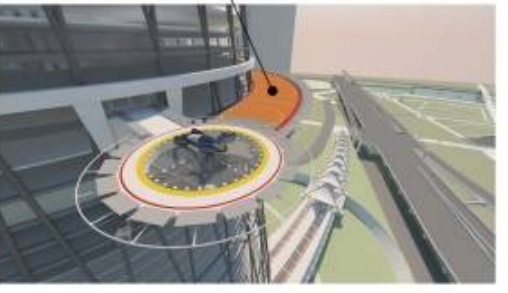
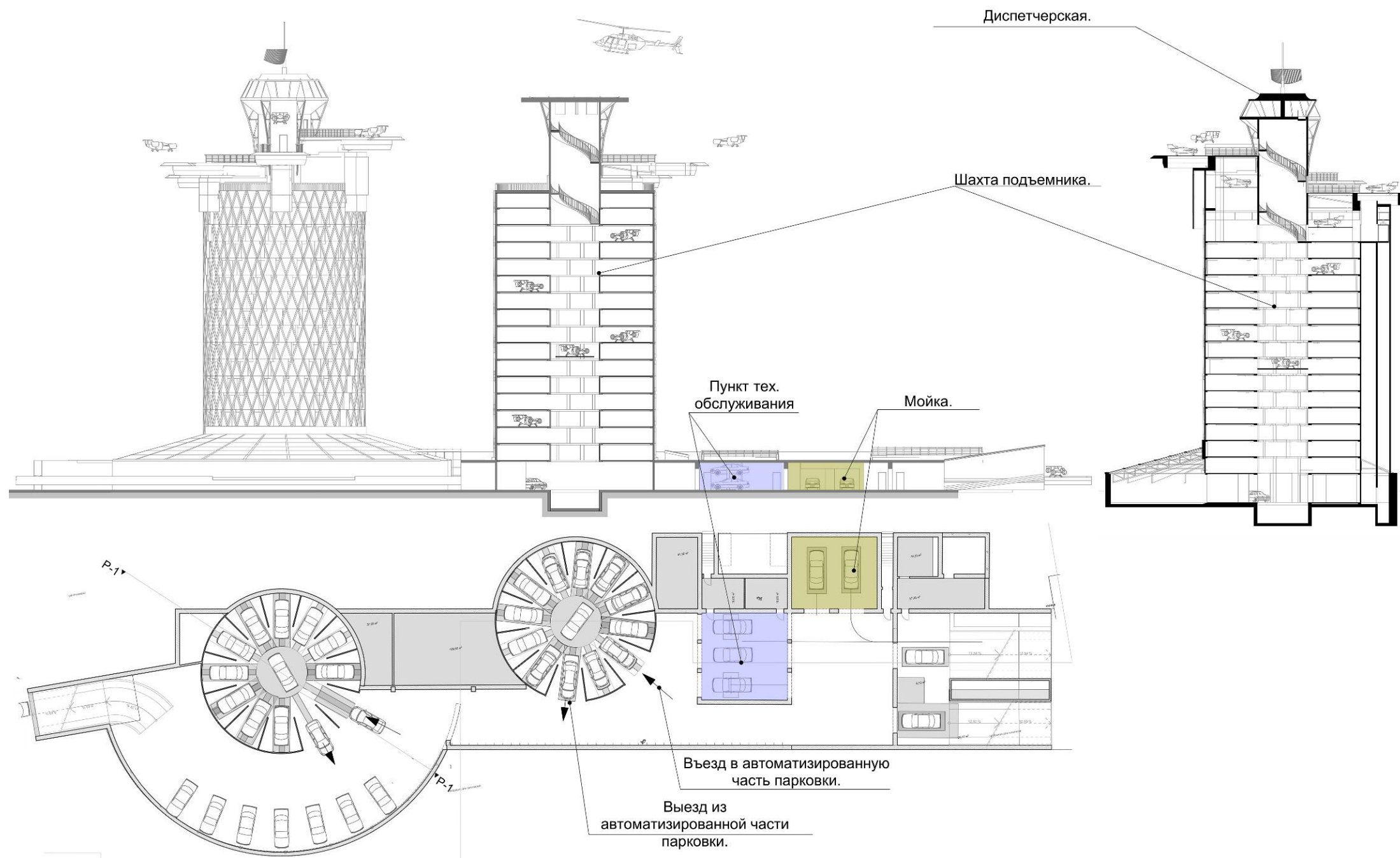
	План	Разрез	Предполагаемое место расположения конструкции.
<p>Пружинно амортизационная платформа.</p>	 <p>Пространственная конструкция. Блок амортизаторов Ограждающий контур.</p>	 <p>Аэромобиль Пружина гасящая горизонтальные нагрузки Перекрёстные фермы Амортизаторы Металлическое ребристое покрытие</p>	 <p>Зона посадки на крыше здания</p>
<p>Шарнирная платформа.</p>	 <p>Амортизация прокладок Шары Ограждающий контур</p>	 <p>Металлическое ребристое покрытие ж/б ограждающий пояс Каучуковые прокладки Плавающая платформа Ограждающий борт Аэромобиль Металлические шары</p>	 <p>Зона посадки на крыше консоли</p>
<p>Плавающая взлетно-посадочная платформа на гидравлической подушке.</p>	 <p>резиновый кожух ограждающий контур резиновый кожух</p>	 <p>посадочная платформа удерживающие тросики воздушные камеры масляная подушка переливной клапан ограждающий контур</p>	 <p>Зона посадки на крыше консоли</p>

