

ОСОБЕННОСТИ ГОРОДСКИХ ЗДАНИЙ С РАЗВИТЫМ ВЗЛЕТНО-ПОСАДОЧНЫМ БЛОКОМ

УДК 711.77:725.1:656.71

ББК 85.118:38.74

А.Е. Казуров, О.Ю. Суслова

Московский архитектурный институт (государственная академия), Москва, Россия

Аннотация

Концепция летающего автомобиля появилась еще в начале XX века, когда в крупных городах Америки стала складываться неблагоприятная транспортная ситуация из-за огромного числа автомобилей и плохо развитой транспортной инфраструктуры. Но технический прогресс только сейчас позволяет серьезно задуматься и спрогнозировать развитие этого транспорта. Уже сегодня многие компании, такие как Terrafugia, Urban Aeronautics, Moller international, заинтересованы в его развитии. А значит, пора задуматься, готов ли город сейчас принять аэромобиль? Нужен четкий анализ того, какие задачи надо решить в городах и регионах для внедрения нового воздушного транспорта. В тот момент, когда прототипы аэромобиля станут серийными образцами, от архитекторов потребуются предложения по организации транспорта на двух уровнях. Первый – макроуровень, в котором решены все градостроительные задачи регионального и городского значения. Второй – микроуровень, включающий типологию зданий и сооружений, которые будут спроектированы для взаимодействия с новым видом транспорта (комфортная аэродинамика, посадочные платформы, внутренняя планировка здания и т.д.). Социальный уровень должен решить задачи экологии, снижения шума, вибрации, безопасности жителей. Выполненные авторами проекты демонстрируют существенное изменение архитектуры зданий и города в целом при появлении в нем аэромобиля. Проекты были выполнены с учетом экспериментальных данных рекомендаций, полученных авторами в ЦАГИ и Москомархитектуры.¹

Ключевые слова: летающий автомобиль, посадочные площадки на зданиях, транспорт будущего, воздушный транспорт в городе, архитектура будущего

FEATURES CITY BUILDINGS WITH A STRONG TAKE-OFF AND LANDING MODULE

A. Kazurov, O. Suslova

Moscow Institute of Architecture (State Academy), Moscow, Russia

Abstract

The idea of flying car has appeared in the early 20th century, when the major American cities began to develop an unfavorable traffic situation due to the huge number of cars and poorly developed transport infrastructure. But technological advances now only allows seriously reflect and predict the development of the transport. Even today, many companies such as Terrafugia, Urban Aeronautics, Moller international interest in its development. Just at this moment it is worth considering whether the city is now ready to take the aircar? We need a clear analysis of what tasks need to be solved in the city and in the regions for the implementation of such vehicles. Once prototypes aircar become serial samples from the architecture has to be ready theoretical concept on several levels. The first - the macro-level, which solved all the urban problems of regional and urban values. The second- this micro-level typology of buildings and

¹ **Для цитирования:** Казуров А.Е. Особенности городских зданий с развитым взлетно-посадочным блоком / А.Е. Казуров, О.Ю. Суслова // 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

structures that are designed to communicate with a new mode of transport (comfort aerodynamics, landing platform, the internal layout of the building, etc.) and social level, which should solve the problem of ecological safety (noise reduction, safety, etc.). Designed objects are described (Center for emergency surgery, Garage, Multi-rise building). These projects have been carried out taking into account the experimental data and recommendations from TsAGI and Moscow Architecture Committee.²

Keywords: flying car, air car, landing areas of the building, transport of the future air, transport in the city, the architecture of the future

XX век дал миру большое количество удивительных открытий и разработок, в том числе летающий автомобиль. Понимание необходимости решительных действий в вопросе организации транспортной сети города обращало взоры архитекторов и инженеров в сторону воздушного городского транспорта с середины XX века. Идеи полетов в городе нашли свое отражение в работах архитекторов и художников-фантастов, таких как «Товарищество Эйнем», Клаус Брюгле, Артур Бадебо и других. В футуристических проектах будущего изображен активный симбиоз города со всеми видами транспорта, в том числе с воздушным, на котором сделан особый акцент. На одном из изображений Клауса Брюгле представлено здание, очень напоминающее современный транспортно-пересадочный узел (ТПУ). В подземной части находится железнодорожный вокзал, уровнем выше – автовокзал, еще выше находятся торговый центр, рестораны и гостиницы, а на крыше расположен огромный вертопорт с залами ожидания, диспетчерской вышкой и ангарами для технического обслуживания.

В футуристических проектах XX века заметно значительное влияние воздушного транспорта на архитектурный облик зданий и городов. Уже к середине XX века эти идеи начали приобретать реальные очертания благодаря появлению первых гражданских серийных вертолетов для воздушного сообщения в Лондоне и проектов зданий с крупными вертолетными площадками (рис. 1). Планировались масштабные пути вертолетного сообщения между городами и ближайшими странами (рис. 2). Однако эти проекты не позволили продолжить активное развитие воздушного транспорта в этом направлении из-за технических недостатков вертолетов того времени.

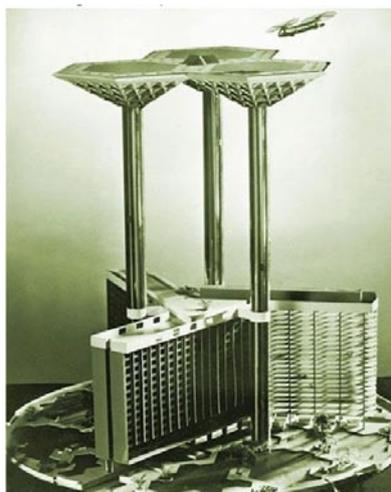


Рис. 1. Проект офисного здания с вертодромом архитектора Джеймса Дартфорда для Pilkington's Glass Age Development Committee в районе Сен-Джордж недалеко от вокзала Ватерлоо в Лондоне. 1959 г.

² **For citation:** Kazurov A., Suslovalvan O. Features City Buildings with a Strong take-off and Landing Module. Architecture and Modern Information Technologies, 2018, no. 3(44), pp. 167-182. Available at: http://marhi.ru/eng/AMIT/2018/3kvart18/09_suslova_kazurov/index.php

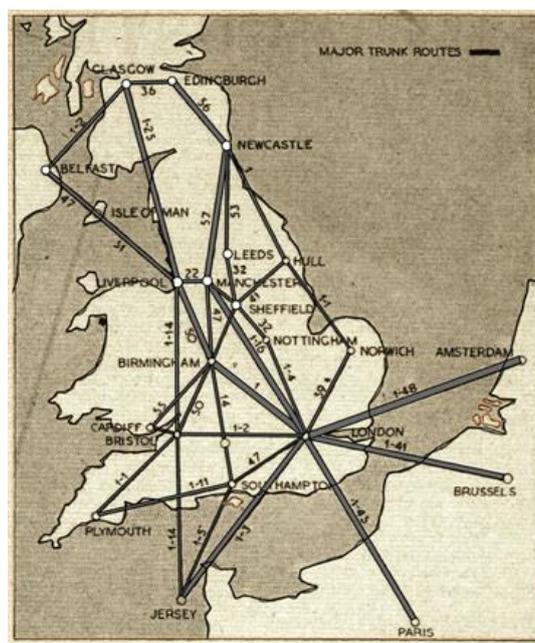


Рис. 2. Схема вертолетного сообщения Лондона с крупными городами Англии и столицами ближайших государств: Франции, Бельгии и Голландии

Последние достижения в области малой авиации, активное развитие частного вертолетного транспорта, бурное развитие беспилотных летательных аппаратов и появление прототипов летающего автомобиля, который подает большие надежды, заставляют задуматься о создании новых типов зданий и модернизации городской среды, отвечающей новым требованиям к перемещению человека в городе. Тем самым это порождает новый виток в развитии городского воздушного транспорта, который имеет серьезные шансы на успех ввиду больших прорывов в технологиях машиностроения, автоматике и электроники. На основе последних данных было проведено комплексное исследование в области изменений в архитектурно-планировочном облике зданий, которые будут взаимодействовать с *новыми видами воздушного транспорта* (НВТ).

