

ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ ЗДАНИЙ-МОСТОВ

УДК 725.95:711.7

DOI: 10.24411/1998-4839-2020-15011

С.Л. Скиба*ООО «Проектный институт уникальных сооружений «АРЕНА», Москва, Россия***Т.Р. Забалуева***НИУ Московский государственный строительный университет, Москва, Россия***Аннотация**

В статье описана концепция надземных большепролетных зданий типа «здание-мост», выполнен анализ предшествующих научных и проектно-экспериментальных разработок аналогичного содержания и предлагаются рекомендации для представления объемно-планировочных решений малопроектных зданий-мостов. Транспортные проблемы многих городов, включая Москву, вызваны исторически сложившейся структурой с железнодорожными вокзалами, оказавшимися в центрах городов, и недостатком связанности районов города улично-дорожной сетью. Разрывы в улично-дорожной сети обусловлены наличием протяженных препятствий, таких как реки, овраги, железнодорожные пути, выведенные из эксплуатации зоны промышленных предприятий. Возведение зданий-мостов может способствовать решению ряда транспортных и социальных проблем крупных городов. Здание-мост осуществляет пешеходную и транспортную связь разобщенных районов, а также включает в себя социально-общественные функции, отвечающие потребностям определенных районов. Город получает транспортную связь районов, инвестор – арендные площади под общественную-коммерческую функцию.¹

Ключевые слова: надземное большепролетное здание, здание-мост, протяженное препятствие, улично-дорожная сеть, дорожное строительство

HABITABLE BRIDGES SPATIAL-PLANNING SYSTEMS**S. Skiba***Project Institute «ARENA», Moscow, Russia***T. Zabalueva***Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia***Abstract**

Article describes the concept of "building-bridge" type above-ground large-span buildings, analyzes previous scientific and design-experimental developments of this problem and offers recommendations for the presentation of space-planning solutions for low-span bridge buildings. Transport problems in many cities, including Moscow, are caused by the historical structure with railway stations located in the city centers, and separation of the city's districts with the road network. Breaks in the road network are caused by the presence of long obstacles, such as rivers, ravines, railway tracks, industrial zones. The construction of bridge buildings can help solve a number of transport and social problems in large cities. The bridge building provides pedestrian and transport links between separated areas and includes social and public functions that meet the needs of certain areas. The city receives transport links between districts, and the investor receives rental areas for public and commercial functions.²

¹ **Для цитирования:** Скиба С.Л. Объемно-планировочные системы зданий-мостов / С.Л. Скиба, Т.Р. Забалуева // Architecture and Modern Information Technologies. – 2020. – №1(50). – С. 165–179. – URL: https://marhi.ru/AMIT/2020/1kvart20/PDF/11_skiba.pdf DOI: 10.24411/1998-4839-2020-15011

² **For citation:** Skiba S., Zabalueva T. Habitable Bridges Spatial-Planning Systems. Architecture and Modern Information Technologies, 2020, no. 1(50), pp. 165–179. Available at: https://marhi.ru/AMIT/2020/1kvart20/PDF/11_skiba.pdf DOI: 10.24411/1998-4839-2020-15011

Keywords: aboveground long-span structure, habitable bridge, prolonged barrier, transportation system, road construction

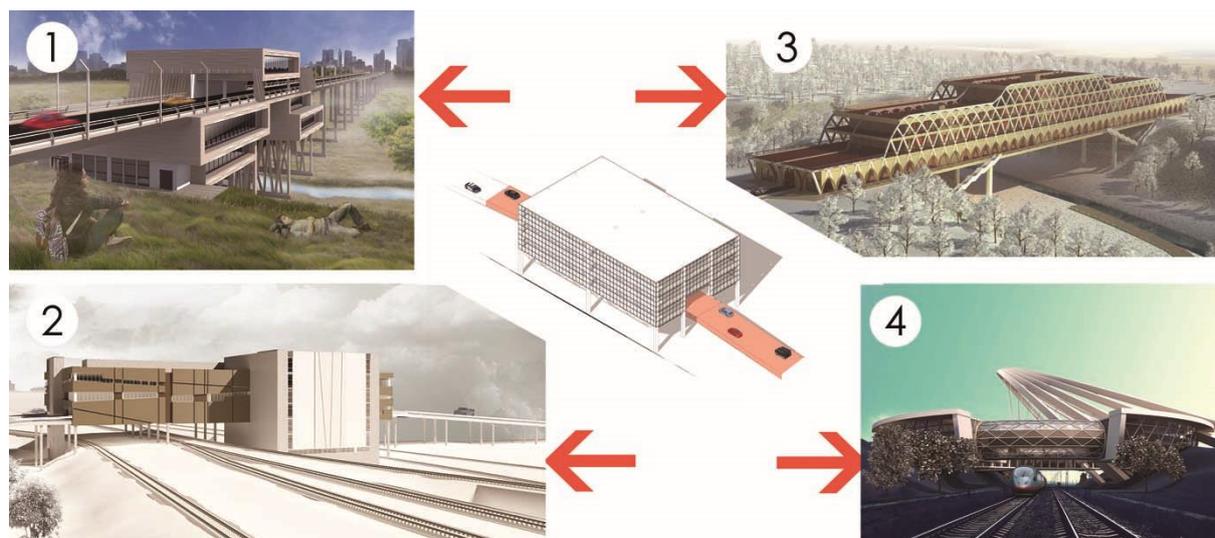
В настоящее время Московская агломерация сталкивается с рядом проблем, связанных с ростом и развитием города. Актуальность исследования подтверждается наличием в их числе транспортных проблем города, которые обусловлены исторически сложившейся структурой, разорванностью и недостаточной плотностью улично-дорожной сети города [1]. Разрывы зачастую обусловлены наличием на территории города большого количества протяженных препятствий естественного и искусственного происхождения (реки, овраги, железнодорожные пути) [2]. Протяжённые препятствия пронизывают город, нарушая связи между жилыми районами, приводя к образованию автомобильных пробок и перепробегам [3], что влечет за собой загрязнение окружающей среды и рост выбросов вредных веществ в атмосферу. В Москве территории подъездных железнодорожных путей к девяти вокзалам, сосредоточенным в центральной части города, являются мощнейшим разделителем городской ткани [4].