Рисунок 60 – Экспериментальные демпфирующие конструкции для взлетно-посадочных площадок аэродромной части ВПБ.

(Фрагмент графической части диссертации)



Вид на посадочные площадки днем.



Вид на посадочные площадки ночью.



Рисунок 61 – Проект автоматизированной парковки для перспективного воздушного транспорта.

(Фрагмент графической части диссертации)

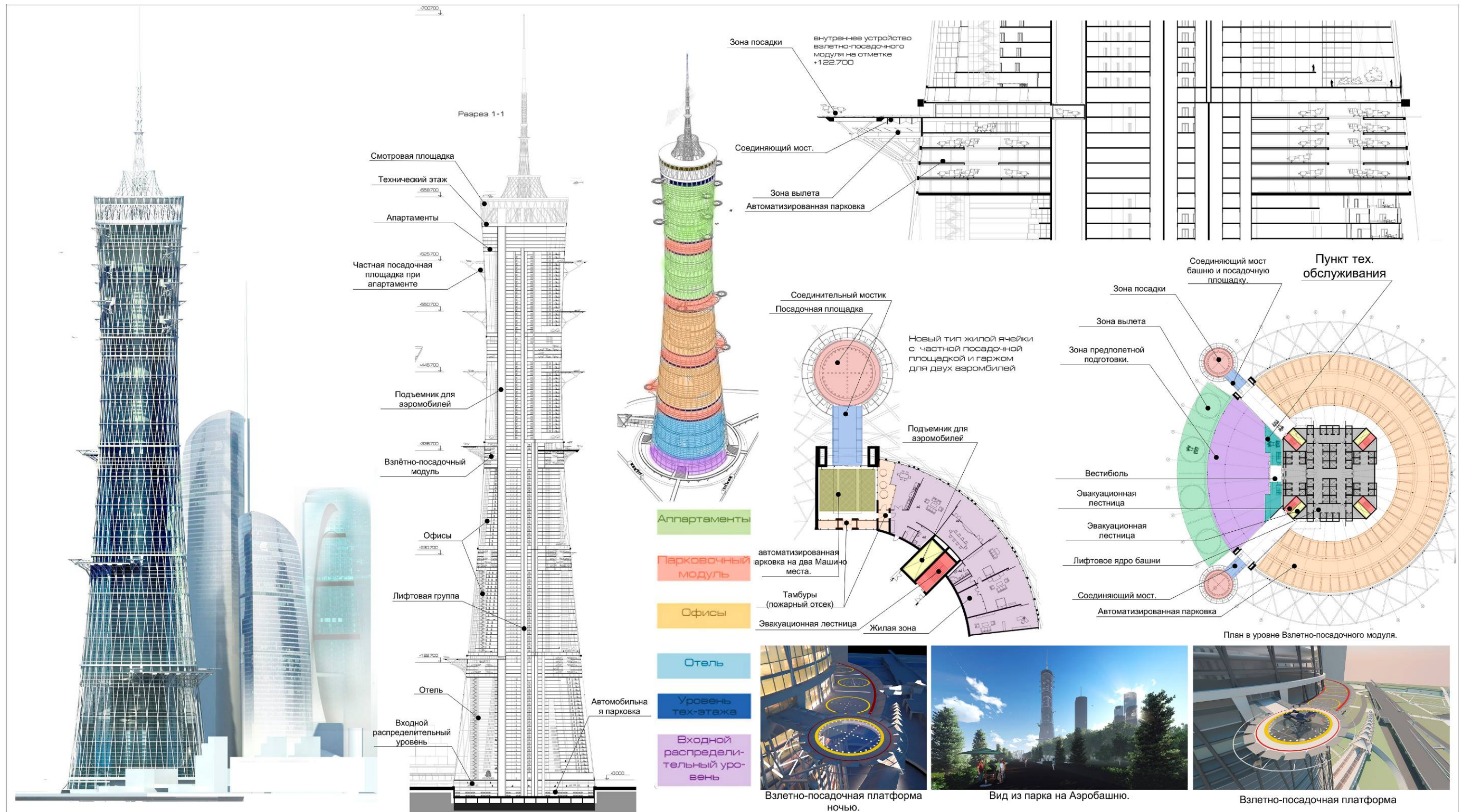


Рисунок 62 – Проект многофункционального высотного здания

«Аэробашня»