Объекты в плотной городской застройке, взаимодействующие с НВТ, потребуют организации развитых взлетно-посадочных блоков, встроенных в структуру здания. Они будут состоять из зоны взлета и посадки, зоны предполетной подготовки, мест технического обслуживания, парковки летающего транспорта, отдельной входной группы и вертикальных коммуникаций для связи воздушного транспорта с землей. Здания со взлетно-посадочными блоками могут иметь разное функциональное назначение: офисы, гостиницы, апартаменты, больницы, административные и торговые центры, ТПУ. Потребуется новые подходы к проектированию. Наличие необходимых для обслуживания нового воздушного транспорта зон и помещений позволит говорить о совершенно новом типе здания как по функциональному назначению, так и по архитектурному облику. Одним из главных формообразующих факторов при проектировании станет аэродинамика, учет которой необходим для обеспечения благоприятных и безопасных условий взлетов и посадок на здания.

Гипотетически можно предположить, что новый воздушный транспорт будет осваивать город в несколько этапов, так, как это сделал автомобиль. В конце XIX века автомобили появлялись только у очень состоятельных и эксцентричных людей, которые использовали его не только как транспорт, но и как способ выделиться среди остальной публики. Однако прогресс не стоял на месте и стало ясно, что за новым транспортом будущее. Появлялись все более мощные, комфортабельные и эффективные машины. Автомобилем начали пользоваться первые лица государств, а после того, как автомобиль встал на конвейерную сборку в 1908 году, благодаря Генри Форду, автомобилем мог

воспользоваться любой желающий. Сегодня мы можем наблюдать аналогичную тенденцию в отношении частных вертолетов и новых воздушных транспортных средств. Уже существует множество концепций летающего автомобиля и дронов (пассажирский беспилотный летательный аппарат с вертикальным взлетом и посадкой). Весной 2017 года произошло знаковое событие в развитии этого вида транспорта: аэрокосмическое агентство NASA начало спонсирование компании Uber по созданию летающего такси. Эта программа рассчитана до 2020 года. На первых этапах новый вид воздушного транспорта может использоваться как скорая помощь и такси, в правительственных организациях и в муниципальных службах города, и, по мере совершенствования, переходить к использованию его крупными бизнес-компаниями, а затем и частными лицами (рис. 3). Уже на первом этапе потребуется организация транспортных коридоров или эшелонов в городе.



Рис. 3. Прототипы современных летающих автомобилей

В Москве летательные аппараты перемещаются над крупными радиальными и кольцевыми автотрассами, такими как МКАД, третье транспортное кольцо (ТТК). На сегодняшний день в целях безопасности воздушные коридоры для полетов вертолетов в городе не прокладывают над жилыми массивами, промышленными зданиями и сооружениями, административными зданиями и в местах с большим скоплением людей. В будущем каждый воздушный коридор будет располагаться на своей заданной высоте – это необходимо для безопасности и эффективности передвижения в воздухе [16].

Помимо градостроительных идей и концепций должны быть разработаны соответствующие *принципы формирования архитектурных объектов* с взлетно-посадочным блоком, позволяющие контактировать с новым видом транспорта. Существующие вертолетные площадки не готовы к приему такого транспорта, часто не имеют диспетчерского пункта и места для временной парковки летательных аппаратов. Также они не приспособлены для использования без предварительной подготовки. Новые типы зданий могут быть созданы по принципу авианосца. Авианосец – это своего рода плавучий город с аэродромом, в котором идеально сочетаются эти две функции. Здания должны иметь специальные посадочные платформы – с разметкой, посадочными огнями и противообледенительными элементами. Необходимы также конструктивные мероприятия, способные гасить вибрацию и импульсные усилия, передающиеся зданию. Кроме того, здания должны быть оборудованы всеми необходимыми навигационными приборами для автоматической посадки аэромобиля. Анализ, проведенный авторами, показывает, что у зданий изменится объемно-планировочное решение и визуальный образ. Стоит отметить, что здание должно будет включать в себя целый *взлетно-посадочный блок*, в который войдут все необходимые помещения и системы, в том числе взлетно-посадочные площадки для летающего автомобиля с метеорологическим и навигационным оборудованием.

Само здание претерпит ряд изменений: во-первых, изменится его внешний облик. Для приема воздушного транспорта выгоднее использовать кровли зданий, так как это наиболее рациональное решение для безопасности НВТ при маневрировании на взлёте или посадке. Появятся характерные посадочные площадки на крыше, консольных выступах, на открытых этажах. Во-вторых, изменится внутренняя структура здания – оно

станет звеном, соединяющим две среды – воздушную и земную. Прибыв на летающем автомобиле, человек сможет спуститься на уровень улично-дорожной сети для передвижения по близлежащим кварталам. В-третьих, возможно устройство специальных парковок на технических этажах. Не исключено, что появятся новые жилые ячейки (особняки, пентхаусы) с посадочной площадкой и парковкой. В процессе исследования было выявлено три степени влияния взлетно-посадочного блока на архитектурный облик здания: **Невыраженный** – взлетно-посадочные площадки не влияют на внешний облик здания. **Опосредованный** – взлетно-посадочные площадки являются важным архитектурным элементом здания. **Доминантный** – взлетно-посадочный блок является основной доминантой в композиционном решении здания. Уже сейчас можно выявить определенные изменения во внешнем облике современных зданий с вертолетной площадкой (рис. 4).

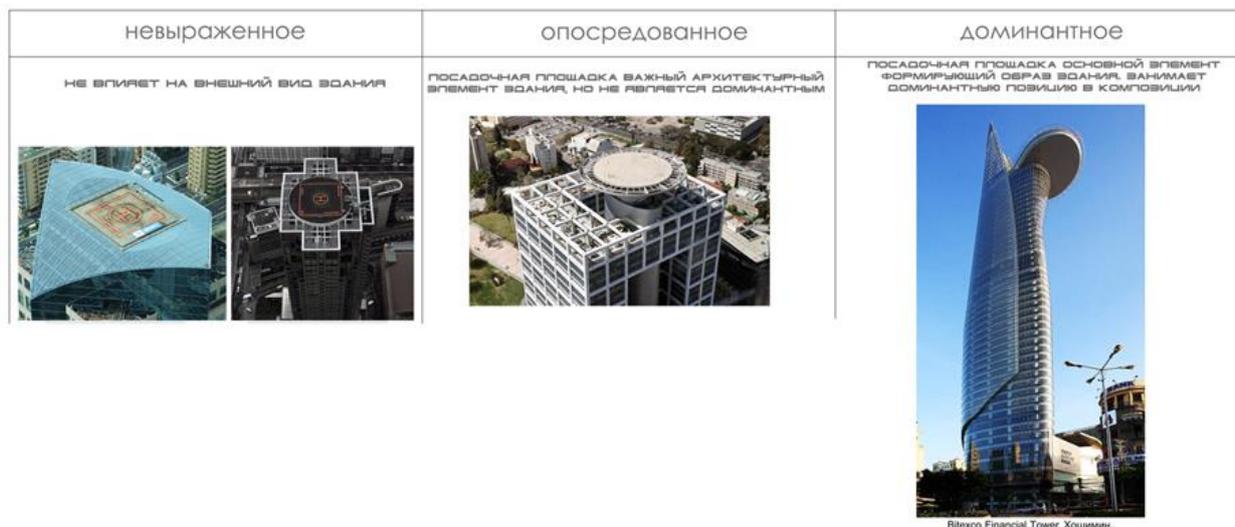


Рис. 4. Степень влияния взлетно-посадочного блока на архитектурный облик здания

Воздушный транспорт имеет довольно высокие требования по безопасности не только к эксплуатации, но и к инфраструктуре, с которой он взаимодействует. Одним из важнейших условий для безопасного использования нового вида воздушного транспорта станут требования аэродинамики. Существует несколько видов городов: «равнины», «холмы» и «впадины», что соответствует различной этажности городской застройки. Данные типы застройки напрямую влияют на высоту расположения посадочных площадок (консоли, крыши, дворовые пространства) в городской застройке и их расположение на генеральном плане города с точки зрения розы ветров. Эти параметры необходимы для создания благоприятных аэродинамических условий над посадочными площадками в городе.