Государственными программами Российской Федерации и города Москвы в частности обозначены меры по улучшению транспортной ситуации. Они отражены в Распоряжении Правительства РФ, от 22.11.2008 г. №1734-р «Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года» и в подпрограмме «Автомобильные дороги и улично-дорожная сеть», утвержденной постановлением Правительства РФ от 20.12.2017 г. №1596, государственной программе Российской Федерации «Развитие транспортной системы», в рамках которых государство берет на себя обязательства по финансированию ключевых объектов – скоростных автомобильных магистралей и путепроводов с большой пропускной способностью. При этом локальные межрайонные связи остаются за пределами компетенции федеральных органов как объекты, не приносящие быстрого экономического эффекта. Подтверждают это схемы планируемого территориального зонирования и размещения новых транспортных путей, предусмотренные в рамках Закона города Москвы от 05.05. 2010 г. №17 «О генеральном плане города Москвы».

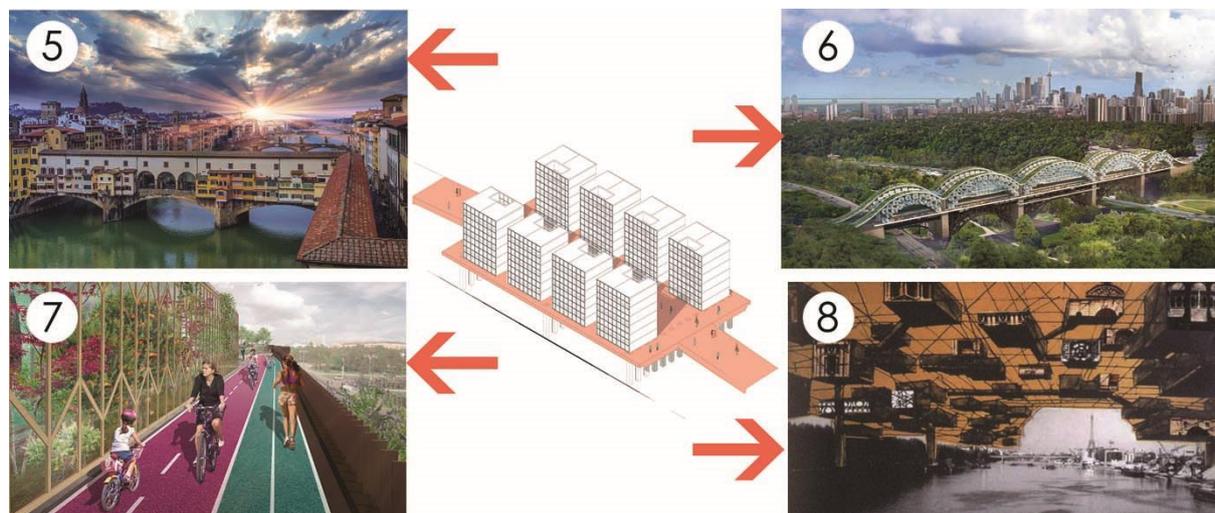
Для создания локальных связей необходимо привлечение частных инвесторов. Такой механизм финансирования в настоящий момент успешно применяется при строительстве транспортно-пересадочных узлов в Москве [5]. Заинтересованность инвесторов в осуществлении вложений в транспортно-пересадочный узел возникает за счет его коммерческой составляющей. Еще одним вариантом здания, которое может одновременно решить транспортные проблемы города и предоставить коммерческие площади инвестору, может стать здание, сочетающее функцию автомобильного моста с социально-значимой функцией – здание-мост (ЗМ) [2].

Научная новизна исследования заключается в том, что в нем впервые обоснована возможность соединения в едином сооружении помещений, выполняющих основную функцию здания, и транспортного проезда. Концепция здания-моста закономерно вписывается в идеи архитекторов и градостроителей прошлого и настоящего о многоуровневых городах, в которых разведенные в пространстве пешеходные и транспортные связи составляют единую структуру с жилыми и общественными зданиями, а также рекреационными зонами города. Принципиальное отличие предлагаемой модели здания-моста (рис. 1а) от реализованных в градостроительной практике «обитаемых мостов» [6] (Понте-Веккьо во Флоренции и Мост менял в Париже, «Living Bridge» в Гамбурге и Торонто), полифункциональных пешеходных мостов [7] (реконструкция московской монорельсовой транспортной системы), надземных мобильных городов [8] («пространственный город» над исторической застройкой Парижа), представленных на рисунке 1б, заключается в единстве конструкции проезжей части моста и конструкций

объемов его основного функционального назначения [9], что позволяет оптимизировать расход конструкционных материалов.



а)



б)

Рис. 1. Модели зданий-мостов: а) экспериментальные проекты зданий-мостов, разработанные на кафедре Архитектуры НИУ МГСУ (1,2 – проекты малопролетных ЗМ; 3,4 – проекты большепролетных ЗМ); б) существующие проекты и постройки-предшественники зданий-мостов (5 – мост Понте-Веккьо во Флоренции; 6 – проект многофункционального моста на виадуке Блур в Торонто; 7 – проект реконструкции монорельсовой системы в Москве; 8 - проект «пространственного города» в Париже)

Целью исследования стала разработка рекомендаций по формированию объемно-планировочных решений одного из подтипов – малопролетных зданий-мостов. Для достижения цели авторами были решены такие задачи, как анализ мирового и отечественного опыта проектирования и строительства различных видов зданий-мостов и «горизонтальных небоскребов», анализ экспериментальных проектов зданий-мостов кафедры Архитектуры Московского государственного строительного университета, определение классификационных признаков и разработка типологического ряда зданий-мостов с выделением для дальнейшего исследования типа «малопролетное здание-мост».

Здание-мост – это тип надземного большепролетного здания [10], сочетающий в себе транспортную и социально-общественную составляющие, предназначенный для преодоления естественных и искусственных протяженных препятствий. В процессе эксплуатации такого здания его проезжая часть становится объектом дорожного хозяйства города, проезд по ней бесплатен и открыт круглосуточно для легковых автомобилей, а полезные функциональные площади оказываются в собственности инвестора и могут быть использованы по прямому назначению или сданы в аренду (рис. 2)



Рис. 2. Принцип функционирования здания-моста

Функциональное назначение пролетной части здания-моста зависит от градостроительных и санитарно-гигиенических факторов и условий расположения участка планируемого размещения здания в целом. Особенности структуры улично-дорожной сети Московского региона, характеризующейся высокой плотностью железнодорожных переездов, позволяют определить надпутевое пространство железнодорожных путей как перспективное направление строительства зданий-мостов в городе. Проведенные измерения показали, что уровень шума на железнодорожных путях в границах Московской кольцевой автодороги в среднем составляет от 75 до 90 дБА, в то время как в дневные часы длительное нахождение человека возможно в помещениях общественных зданий и территории застройки с уровнем шума не выше 55 дБА, а кратковременное – при уровне шума не выше 75 дБА³. Важным негативным фактором является вибрационное воздействие от движения поездов. Вследствие этого в качестве наиболее актуальных функциональных назначений зданий-мостов рассматриваются парковочное и складское, а также торгово-обслуживающее при выполнении определенных мероприятий по снижению шумового и вибрационного воздействия.