(Фрагмент графической части диссертации)

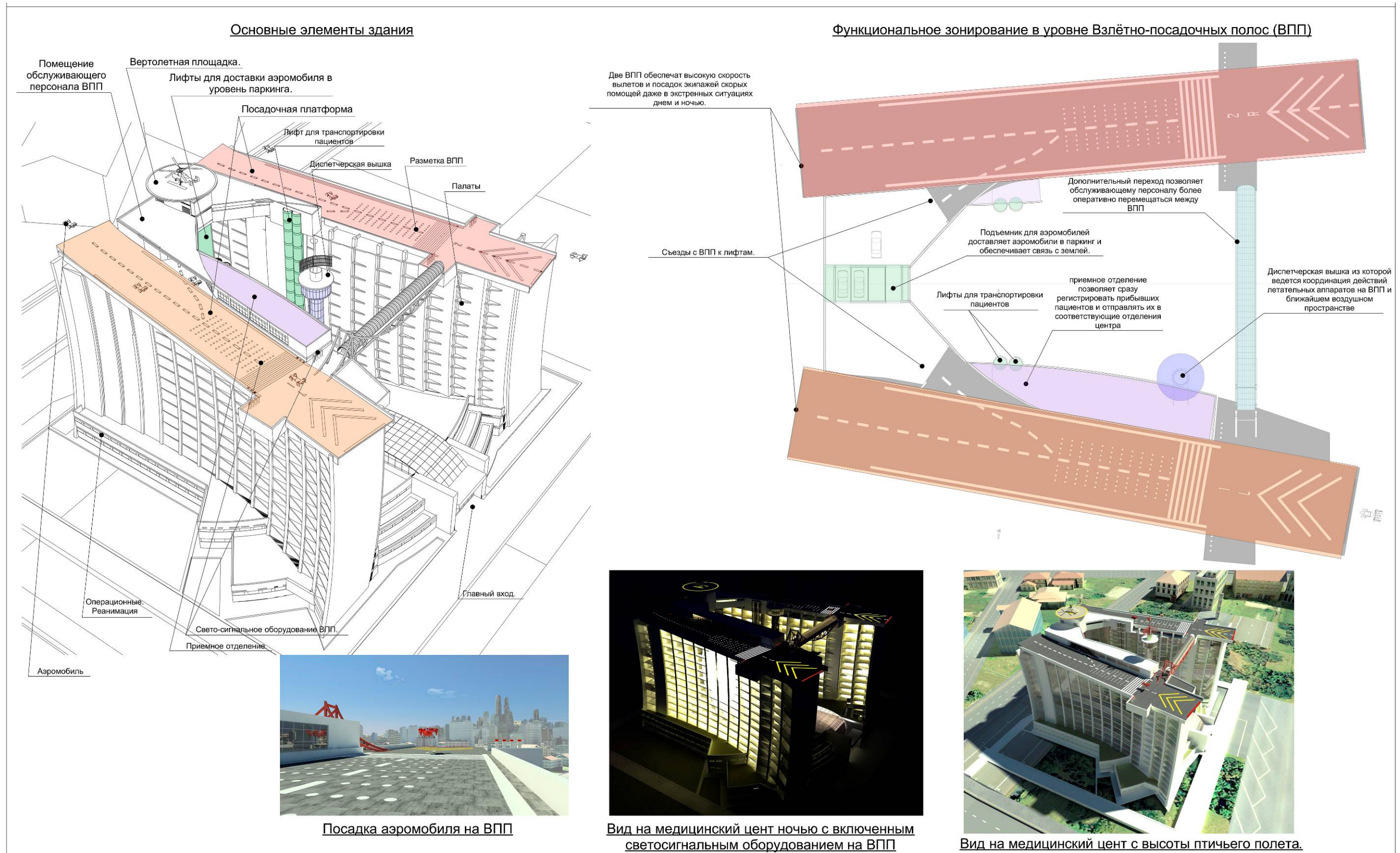


Рисунок 63 – Проект центра экстренной медицинской помощи.

(Фрагмент графической части диссертации)