Ситуация при заходе на посадку или при взлете осложняется аэродинамическим следом, который создает здание: над площадкой, вокруг здания и в окружающей застройке. Перед тем как приступить к исследованию возможностей по созданию благоприятного аэродинамического режима над взлетно-посадочными площадками был проведен аэродинамический анализ основных форм зданий с вертолетной площадкой и первого в мире здания-вертодрома Port Authority с помощью экспериментов в виртуальной аэродинамической трубе с помощью программы Flow design. Для продувки были выбраны основные типы аэродинамических схем зданий, на которых могут располагаться вертолетные площадки. В ходе эксперимента в виртуальной аэродинамической трубе подверглись продувке 9 моделей зданий: цилиндрическое, прямоугольное башенного типа, каверна (прямоугольное с внутренним двором), каверна с открытым двором, Т-образное в плане, Г-образное в плане, С-образное, трилистник, Н-образное в плане, крестообразное в плане. Размеры моделей были приведены как можно ближе к общим

габаритам, все модели зданий имеют высоту 30 метров и габариты в плане в диапазоне от 30–50 метров до 60–80 метров в зависимости от конфигурации плана здания. Эксперимент выявил относительно схожий характер обтекания воздушным потоком всех зданий, кроме каверн. При обтекании воздушным потоком зданий образуется несколько характерных завихрений на здании и одинаковый аэродинамический след. Воздух, срывающийся с крыши здания, называется вихревым слоем. Под этим воздушным вихрем образуется установившийся турбулентный поток. Аэродинамический след представляет собой дорожку Кармана в виде вихрей, расходящихся в шахматном порядке. На зданиях с такими аэродинамическими характеристиками посадочные площадки, как правило, устанавливают на крыше в установившемся вихревом потоке [15].

Каверна имеет благоприятные условия для посадки за счет образования установившегося вихря внутри каверны (внутреннего двора) и относительно невысокой скорости движения воздуха в нем. Эксперименты показали, что посадочную площадку следует размещать в центре вихря, где движение воздушного потока минимально. Эксперименты так же выявили передвижение вихря по направлению ветра к противоположной стенке каверны и зарождение второго вихря при условии, что размер двора каверны превышает 90 метров. При скорости воздушного потока от 7 до 10 м/с скорость воздушного потока во дворе составляет примерно 3–4 м/с. В кавернах с внутренним двором, имеющим габариты в плане больше 70–80 метров, прослеживается перемещение вихря по направлению движения воздушного потока (рис. 5, 6).

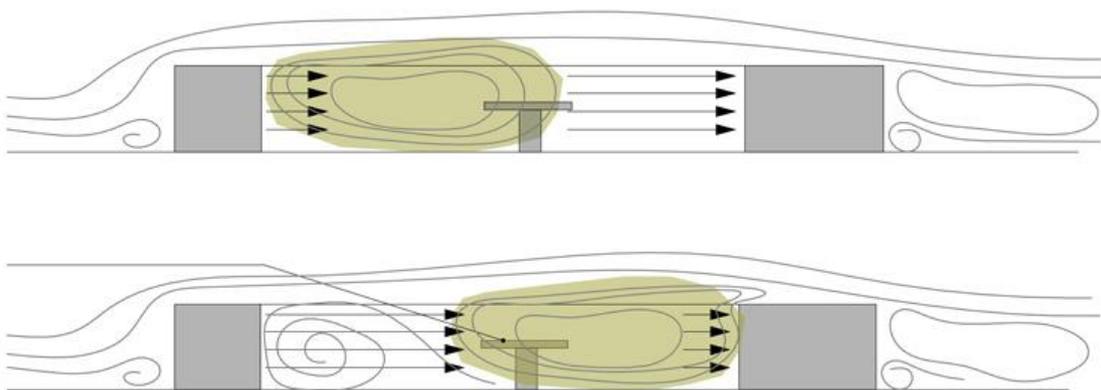


Рис. 5. Перемещение вихря по направлению воздушного потока внутри каверны размером более 80 метров

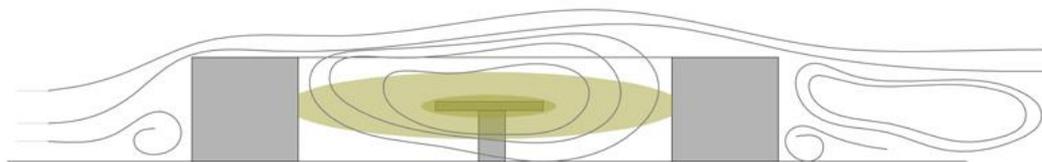


Рис. 6. В кавернах с внутренним двором 70-80 метров прослеживается стационарный вихрь

Также был проведен аэродинамический эксперимент с компьютерной моделью американского вертодрома Port Authority, поскольку он имеет довольно интересное решение с точки зрения формообразования. Эксперимент показал, что приподнятая над землей часть вертодрома имеет стационарный воздушный поток над посадочными площадками, что является наиболее благоприятным решением для размещения вертолетных площадок (рис. 7). Это решение идеально вписывается в рекомендации

ИКАО по проектированию вертодромов, где сказано, что при проектировании вертодрома необходимо избегать воздействия турбулентных потоков на него или свести их к минимуму [11]. Эксперимент с вертодромом позволяет утверждать, что можно моделировать форму здания с точки зрения аэродинамики с целью создания благоприятных аэродинамических условий над взлетно-посадочными площадками.

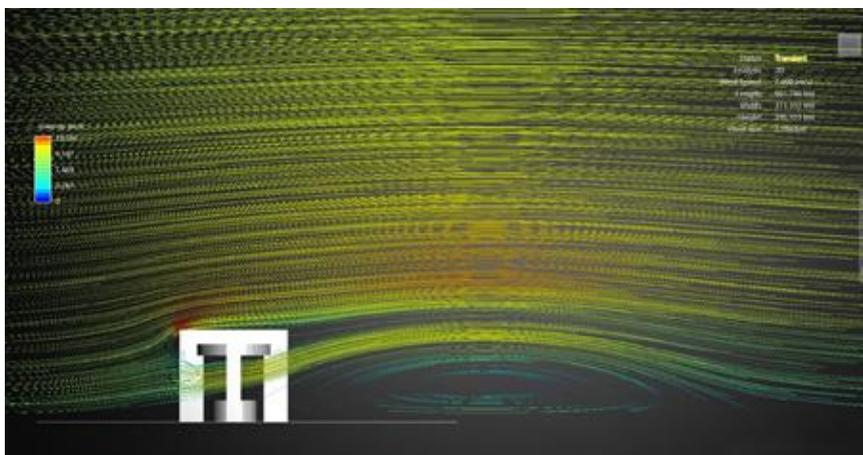


Рис. 7. Схема обтекания воздушным потоком модели вертодрома Port Authority. Габариты модели в плане 30×30 метров, скорость воздушного потока 7 м/с

На основе экспериментов с типовыми формами зданий призматической конфигурации и американского вертодрома Port Authority была предпринята попытка смоделировать несколько аэродинамических схем зданий с благоприятным аэродинамическим режимом за счет активной работы с формой здания.