В зависимости от ширины протяженного препятствия, которое требуется пересечь, применимы различные конструктивные схемы зданий-мостов. Для зданий-мостов, выполняющих функцию соединения улично-дорожных сетей в условиях городской застройки, характерны следующие три решения (рис. 3). Первое решение представляет собой «этажерку» из сталежелезобетонных перекрытий на опорах над протяженным препятствием (рис. 3а); второе – конструкцию из чередующихся «несущих этажей» [11] и подвешенных к ним этажей со свободной планировкой (рис. 3б); третье – пространственную балку, сформированную многорешетчатой многэтажной фермой, в узлы которой опираются междуэтажные перекрытия [12] (рис. 3в). Наличие трех конструктивных схем объясняется зависимостью строительной высоты пролетной конструкции от величины перекрываемого пролета: относительная высота пролетной

³ СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. – 20 с.

конструкции составляет порядка $1/20$ от длины пролета, а при увеличении высоты пролетной конструкции уменьшается удельный расход конструкционных материалов на 1 м^2 полезной площади здания. При достижении пролетной конструкцией высоты более 1 м становится обоснованным переход от первого решения ко второму, а при строительной высоте конструкции больше $5-7 \text{ м}$ – к третьему. Таким образом, первое решение применяется при допустимых пролетах между опорами от 15 до 25 м , а имеющие его в своей основе здания-мосты получили название «малопролетные здания-мосты» (МЗМ), второе – при пролетах от 25 до 50 м («среднепролетные здания-мосты») и третье – при невозможности установки опор с шагом до 50 м или когда цель проектирования – создание уникальных объектов, при строительстве «большепролетных зданий-мостов» с пролетом до 100 м .

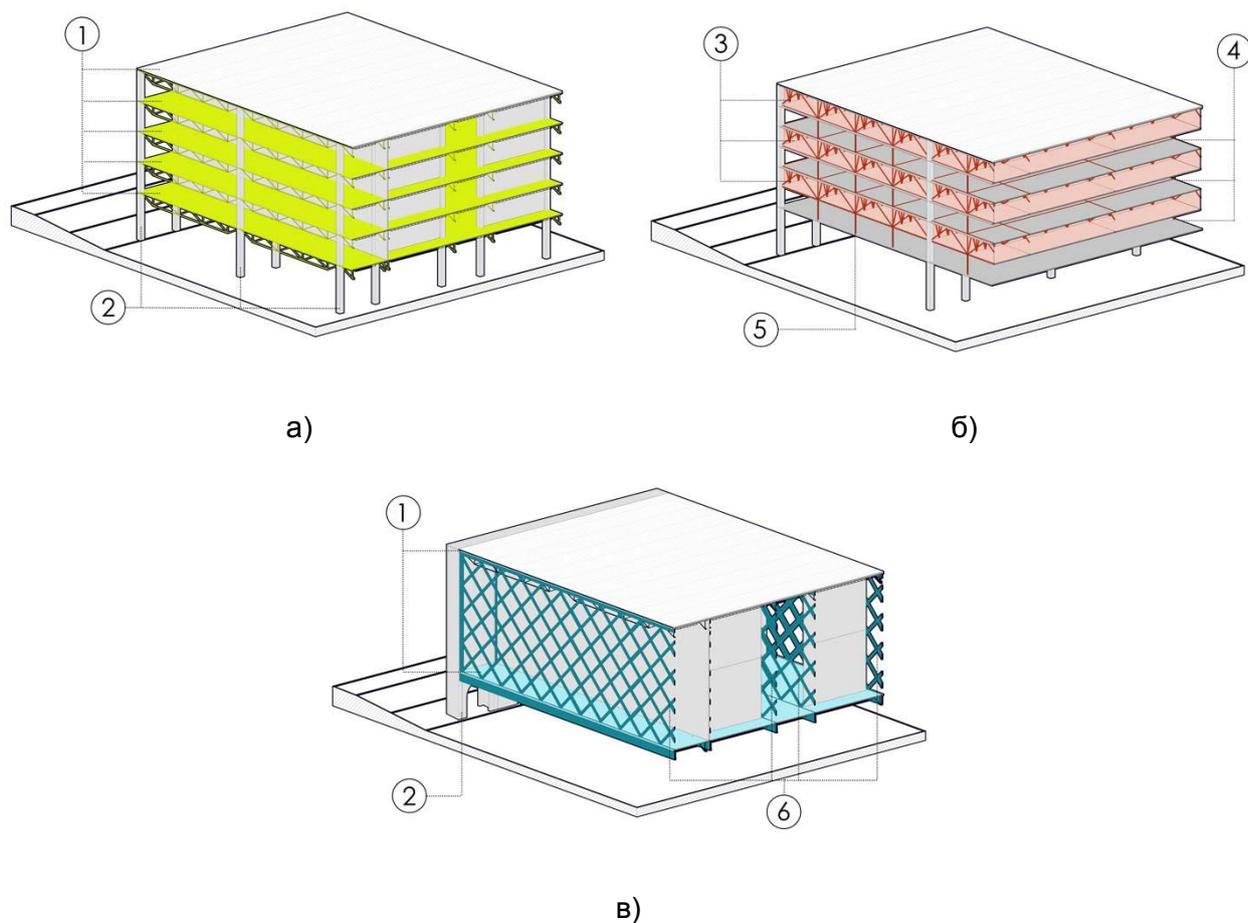


Рис. 3. Конструктивные решения зданий-мостов: а) конструктивная схема малопролетного здания-моста; б) конструктивная схема среднепролетного здания-моста; в) конструктивная схема большепролетного здания-моста (1 – сталежелезобетонное перекрытие; 2 – вертикальная опора; 3 – «несущий этаж»; 4 – этаж со свободной планировкой; 5 – подвес; 6 – многоярусная ферма)