Здание с «перевернутым крылом». Самый распространенный вариант расположения посадочных площадок – крыша. Обусловлено это тем, что, как правило, это наивысшая точка для посадки среди окружающей застройки, на которую можно относительно легко приземляться. Характер обтекания воздушным потоком здания такого типа не является стационарным из-за поочередно отделяющихся вихрей с подветренной стороны здания [4]. Угловая величина между посадочной площадкой и срывом потока зависит от скорости воздушного потока и времени от начала обдувания, а также высоты здания.

Посадка осложняется тем, что пилот не видит, как происходит срыв потока над посадочной площадкой и попадание в этот поток в зависимости от его скорости может привести даже к сваливанию летательного аппарата. Для того, чтобы посадочная площадка всегда находилась в стационарном воздушном потоке, ее можно расположить на платформе удобообтекаемой формы и приподнять над основным телом здания, чтобы воздух мог беспрепятственно обдувать площадку с двух сторон. Платформа имеет профиль, напоминающий профиль перевернутого крыла.

Здание ступенчатой формы позволяет осуществить 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. 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 потока воздуха. Это решение обеспечивает стационарный ветровой режим над посадочными площадками. Однако оно имеет свои ограничения для посадки летательных аппаратов из-за возможных предельно допустимых скоростей ветра для посадки на здание (рис. 8).

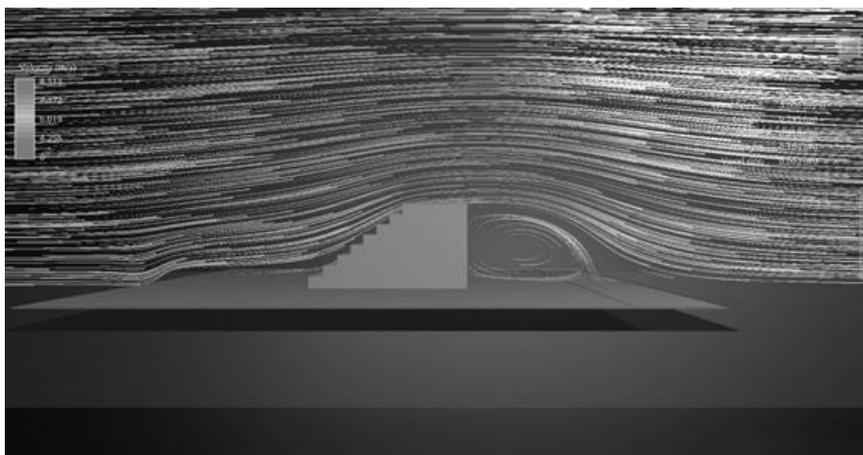


Рис. 8. Схема обтекания воздушным потоком здания ступенчатой формы. Габариты модели в плане 30×40 метров высота 20 метров, скорость воздушного потока 7 м/с

Каверны или дворовые пространства. В городах на равнинах, где застройка примерно одинаковая по высоте, ветровые потоки движутся над крышами зданий, не создавая возмущений в воздушном пространстве вдоль улиц, поскольку они совпадают с направлением ветра. Каверна имеет наиболее благоприятные условия для посадки за счет образования стационарного вихря внутри нее и относительно невысокой скорости движения воздуха в ней. Эксперименты показали, что посадочную площадку следует размещать в центре вихря, где движение воздушного потока минимально. Таким образом, движение частиц образует стационарный вихревой поток, скорость в котором значительно ниже, чем над крышей здания. Эксперименты над компьютерными моделями при разных скоростях воздушного потока показали, что при скорости ветра 10 м/с движение частиц внутри каверны составляет 3–4 м/с, а 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.

Эксперименты также выявили передвижение вихря по направлению ветра к противоположной стенке каверны и зарождение второго вихря при условии, что ширина (и длина) двора каверны превышает 90 метров. Также 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 и попадала в стационарный воздушный поток. Также возможно создание каверны, состоящей из двух объемов здания, соединенных переходами. Если воздушный поток будет проходить со стороны соединительных переходов, то они будут лишь замедлять движение воздушных частиц почти в два раза.

В ходе экспериментов был выявлен большой потенциал в разнообразии форм зданий для обеспечения благоприятного аэродинамического режима в зоне взлета и посадки. Также были выявлены основные типы форм зданий и основные принципы формирования взлетно-посадочного блока.

В процессе исследования определены основные *особенности* зданий с наличием взлетно-посадочного блока. Взлетно-посадочный блок имеет три варианта расположения взлетно-посадочных площадок на здании: не уровне кровли, на консоли, в каверне. Существует необходимость создания над взлетно-посадочными площадками оптимального аэродинамического режима для обеспечения безопасности при взлете и заходе на посадку. Взлетно-посадочный блок включает в себя определенный набор основных и вспомогательных помещений, специальных демпфирующих конструкций на

взлетно-посадочных площадках, а также осветительное, метеорологическое и навигационное оборудование.

Использование демпфирующих конструкций для погашения динамических нагрузок при жесткой посадке воздушного транспорта позволяет использовать стандартные несущие конструкции без усиления несущих свойств (рис. 9). Парковка для воздушного транспорта может быть устроена на технических этажах. Также есть возможность использования взлетно-посадочной палубы в качестве зоны эвакуации при пожаре с помощью корзины.

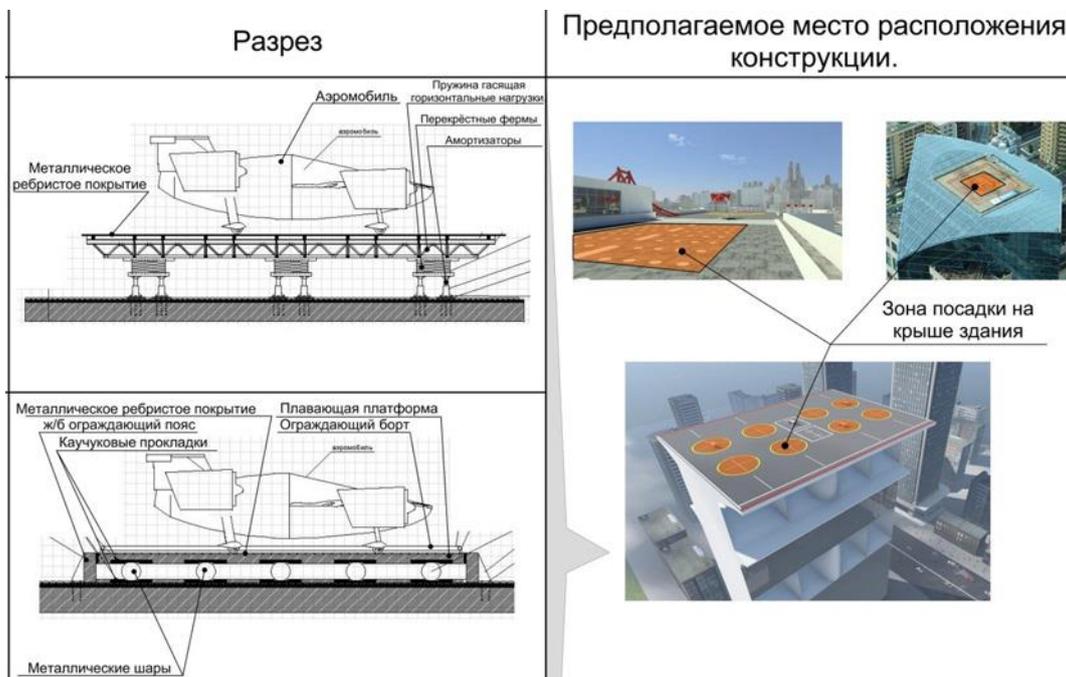


Рис. 9. Устройство экспериментальной демпфирующей конструкции и схема ее возможного расположения в системе взлетно-посадочного блока

Какое влияние оказывает наличие взлетно-посадочного блока на архитектурный облик здания? Можно с уверенностью сказать, что добавляется разнообразие архитектурных решений. Балконы, эвакуационные лестницы и переходы позволяют оптимизировать воздушные потоки над взлетно-посадочной площадкой и, вместе с тем, дают дополнительную выразительность архитектурному объекту.

На основе выявленных особенностей были разработаны принципы формирования зданий с взлетно-посадочным модулем, которые показали большой потенциал архитектурно-планировочного разнообразия зданий нового типа. В ходе исследования 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, расположения его в застройке. В иллюстрациях, приведенных ниже, 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 реальном проектировании таких зданий при совместном сотрудничестве с представителями смежных профессий, в том числе со специалистами по аэродинамике зданий и аэронавтике.

Здания с консольным расположением взлетно-посадочного модуля могут иметь три варианта расположения консолей. Во-первых, веерное расположение, которое наиболее подходит для зданий башенного типа. В данном случае консоли могут находиться в одном уровне по периметру здания. Во-вторых, консоли могут быть расположены на разных высотах. Такой вариант подойдет для многофункциональных высотных зданий, что позволит осуществить быстрый доступ в необходимую функциональную зону башни, а посадочные площадки будут находиться в аэродинамической тени башни. В этих двух вариантах взлетно-посадочный модуль находится непосредственно в теле здания, а консолями являются только взлетно-посадочные площадки. В третьем варианте взлетно-посадочный модуль представляет собой большую консоль, выходящую за пределы здания. Такой вариант целесообразен для зданий любой конфигурации.

Здания со взлетно-посадочным модулем на крыше также имеют три схемы. Здание с террасированным расположением взлетно-посадочных узлов подойдет для протяженных зданий с различным функциональным назначением. «Здание-авианосец» – это когда взлетно-посадочный модуль на крыше располагается на двух корпусах, крыши которых разделены для взлета и посадки, а на крыше расположены островки с входными группами и лифтовыми холлами, диспетчерской башней и подъемниками для НВТ. Такое здание наиболее подойдет для зданий экстренных служб, МЧС, пожарной охраны, а также медицинских центров, которые располагаются в плотной городской застройке. Такой тип здания позволит в экстренных ситуациях принимать и отправлять большое количество летательных аппаратов в минуту. Здание с приподнятым взлетно-посадочным узлом над основным телом здания предназначено для городов с равной высотной застройкой, так как обладает оптимальными аэродинамическими качествами и наиболее удобным расположением взлетно-посадочного узла для посадки.

Для зданий со взлетно-посадочным модулем в каверне разработаны два принципа. Первый – взлетно-посадочный модуль расположен во дворе здания. Второй – взлетно-посадочные площадки модуля углублены в кавернах на крыше здания. Такое расположение подойдет для малоэтажных зданий, таких как транспортно-пересадочные узлы, торговые центры, технопарки (рис. 10).

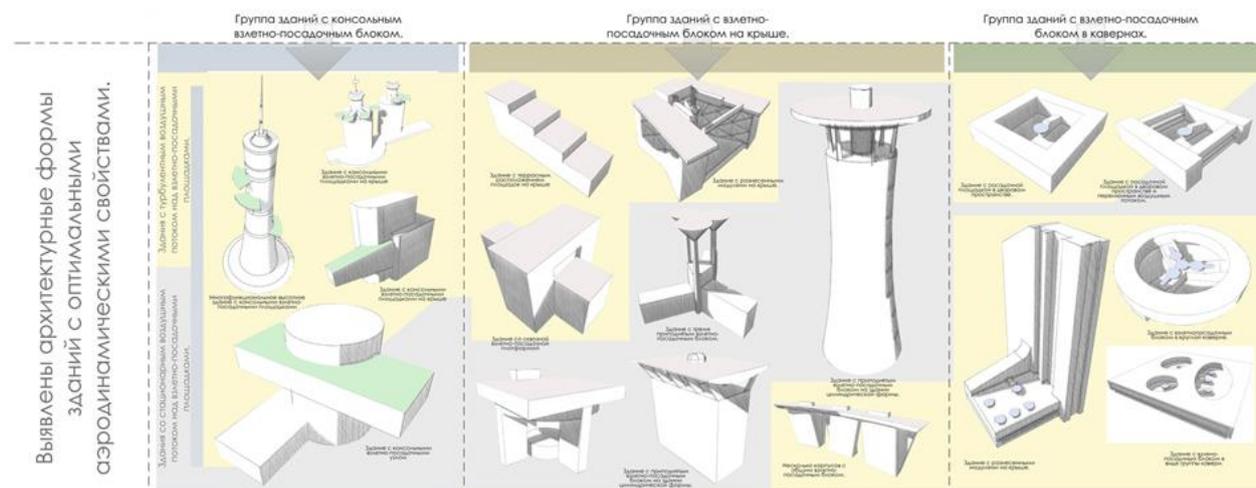


Рис. 10. Схемы архитектурных форм зданий с оптимальными аэродинамическими свойствами

Также были разработаны основные принципы планировочных решений. В данных принципах выявлен набор помещений и функциональных зон, которые представляют собой **взлетно-посадочный блок**, который состоит из ряда функциональных зон: посадочные площадки, площадки для взлета, зона предполетной подготовки, въездной шлюз для прибывающего транспорта, паркинг, вертикальный транспорт для летательных аппаратов, вестибюль. В данных схемах могут быть использованы некоторые вариации в

зависимости от формы и типа здания, например зоны вылета и прилета, могут быть разделены или носить совмещенный характер. Взлетно-посадочный блок отделяется техническими этажами и пожарными отсеками. Также блок имеет свои входные группы, включающие в себя посты охраны, контрольно-пропускные пункты, стойки рецепции, зоны ожидания и т.д., которые располагаются в зоне вылета и прилета (рис. 11).

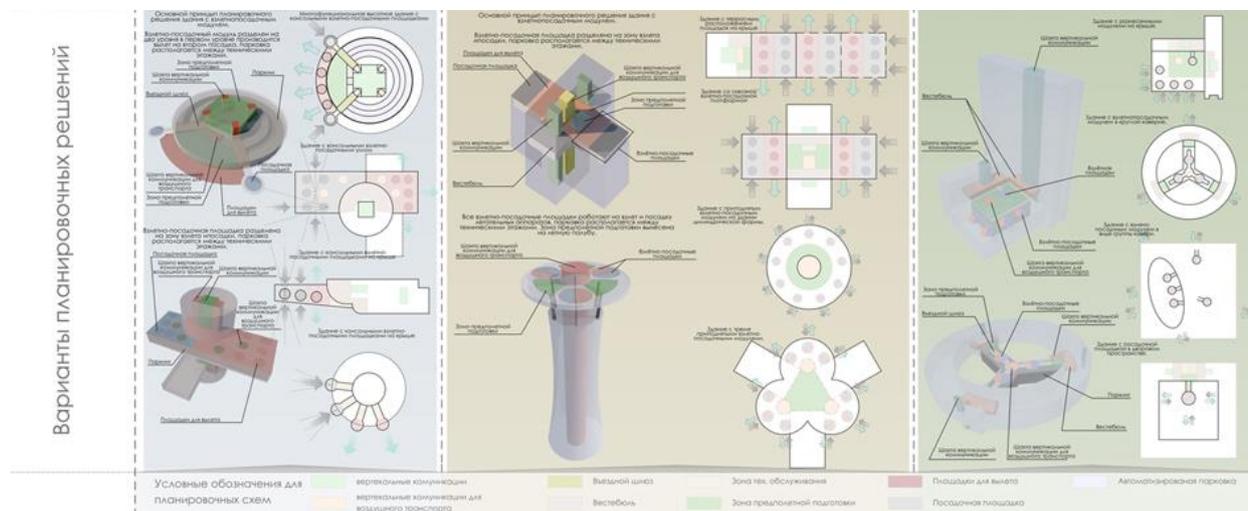


Рис. 11. Варианты и основные принципы планировочных решений взлетно-посадочного блока