Пример реализованного объекта с несущей конструкцией третьего типа – здание Bosh Parkhaus в Штутгарте [13] (рис. 4), пролеты которого составляют от 85 до 105 м , но сквозной проезд в этом здании отсутствует. Для создания локальных межрайонных связей, в особенности через железнодорожные пути, пролеты такой длины чаще не требуются. Количество путей на перегонах в границах МКАД составляет от 2 до 4 , что с учетом габарита приближения строений (в соответствии с терминологией, принятой в

нормативном документе⁴⁾ соответствует длинам пролетного строения, указанным в таблице 1. Для связей через железнодорожные пути рациональнее использовать именно первый тип – малопролетные здания-мосты. В целях минимизации расходов на проектирование и строительство, что будет способствовать повышению степени внедрения МЗМ в практику реконструкции улично-дорожной сети Московского региона, необходимо осуществить типизацию их отдельных элементов.



Рис. 4. Здание Bosch Parkhaus над автомобильной магистралью в Штутгарте

Таблица 1. Габарит длины пролетного строения здания-моста для различного количества путей на перекрываемом участке железной дороги

Число путей	Минимальное расстояние между осями крайних путей, м	Минимальное расстояние от оси крайнего пути до опоры ЗМ, м	Длина пролета, м
2	4,1	3,1	10,3
3	12,1	3,1	18,3
4	16,2	3,1	22,4

Экспериментальное проектирование ЗМ ведется на кафедре Архитектуры НИУ МГСУ уже более 10 лет. Примеры некоторых проектов представлены на рисунке 1. Однако при их разработке объемно-планировочные решения не были структурированы. В результате анализа как предложенных кафедрой, так и других известных аналогичных проектов, авторы пришли к выводу об определенных закономерностях объемно-планировочной структуры МЗМ.

Малопролетное здание-мост можно разбить на следующие принципиальные составляющие (рис. 5):

- 1) пролетное строение, включающее проезжую и пешеходную мостовую часть и объемы, занятые функциональными помещениями;
- 2) вертикальные опоры, на которые опирается пролетное строение;
- 3) подъездные пути к проезжей части;
- 4) вертикальные коммуникации, посредством которых осуществляется доступ пешеходов и пользователей функциональной части в необходимый уровень пролётного строения.

⁴ ГОСТ 9238-2013 Габариты железнодорожного подвижного состава и приближения строений. – М.: Стандартинформ, 2014. – 172 с.

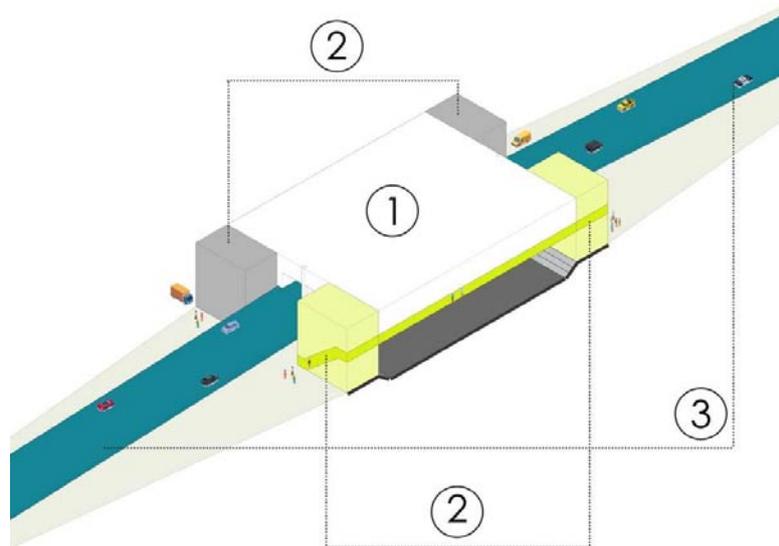


Рис. 5. Основные составляющие здания-моста (1 – пролетная конструкция; 2 – вертикальные опоры с блоками вертикальных коммуникаций; 3 – подъездные пути)

Входные группы и вертикальные коммуникации зданий-мостов по своему размещению и роли в структуре здания аналогичны входным группам «горизонтальных небоскребов» (рис. 6). Наличие таких элементов в горизонтальных небоскребах позволило осуществить их синтез с другими обязательными элементами здания-моста.

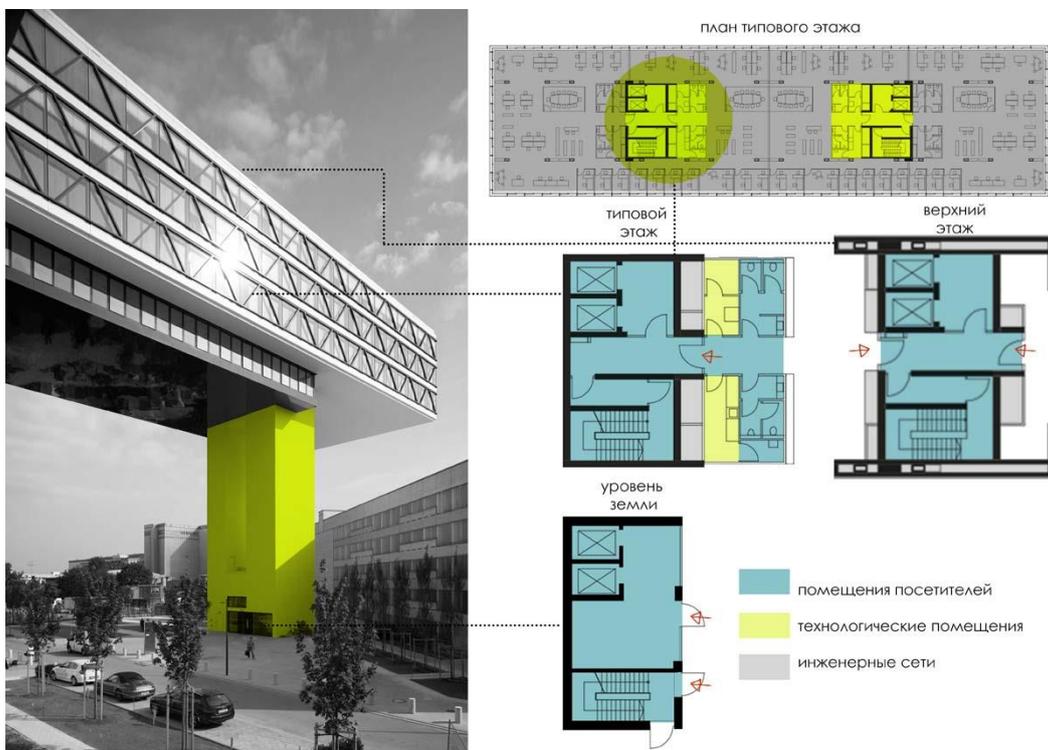


Рис. 6. Опора «Медиа-моста» в Мюнхене

Объединив вертикальные опоры на «берегах» протяженного препятствия с вертикальными коммуникациями, можно получить блоки, имеющие в своем составе входную группу и вертикальные связи. Такие блоки мы назвали блоками вертикальных

коммуникаций (БВК). БВК в составе малопролетных зданий-мостов выполняют следующие функции:

1. соединение всех этажей пролетной части друг с другом и с уровнем земли;
2. распределение и ориентация пешеходных потоков;
3. транспортировка пешеходных потоков в уровень пролетной части;
4. технологическая загрузка функциональной части МЗМ;
5. подключение инженерных сетей здания к городским инженерным сетям.

БВК должны удовлетворять ряду требований для комфортного и безопасного передвижения пешеходов, посетителей и работников, а также для установки инженерного обеспечения здания-моста. Необходимыми требованиями являются доступность для маломобильных групп населения; четкое разделение транспортных, пешеходных и технологических потоков; обеспечение своевременной эвакуации людей из надземного пространства; обеспечение необходимых технологических процессов функциональной части здания-моста; возможность размещения вертикальных участков инженерных сетей здания с их последующим подключением к городским сетям.

Структура и состав помещений БВК тесно связаны с функциональным наполнением пролетной части здания-моста, поэтому для каждого назначения рекомендуется разработать свой типовой блок вертикальных коммуникаций. Общими составляющими для всех блоков могут стать такие компоненты, как собственно вертикальные коммуникации (лифты и лестницы, эскалаторы); технические помещения здания, размещаемые в блоке с целью максимального освобождения полезных площадей в пролетной части здания; входная группа, включающая тамбур и вестибюль; помещения охраны; санитарные узлы.

Рассмотрим особенности и рекомендуемый состав помещений БВК для трех перечисленных ранее типов функционального наполнения зданий-мостов – многоуровневом автоматизированном паркинге, складе типа «склад индивидуального хранения», комплексе предприятий торгово-бытового обслуживания районного значения. По назначению БВК для рассматриваемых вариантов функционального наполнения здания-моста делятся на пять типов:

- тип 1. БВК с входными группами для пользователей автоматизированного автомобильного паркинга;
- тип 2. БВК с входными группами для пользователей склада индивидуального хранения;
- тип 3. БВК с зоной загрузки торгового блока;
- тип 4. БВК с входными группами, ориентированными на транзитных пешеходов ЗМ;
- тип 5. БВК с входными группами, ориентированными на пешеходов – посетителей торговой зоны.

В БВК для посетителей автоматизированных паркингов (тип 1) дополнительно должны присутствовать следующие помещения: санитарные узлы для посетителей и персонала, помещение охраны и видеонаблюдения, диспетчерский пункт, операторская, помещения персонала, камера временного хранения, мастерские для мелкого ремонта и хранения инструментов; необходимо наличие и удобное расположение терминала оплаты. Перед передачей автомобиля к подъёмному устройству все пассажиры должны быть высажены из салона, поэтому необходимо предусмотреть помещение ожидания для пассажиров после высадки и перед посадкой в автомобиль.

БВК складов индивидуального хранения (тип 2) являются единственным типом, совмещающим в одном объеме зону загрузки/выгрузки складированного имущества и зону входа посетителей. Пользователи склада всегда должны иметь возможность простого и беспрепятственного доступа в зону загрузки склада. БВК складов индивидуального хранения должны быть обеспечены следующими помещениями: санитарными узлами для посетителей и персонала (в т.ч. – душевыми персонала), медпунктом,

пожаробезопасными зонами, административными и бытовыми помещениями для работников склада, помещением загрузки/выгрузки с подъемными воротами и погрузочно-разгрузочной платформой, помещением охраны и видеонаблюдения. В уровне входа располагается зона консультации и регистрации пользователей, зона продажи упаковочных материалов, зона ожидания посетителей; на каждом этаже – помещение хранения тележек и прочих транспортировочных средств.

В отличие от складов индивидуального хранения с самообслуживанием, в зданиях-мостах с торговыми помещениями и помещениями обслуживания населения предусмотрено четкое разделение технологической части торгового зала и зоны посетителей, поэтому применяется 2 разных типа входных групп – тип 3 для загрузки товаров и входа персонала и тип 5 (рассмотрен далее) для входа посетителей. Загрузочная группа должна иметь доступ на каждый торговый уровень, сообщение со всеми торговыми точками и располагаться в стороне от основного потока посетителей. Она содержит следующие помещения: помещение приемки и разгрузки товаров с подъемными воротами и погрузочно-разгрузочной платформой, подсобные помещения (хранение, мелкий ремонт и т.д.), административные помещения, бытовые помещения для персонала.

БВК с входными группами для транзитных пешеходов (тип 4) применяются в том случае, если в функциональное назначение здания-моста не включена торговая функция. БВК типа 4 нацелены на обеспечение быстрого и комфортного перехода пешеходов через протяженное препятствие, поэтому должны содержать минимум необходимых элементов – вертикальные коммуникации, тамбур, вестибюль. Этот тип отличается минимальными площадями и ограничением высоты подъема пешеходов только до уровня пешеходного моста. БВК этого типа – «закрытые» – они изолированы от прочих частей здания, кроме пешеходной зоны.

В случае наличия общественных зон с целью повышения коммерческой эффективности данные помещения должны быть максимально интегрированы в пешеходный путь. Путь между входными группами по обе стороны от протяженного препятствия должен выстраиваться максимально длинным и с возможными ответвлениями, а также быть привлекательным для пешехода-посетителя. В БВК типа 5 не рекомендуется размещение санитарных узлов для посетителей: с целью увеличения процента пешеходов, которые будут посещать торговые помещения и совершать покупки, санитарные узлы следует расположить непосредственно внутри торговой зоны с дальнейшим выводом коммуникаций в объем БВК. Для безопасности и удобства посетителей необходимы следующие помещения: помещение охраны, медпункт, стойки информации. Административные и бытовые помещения персонала при этом размещаются в смежном БВК типа 3. БВК 5-го типа – «открытые» – они интегрированы в общее торгово-пешеходное пространство.