Увеличение числа воздушного транспорта в городе и появление в скором времени перспективных видов воздушного транспорта, таких как летающие автомобили или пассажирские дроны, а также довольно высокая плотность застройки повлекут за собой изменения как во внешнем облике архитектуры, так и во внутреннем устройстве здания. В зданиях могут появиться развитые взлетно-посадочные модули в виде консолей или элементов кровли здания. Одним из главных формообразующих факторов здания станет аэродинамика, учет которой необходим для обеспечения благоприятных условий взлетов и посадок на здания.

Ниже приведены экспериментальные проекты основных типов зданий, которые выбрали в себя результаты проведенного нами научного исследования. Поскольку здания обладают ограниченной площадью, отведенной для взлётно-посадочных платформ, все проекты рассчитаны исключительно для нового вида воздушного транспорта вертикального взлета и посадки. В представленных проектах были детально проработаны взлетно-посадочные блоки, которые наглядно демонстрируют новый облик архитектуры, взаимодействующей с гибридным транспортом. *Взлетно-посадочный модуль в здании* представляет собой комплекс из посадочных площадок на крыше, на консоли или в каверне с необходимым навигационным и противопожарным оборудованием. Данный модуль связан с планировочной структурой здания, в которой обеспечиваются дополнительные входные группы и лифтовые холлы в уровне посадочных площадок, зоны предполетной подготовки и технического обслуживания, парковки, и грузовые лифты для связи взлетно-посадочного модуля с землей (рис. 12, 13, 14).

Необходимо рассказать о результатах исследования влияния различных архитектурных и конструктивных элементов здания на его аэродинамику. Из опытов со зданиями цилиндрической и прямоугольной формы башенного типа для консольного расположения модуля был разработан способ закрепления границы срыва потока с боковых граней здания за счет использования решетчатых структур, которые препятствуют попаданию срывающегося вихревого потока в зону нахождения посадочного модуля (рис. 15, 16). Некоторые результаты данных исследований можно применять и при проектировании современных зданий с ныне повсеместно используемыми вертолетными площадками.

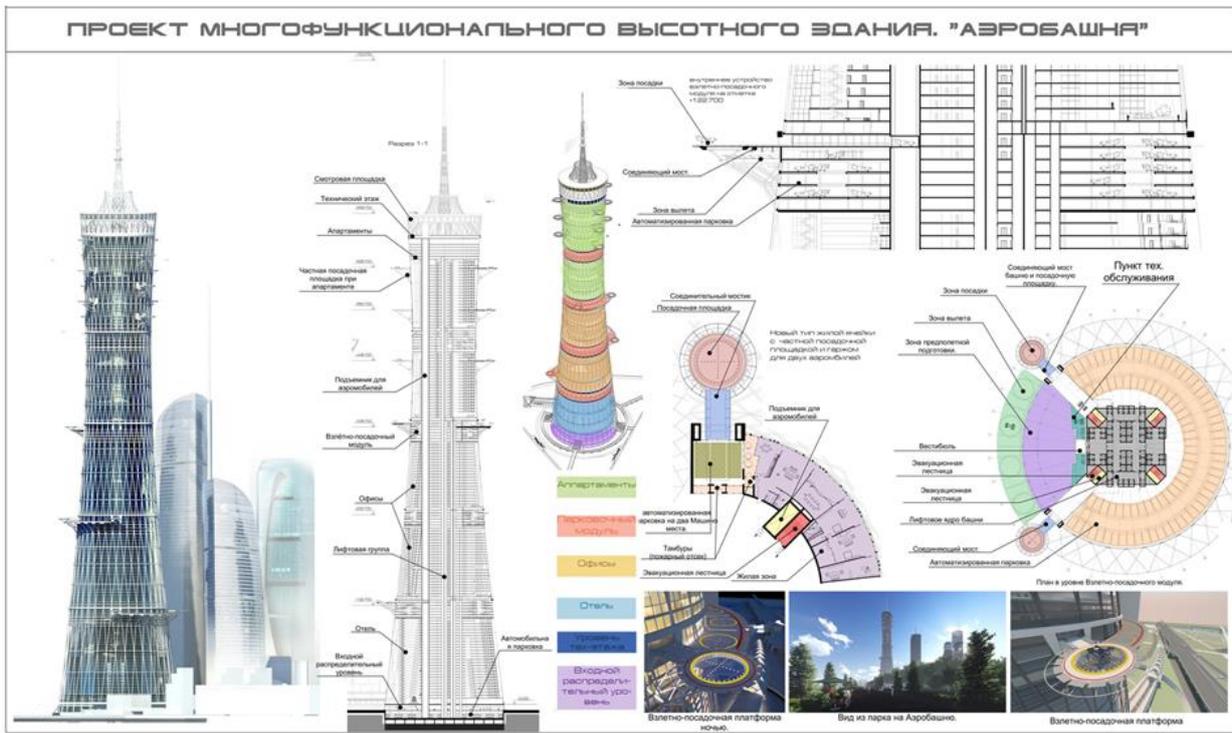


Рис. 12. Экспериментальный проект многофункционального высотного здания «Аэробашня»

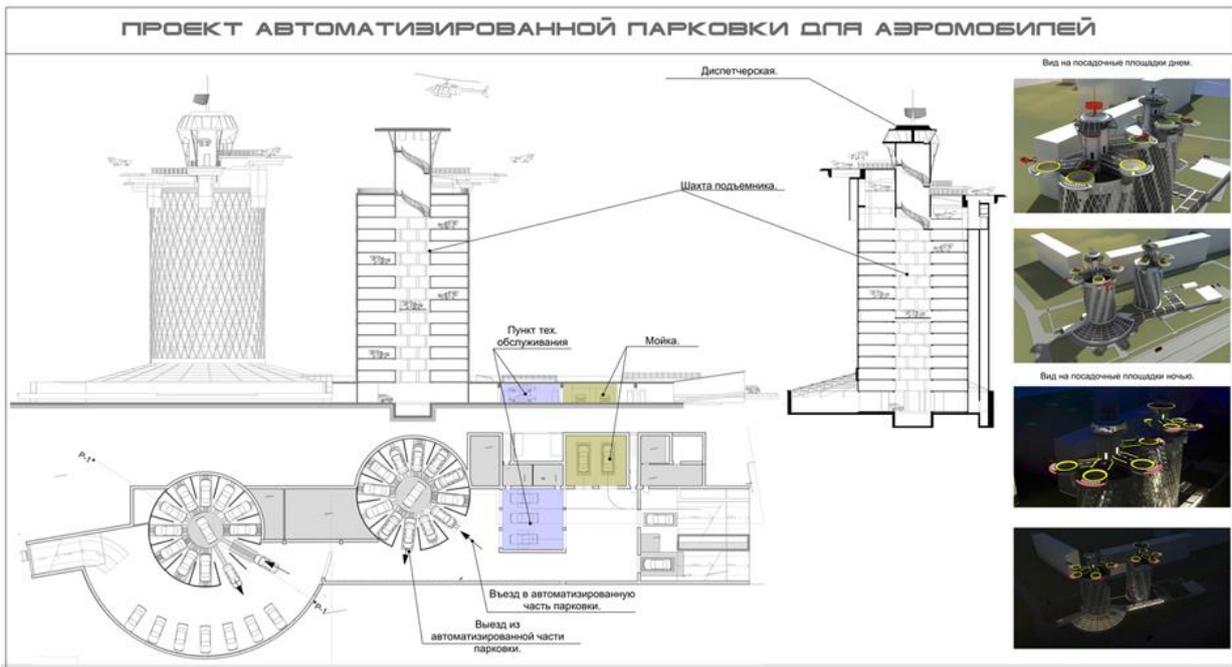


Рис. 13. Экспериментальный проект автоматизированной парковки-гаража для летающих автомобилей

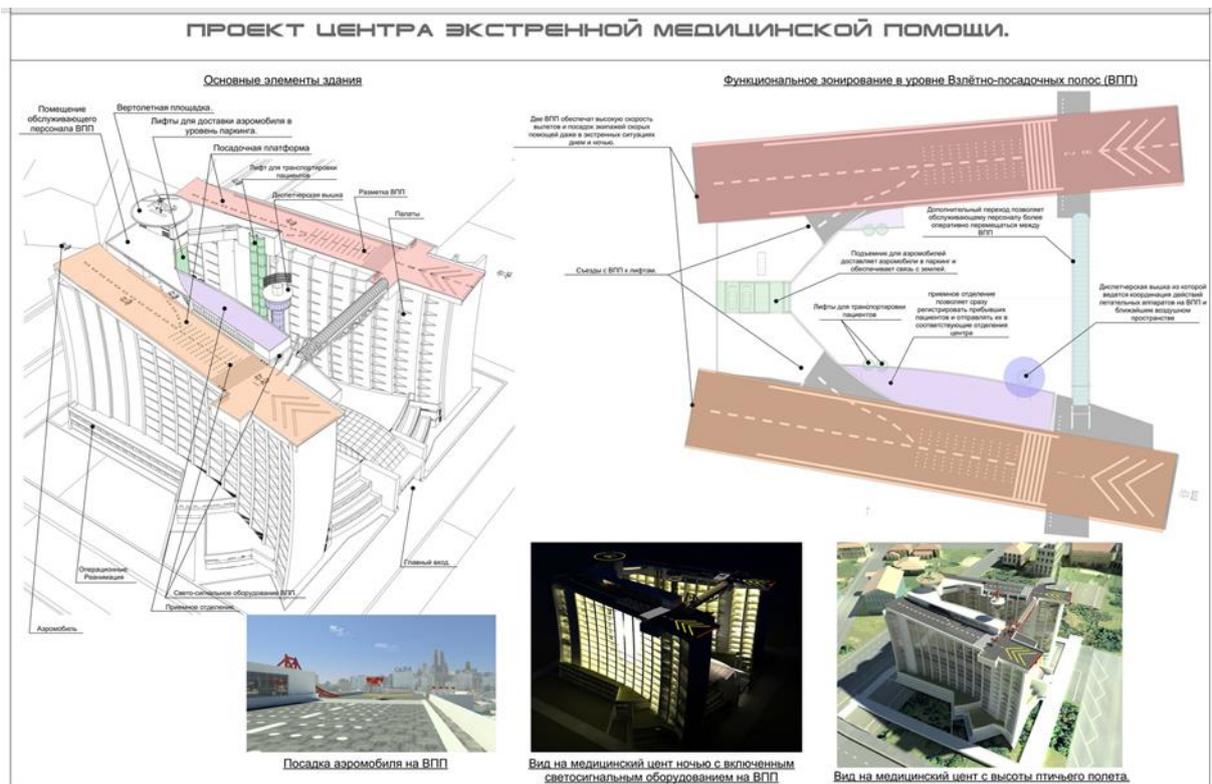


Рис. 14. Экспериментальный проект приемного отделения нового поколения для городских медицинских центров

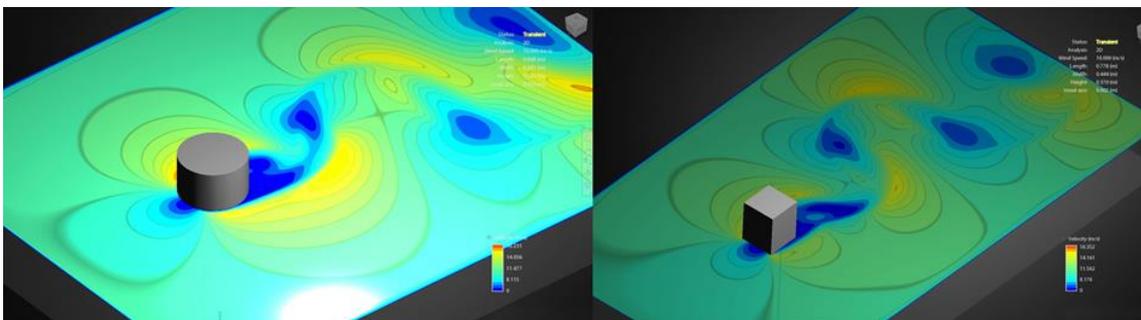


Рис. 15. Аэродинамический след башен, где отчетливо видны поочередно отделяющиеся вихри. Высота башен 50 метров. Радиус цилиндрической башни 18 метров, прямоугольной – 35×35 метров. Скорость воздушного потока 7 м/с

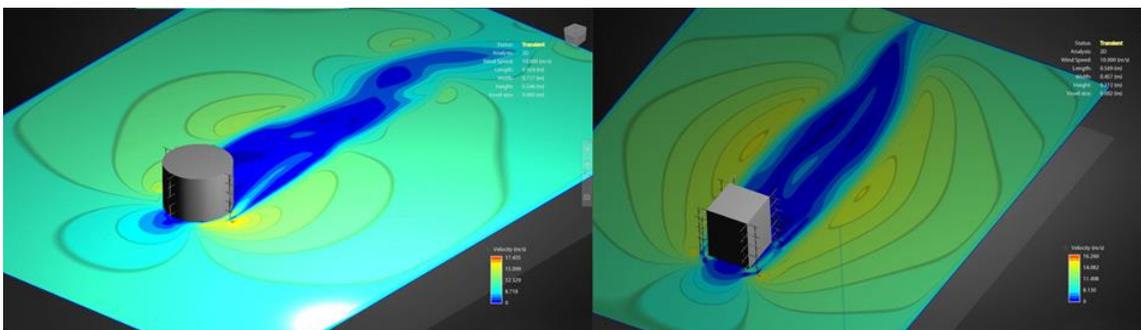


Рис. 16. Аэродинамический след башен, где срыв воздушного потока закреплен с помощью решетчатой структуры в точках срыва (габариты и граничные условия – те же, что на рис. 15)

Появление новых видов транспорта всегда отражается на архитектуре. Аэродинамические требования, предъявляемые к зданиям с взлетно-посадочными модулями скажутся на их формообразовании. С распространением нового городского транспорта возникнут новые типы зданий с новым образом и новым силуэтом. Новый вид транспорта внесет существенные изменения в градостроительные концепции. Использование нового вида воздушного транспорта в городе будет способствовать быстрому передвижению пассажиров и грузов, изменится система расселения, расширятся возможности трудоустройства населения.