Пешеходная и проезжая части моста могут располагаться как в одном, так и в разных уровнях. Заезд автомобиля на проезжую часть здания-моста осуществляется по подъездным путям. Подъездные пути – это участки улично-дорожной сети города, соединяющие существующие, разорванные участки улично-дорожной сети с проезжей частью здания-моста с двух сторон. Их строение зависит от рельефа, на котором расположено здание, числа полос, предполагаемых проезжей частью, расположения соединяемых участков относительно протяженного препятствия. МЗМ в связи с выполняемой задачей – соединением улиц районного значения – может содержать одно- или двухполосную проезжую часть с односторонним или двусторонним движением. Протяженность подъездных путей зависит от категории дороги, скоростного режима на ней и превышения отметки проезжей части здания-моста над отметками соединяемых участков улично-дорожной сети города. МЗМ может обеспечивать сопряжение дорог III и V категорий, при этом наибольшие продольные уклоны подъездной эстакады составят 0,07 и 0,09%, а наименьшие радиусы кривых в плане в местах разворота эстакады или проезжей части здания-моста – 150 и 60 м соответственно.

Возможно два принципиальных варианта расположения подъездных путей относительно уровня земли: без подъема – при расположении здания-моста над выемкой достаточной глубины для осуществления процессов, происходящих на протяженном препятствии; с подъемом – при расположении над ровной поверхностью или рельефом, близком к ровному. Если при расположении здания-моста над выемкой достаточно реорганизовать конечные участки соединяемых отрезков улично-дорожной сети и продлить их до въезда в здание-мост, то при размещении проезжей части здания-моста на значительной отметке относительно соединяемых участков улично-дорожной сети необходимо предусмотреть способы поднятия автомобиля на уровень проезжей части.

Для подъема возможны три способа – подъем по криволинейной рампе, при помощи лифтовых подъемников [14] и по эстакаде. В разработанной Ю.В. Алексеевым системе автотранспортных магистралей Москвы, пролегающих в надпутевом пространстве железных дорог [15], подъем автомобилей предлагается осуществлять как раз посредством лифтов. Лифтовые сооружения, включающие помимо подъемников, различные помещения, занимают большие площади. Заметим, что кардинальное отличие магистралей указанной системы от проезда здания-моста заключается в масштабах сооружения и длине преодолеваемого пути: сравнительно длительный подъем на магистраль оправдывается большим временем проезда по ней, в то время как длина пути, преодолеваемого по зданию-мосту (включая подъездные пути) составляет в среднем порядка 500 м, а время в пути – несколько минут. Сравнительный анализ всех вариантов по параметрам, указанным в таблице 2, позволяет оценить эстакаду как наиболее эффективное средство для решения поставленной в работе задачи – создания прямолинейной и наиболее простой транспортной связи для ускорения автомобильного трафика.

Таблица 2. Сравнительный анализ способов подъема автомобиля в уровень проезжей части МЗМ на отм. Н=+9.000 м относительно уровня земли

Параметр	Расчетная формула	Способ подъема		
		Лифтовой подъемник	Криволинейная рампа	Эстакада
V - Скорость на момент завершения маневра подъема, м/с (км/ч)	-	1,39 (5) [14]	4,17 (15) [16]	16,67 (60)
L_1 - Протяженность путей торможения, м	$L_{омг} + L_{сн}$ [14]	121,7	105÷121	122
t_1 - Время движение по подъездному пути, с.	$\frac{V_1 - V_0}{a}$	10,2	8,3	7,3
L_2 - Протяженность пути подъема, м	Для рампы: $\frac{\pi H}{2i}$	-	108,5	100,5÷129
t_2 - Время подъема автомобиля, с	Для рампы и эстакады: $\frac{L_2}{V}$	115 (при скорости лифта 1 м/с) [14]	26	6÷7,7

Т - Общее время подъема в уровень проезжей части, с	$t_1 + t_2$	125,2	34,3	15
Мероприятия по устранению заторов при въезде		Необходима организация накопительных и распределительных площадок	Необходима организация накопительных и распределительных площадок	Заторы не возникают
Р -Пропускная способность, авт/час	Для эстакады: $\frac{\omega VL}{l}$	610 [14]	750 [16]	2 040
Сложность механизма		наибольшая	средняя	элементарная
<p>$L_{отг}$ – длина участка смены полосы движения, м $L_{сн}$ – длина участка снижения скорости автомобиля, м [14] V_1 – скорость автомобиля на момент подъезда к устройству подъема, м/с V_0 – скорость автомобиля при движении по городской дороге, м/с a – ускорение торможения автомобиля, м/с² [14] H – высота проезжей части здания-моста относительно уровня земли, м i – поперечный уклон рампы, % [16] ω – коэффициент, зависящий от нагрузки встречной полосы движения L – протяженность участка движения, м l – интервал между автомобилями, м.</p>				

Поперечное сечение эстакады зависит от шага ее опор, которые могут быть отдельными, могут представлять собой арки, П-, Y- или V-образные рамы. Выбор конструкции опор эстакады влияет на общий архитектурно-композиционный облик здания-моста и должен быть композиционно с ним увязан. Образующееся подэстакадное пространство можно использовать для различных целей:

- в качестве дополнительной плоскостной автомобильной стоянки;
- под помещения станции технического обслуживания или автомобильной мойки;
- в качестве пешеходных зон с торговыми павильонами;
- пропустить сквозные линейные объекты.

Основным условием размещения в подэстакадном пространстве строений любого назначения является наличие двухметрового просвета между низом конструкций эстакады и верхом строения⁵. Таким образом, подэстакадное пространство может быть задействовано под различные функции ровно на той длине эстакады, которая обеспечивает выполнение данного условия.

В результате анализа возможных решений различных элементов объемно-планировочной системы зданий-мостов выработаны следующие рекомендации по проектированию, позволяющие оптимизировать:

- выбор конструктивной схемы ЗМ в соответствии с перекрываемым им пролетом и возможностями установки промежуточных опор. Для ЗМ над железнодорожными путями и

⁵ СП 259.1325800.2016 Мосты в условиях плотной городской застройки. Правила проектирования. – М.: Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ, 2017. – 36 с.