Источники иллюстраций

Рис. 1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://paleofuture.gizmodo.com/skyport-one-the-airport-of-the-future-from-1957-1474861998>

Рис. 2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.terrafugia.com/the-transition/>; <https://pursuitist.com/terrafugia-tf-x-plug-in-hybrid-flying-car/>; <http://brosome.com/pal-v-has-come-out-with-the-first-flying-car/>; [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://wylsa.com/ces-2016-ehang-184/>);

Рис. 4. Схема автора.

Рис. 5, 6. Рисунок автора.

Рис. 7, 8. Фото автора.

Рис. 9. Схема автора.

Рис. 10 – 14. Схема автора.

Рис. 15, 16. Фото автора.

Литература

1. Гибшман М.Е. Проектирование транспортных сооружений: учебник для вузов / Е. Гибшман, В.И. Попов. - М.: Транспорт, 1988. – 447 с.
2. Галабурда В.Г. Единая транспортная система: учебник для вузов / В.Г. Галабурда, В.А. Персианов, А.А Тимошин. - М.: Транспорт, 2001. –С. 296-297.
3. Серебровский Ф.Л. Аэрация жилой застройки. - М.: литература по строительству, 1971.
4. Реттер Э.И. Аэродинамика зданий / Э.И. Риттер, С.И. Стриженов. - М.: Стройиздат, 1968.
5. Реттер Э.И. Архитектурно-строительная аэродинамика. - М.: Стройиздат, 1984.
6. Круглова А.И. Климат и ограждающие конструкции. - М.: Стройиздат, 1970.
7. Симиу Э. Воздействие ветра на здания и сооружения / Э. Симиу, Р. Сканлан. Перевод с английского Б.Е. Маслова, А.В. Швецовоой. - М.: Стройиздат, 1984.
8. Аксенов И.Я. Транспорт: история, современность, перспективы, проблемы. - М.: Наука, 1985.
9. Щербаков В. Летящий автомобиль: от фантастики до реальности // Братишка. – 2013. - №4.
10. Пономаренко Е. Транспорт будущего: городские летательные аппараты: Крылатые мечты // Автоцентр. – 2013. - №13.

11. Строительные нормы и правила: СНиП 2.05.08-85. Пособие по проектированию вертолетных станций, вертодромов и посадочных площадок для вертолетов ГА. Часть VII. Вертолетные станции, вертодромы и посадочные площадки для вертолетов: нормативно-технический материал. - М., 1984.
12. Строительные нормы и правила: СНиП 32-03-96. Аэродром: нормативно-технический материал. – М., 1997.
13. Табунщиков Ю.А. Аэродинамика высотных зданий / Ю.А. Табунщиков, Н.В. Шилкин // АВОК [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=2662
14. Футурологические абстракции // Строй-Техника [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://stroy-technics.ru/article/futurologicheskie-abstraksii>
15. Структурная модель оптимального города // Строй-Техника [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://stroy-technics.ru/article/strukturnaya-model-optimalnogo-goroda-razrabotka-avtora>
16. Мягков М.С. Особенности ветрового режима типовых форм городской застройки / М.С. Мягков, Л.И. Алексеева // Architecture and Modern Information Technologies. – 2014. - 1(26) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://marhi.ru/AMIT/2014/1kvart14/myagkov/abstract.php>

References:

1. Gibshman M.Y., Popov V.I. *Proektirovanie transportnyh sooruzhenij: uchebnik dlja vuzov* [Designing transport facilities: a textbook for universities]. Moscow, Transport, 1988, 447 p.
2. Galaburda V.G., Persianov V.A., Timoshin A.A. *Edinaja transportnaja sistema: uchebnik dlja vuzov* [Unified transport system: a textbook for universities]. Moscow, Transport, 2001, pp. 296-297.
3. Serebrovsky F.L. *Ajeracija zhiloj zastrojki* [Aeration of residential development]. Moscow, literature on construction, 1971.
4. Retter E.I., Strizhenov S.I. *Ajerodinamika zdaniy* [Aerodynamics of buildings]. Moscow, Stroyizdat, 1968.
5. Retter E.I. *Arhitekturno-stroitel'naja ajerodinamika* [Architectural and construction aerodynamics]. Moscow, Stroiizdat, 1984.
6. Kruglova A.I. *Klimat i ograzhdajushhie konstrukcii* [Climate and enclosing structures]. Moscow, Stroyzdat, 1970.
7. Simiu E., Scanlan R. *Vozdejstvie vetra na zdaniya i sooruzheniya* [The impact of wind on buildings and structures]. Moscow, Stroiizdat, 1984.
8. Aksenov I.Ya. *Transport: istoriya, sovremennost', perspektivy, problemy* [Transport: history, modernity, prospects, problems]. Moscow, Nauka, 1985.
9. Shcherbakov V. *Letajushhij avtomobil': ot fantastiki do real'nosti* [Flying car: from fantasy to reality. Magazine Bratishka]. 2013, no. 4.
10. Ponomarenko E. *Transport budushhego: gorodskie letatel'nye apparaty: Krylatye mechty* [Future transport: urban aircraft: Winged dreams. Magazine Avtotsentr]. 2013, no. 13.

11. *Stroitel'nye normy i pravila: SNiP 2.05.08-85. Posobie po proektirovaniju vertoletnyh stancij, vertodromov i posadochnyh ploshhadok dlja vertoletov GA. Chast' VII. Vertoletnye stancii, vertodromy i posadochnye ploshhadki dlja vertoletov: normativno-tehnicheskij material* [Building norms and rules: SNiP 2.05.08-85. A manual on the design of helicopter stations, heliports and landing areas for helicopters GA. Part VII. Helicopter stations, heliports and landing sites for helicopters: regulatory and technical material]. Moscow, 1984.
12. *Stroitel'nye normy i pravila: SNiP 32-03-96. Ajerodrom: normativno-tehnicheskij material* [Building norms and rules: SNiP 32-03-96. Aerodrome: normative and technical material]. Moscow, 1997.
13. Tabunshchikov Yu.A., Shilkin N.V. *Ajerodinamika vysotnyh zdanij* [Aerodynamics of high-rise buildings. Magazine AVOK]. Available at: http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=2662
14. *Futurologicheskie abstrakcii* [Futurological abstractions. Magazine Story-Technique]. Available at: <http://stroy-technics.ru/article/futurologicheskie-abstraktsii>
15. *Strukturnaja model' optimal'nogo goroda* [Structural model of an optimal city]. Available at: <http://stroy-technics.ru/article/strukturnaya-model-optimalnogo-goroda-razrabotka-avtora>
16. Myagkov M.S., Alekseeva L.I. Wind Pattern Features in Typical City Models. Architecture and Modern Information Technologies, 2014, no. 1(26). Available at: <http://www.marhi.ru/eng/AMIT/2014/1kvart14/myagkov/abstract.php>

ОБ АВТОРАХ

Казуров Александр Евгеньевич

Аспирант, кафедра «Промышленные здания и сооружения», Московский архитектурный институт (государственная академия), Москва, Россия
e-mail: kazurov-aleksandr@yandex.ru

Суслова Ольга Юрьевна

Кандидат архитектуры, профессор кафедры «Конструкции зданий и сооружений», Московский архитектурный институт (государственная академия), Москва, Россия
e-mail: ollqasuslova@yandex.ru

ABOUT THE AUTHORS

Kazurov Alexander

Postgraduate Student, Department of «Industrial Buildings and Structures», Moscow Institute of Architecture (State Academy), Moscow, Russia
e-mail: kazurov-aleksandr@yandex.ru

Suslova Olga

PhD in Architecture, Professor of the Department «Structures of Buildings and Structures», Moscow Institute of Architecture (State Academy), Moscow, Russia
e-mail: ollqasuslova@yandex.ru