автомобильными магистралями в границах городов наиболее целесообразно применять схему «малопролетного здания-моста»;

– выбор функционального назначения ЗМ в соответствии с санитарно-гигиеническими условиями его расположения. Для ЗМ, размещаемых в надпутевом пространстве, рекомендуются парковочная и складская функции, а также функция торгово-бытового обслуживания при условии применения средств для снижения вибрационного и шумового воздействия;

– разделение структуры МЗМ на пролетную часть и блоки вертикальных коммуникаций, позволяющее объединить в них входные группы, вертикальные коммуникации, технические помещения, а также прочие помещения, которые должны иметь прямую связь с уровнем земли или могут быть вынесены за пределы основного функционального объема;

– осуществление подъема в уровень проезжей части МЗМ по эстакаде; в стесненных условиях возможное применение для подъема криволинейной ramпы;

– использование подэстакадного пространства, образуемого при наличии эстакады, для размещения дополнительных объектов, связанных с эксплуатацией ЗМ.

Концепция внедрения в проектную практику зданий-мостов актуальна как для мегаполисов, так и для городов средних размеров. Здания-мосты могут стать первым шагом в построении непрерывных линейных обитаемых систем [23], объединяющих город в единое целое.

Источники иллюстраций

Рис. 1а. По материалам, предоставленным кафедрой Архитектуры НИУ МГСУ, в авторской интерпретации

Рис. 1б. В авторской интерпретации по материалам – URL: <http://poeu.ru/2562-ponte-vekko-samyj-znamenityj-most-vo-florentsii>, <https://spacing.ca/toronto/2018/12/12/the-bloor-street-viaduct/>, <http://wowhaus.ru/strategy/moskovskaya-monorelsovaya.html>, <https://strelkamag.com/ru/article/letayushie-sfery-i-mnogoyarusnye-konusy-kak-arkhitektory-proshlogo-predstavlyali-nashe-vremya>

Рис. 2, 3, 5. Схема автора.

Рис. 4. – URL: <https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Bosch-Parkhaus02.jpg>

Рис. 6. В авторской интерпретации по – URL: <https://www.steidle-architekten.de/nc/projekte/?pid=10> и <http://www.medienbruecke.de/index.html>

Литература

1. Бахирев И.А. Развитие планировочной и функциональной улично-дорожной сети в Москве / И.А. Бахирев, Т.В. Сигаева, С.С. Кракович // Genplanmos.ru. – URL: https://genplanmos.ru/scienceArticle/razvitie_planirovochnoy_i_funkcionalnoy_ulichnodorozhnoy_seti_v_moskve/
2. Захаров А.В. Совершенствование улично-дорожных сетей посредством зданий-мостов / А.В. Захаров, С.Л. Флейшман // Промышленное и гражданское строительство. – 2016. – №6. – С. 52–56.
3. Использование транспортного моделирования для оценки параметров улично-дорожной сети / А.Э. Воробьев, А.Ю. Титов, В.А. Гаврилин, А.Ю. Меньшутин // VIII Московская международная конференция по исследованию операций. Труды. Том II. – М.: Издательство ФИЦ ИУ РАН, 2016. – С. 234-235.
4. Ларина Н.А. Железнодорожные территории – перспективы для развития города Москвы // Architecture and Modern Information Technologies. – 2014. – №3(28). – С. 6-21. – URL: https://marhi.ru/AMIT/2014/3kvart14/PDF/AMIT_28_larina_PDF.pdf

5. Палкина Н. Транспортно-пересадочные механизмы. Практика реализации первых ТПУ в Москве // Инженерные сооружения. – 2016. – №4(15). – С. 64–73.
6. Плотникова Н.И. «Обитаемые» мосты. Роль и место в историческом формировании городского контекста // Architecture and Modern Information Technologies. – 2009. – № 2. – С. 7-18. – URL: <https://marhi.ru/AMIT/2009/2kvart09/Plotnikova/Article.php>
7. Покка Е.В. Основные принципы архитектурно-пространственного формирования многофункциональных пешеходных мостов // Известия КГАСУ. – 2014. – №1(27). – С. 55-61.
8. Рагон М. Города будущего; перевод с французского В.Г. Калиша, Ж.С. Розенбаума. – Москва: Мир, 1969. – С. 168-172.
9. Забалуева Т.Р., Захаров А.В., Маслова Т.А. Здание-мост // Патент России. № 2513231.2014. Бюл. № 11.
10. Забалуева Т.Р. Исследование возможностей применения новых типов зданий, использующих пространство над занятыми территориями в городской застройке / Т.Р. Забалуева, Е.И. Кочешкова // Вестник МГСУ. – 2009. – № 3. – С. 66–70.
11. Бирюков В.В. Большепролетные многоэтажные здания/ В.В. Бирюков, Т.Р. Забалуева, А.В. Захаров // Вестник МГСУ. – 2011. – № 8. – С. 58–68.
12. Забалуева Т.Р. Здания-мосты – решение проблемы автомобильных пробок в крупнейших городах / Т.Р. Забалуева, А.В. Захаров, Е.И. Кочешкова // Промышленное и гражданское строительство. – 2013. – № 9. – С. 32–35.
13. Голубева Е.А. Архитектурный облик объектов паркования в городской среде // Новые идеи нового века: материалы международной научной конференции ФАД ТОГУ. – Хабаровск: Изд-во Тихоокеанского гос. ун-та, 2012. – Т. 1. – С. 433–437.
14. Развитие и реконструкция социально-транспортной структуры мегаполиса. Надземные автомагистрали над железной дорогой / Ю.В. Алексеев, Г.Ю. Сомов, В.Ю. Дешев, В.М. Ройтман, Е.П. Лакутинова, М.Ю. Столярова, С.Ю. Егоров, А.В. Петров, С.А. Астафьев, А.А. Брехунец. – Москва: Издательство ассоциации строительных вузов, 2011. – 327 с.
15. Алексеев Ю.В. Система автотранспортных магистралей Москвы // Патент России № 95338.2010. Бюл. № 18.
16. Гаражи-стоянки для легковых автомобилей, принадлежащих гражданам. Пособие для проектирования / Т.П. Лунева, Э.Н. Кодыш, М.А. Кайгородов, И.В. Барабаш. – Москва: АО ЦНИИПромзданий, 1998. – С. 40-41.
17. Малахов С.А. Инновационная линейная структура с включением транспортной магистрали, жилых, общественных и прогулочных пространств / С.А.Малахов, Н.А. Карапетян // Innovative Project. – 2016. – № 1. – С. 96-99

References

1. Bakhirev I.A, Krakovich S.S, Sigaeva T.V. *Razvitie planirovochnoj i funkcional'noj ulichno-dorozhnoj seti v Moskve* [Development of Moscow Planning and Functional Transportation System]. Available at:

https://genplanmos.ru/scienceArticle/razvitie_planirovochnoy_i_funkcionalnoy_ulichnodorozhnoy_seti_v_moskve/

2. Zakharov A.V., Fleyshman S.L. *Sovershenstvovanie ulichno-dorozhnykh setej posredstvom zdaniy-mostov* [Transport System Enhancement by House Bridges Construction. Journal Industrial and Civil Engineering]. 2016, no. 6, pp. 52–56.
3. Vorobev A.E., Titov Y.A., Gavrilin V.A., Menshutin A.Y. *Ispol'zovanie transportnogo modelirovaniya dlya ocenki parametrov ulichno-dorozhnoy seti* [Applying of Computer Simulation for Evaluation of Transport System Paramerts. VIII Moscow International Conference on Operations Research. Proceedings. Vol. II. Moscow, FRC CSC RAS Publishing]. 2016, pp. 234-235.
4. Larina N.A. Railway Area – Prospects for Development of Moscow. Architecture and Modern Information Technologies. 2014, no. 3(28), pp. 6–21. Available at: https://marhi.ru/AMIT/2014/3kvart14/PDF/AMIT_28_larina_PDF.pdf
5. Palkina N. *Transportno-peresadochnye mekhanizmy. Praktika realizacii pervykh TPU v Moskve* [Transport Hubs in Moscow. Journal Engineering Structures]. 2016, no. 4(15), pp. 64-73.
6. Plotnikova N.I. «The Inhabited Bridge». The Role and the Place in Historical Formation of the City Context. Architecture and Modern Information Technologies. 2009, no. 2, pp. 7–18. Available at: <https://marhi.ru/AMIT/2009/2kvart09/Plotnikova/Article.php>
7. Pokka E.V. *Osnovnye principy arhitekturno-prostranstvennogo formirovaniya mnogofunkcional'nykh peshekhodnykh mostov* [General Principles of Architectural Spatial Formation of Multifunctional Pedestrian Bridges. News of KGASU]. 2014, no. 1(27), pp. 55–61
8. Ragon M. *Goroda budushchego* [Future Cities]. Moscow, Mir, 1969, pp. 168-172.
9. Zabalueva T.R., Zakharov A.A., Maslova T.A. *Zdanie-most* [Building-Bridge]. Patent Rossii № 2513231.2014. Byul. № 11.
10. Zabalueva T.R., Kocheshkova E.I. *Issledovanie vozmozhnostej primeneniya novykh tipov zdaniy, ispol'zuyushchih prostranstvo nad zanyatymi territoriyami v gorodskoj zastroyke* [An Exploration of Applicability of New Objects Types Using Spaces above Development. Vestnik MGSU]. 2009, no. 3, pp. 66–70.
11. Biryukov V.V., Zabalueva T.R., Zakharov A.V. *Bol'sheproletnye mnogoetazhnye zdaniya* [Long Span Multistory Buildings. Vestnik MGSU]. 2011, no. 8, pp. 58–68.
12. Zabalueva, T.R., Zakharov, A.V., Kocheshkova, E.I. *Zdaniya-mosty – reshenie problemy avtomobil'nykh probok v krupnejshih gorodakh* [Bridge–Buildings – Solution of Traffic Jam Problems in the Largest Cities. Journal Industrial and Civil Engineering]. 2013, no. 3, pp. 32–35.
13. Golubeva E.A. *Arhitekturnyj oblik ob"ektov parkovaniya v gorodskoj srede* [Architectural Aspect of Harking Objects in Urban Enviroment. Materials of the international scientific conference FAD TOGU]. Khabarovsk, Publishing House of the Pacific State University, 2012, vol.1, pp.433–437.
14. Alekseev Yu.V., Somov G.Yu., Deshev V.Yu., Rojtman V.M., Lakutinova E.P., Stolyarova M.Yu., Egorov S.Yu., Petrov A.V., Astafev S.A., Brekhunec A.A. *Razvitie i rekonstrukciya social'no-transportnoj struktury megapolisa. Nadzemnye avtomagistrali nad*

zheleznoj dorogoj [Development and Reconstruction of Metropolis Social-and-Transport System. Overhead Highways above Railways]. Moscow, 2011, 327 p.

15. Alekseev Yu.V. *Sistema avtotransportnykh magistraley Moskvy* [Moscow's highway system]. Patent Rossii № 95338.2010. Byul. № 18.
16. Luneva T.P., Kodysh E.N., Kajgorodov M.A., Barabash I.V. *Garazhi-stoyanki dlya legkovykh avtomobilej, prinadlezhashchih grazhdanam. Posobie dlya proektirovaniya* [Parking Buildings for Citizen's Cars]. AO CNII Promzdaniy. Moscow, 1998, pp. 40-41.
17. Malahov S.A., Karapetyan N.A. *Innovacionnaya linejnaya struktura s vklyucheniem transportnoj magistrali, zhilyh, obshchestvennyh i progulochnykh prostranstv* [An Innovative Linear Structure Combining Transport Arteries, Residential, Public and Recreational Spaces. Journal Innovative Project]. 2016, no. 1, pp. 96-99.

ОБ АВТОРАХ

Скиба Софья Леонидовна

Ведущий архитектор, ООО «Проектный институт уникальных сооружений «АРЕНА», Москва, Россия

e-mail: skiba.arch@gmail.com

Забалуева Татьяна Рустиковна

Кандидат технических наук, доцент, кафедра «Архитектура», Научно-исследовательский Московский государственный строительный университет, Москва, Россия

e-mail: trzabalueva@yandex.ru

ABOUT THE AUTHORS

Skiba Sofia

Leading Architect, Project Institute «ARENA», Moscow, Russia

e-mail: skiba.arch@gmail.com

Zabalueva Tatiana

PhD of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Architectural, National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia

e-mail: trzabalueva@yandex.ru