

ТЕНДЕНЦИИ АРХИТЕКТУРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТАНЦИЙ МОСКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА (2000–2020 гг.)

А.К. Братищев

Московский архитектурный институт (государственная академия), Москва, Россия

Аннотация

В связи с процессами глобализации и расширения экономических связей в мире активно развивается инфраструктура общественного транспорта. Повышаются требования к комфорту и безопасности пассажирских перевозок. В Москве период с 2000 года по настоящее время характеризуется интенсификацией темпов строительства и увеличением сети метрополитена. Инфраструктура метро представляет собой развитую систему зданий и сооружений, которая позволяет без задержек перемещаться по городу, объединяет людей, проживающих на огромной территории. Московское метро в системе городского общественного транспорта играет ведущую роль благодаря большому объёму перевозок. Поэтому тенденции проектирования современного метрополитена требуют внимательного изучения.¹

Ключевые слова: архитектура метрополитена, устойчивое развитие метрополитена, концепция проектирования метрополитена, направления развития метрополитена, принципы и приёмы проектирования метрополитена

TRENDS IN THE ARCHITECTURAL DESIGN OF MOSCOW METRO STATIONS (2000–2020)

A. Bratishchev

Moscow Architectural Institute (State Academy), Moscow, Russia

Abstract

In connection with the processes of globalization and the expansion of economic relations, the public transport infrastructure is actively developing in the world. The requirements for the comfort and safety of passenger transportation are increasing. In Moscow, the period from 2000 to the present is characterized by an intensification of the pace of construction and an increase in the metro network. The metro infrastructure is a well-developed system of buildings and structures that allows you to move around the city without delay, bringing together people living on a huge territory. The Moscow Metro plays a leading role in the urban public transport system due to the large volume of traffic. Therefore, the design trends of the modern metro require careful consideration.²

Keywords: metro architecture, sustainable development of the metro, the concept of architectural design of the metro, directions of development of the metro, principles and techniques of metro design

¹ **Для цитирования:** Братищев А.К. Тенденции архитектурного проектирования станций московского метрополитена (2000–2020 гг.) // Architecture and Modern Information Technologies. – 2021. – №3(56). – С. 158–175. – URL: https://marhi.ru/AMIT/2021/3kvart21/PDF/11_bratishchev.pdf DOI: 10.24412/1998-4839-2021-3-158-175

² **For citation:** Bratishchev A. Trends in the Architectural Design of Moscow Metro Stations (2000–2020). Architecture and Modern Information Technologies, 2021, no. 3(56), pp. 158–175. Available at: https://marhi.ru/AMIT/2021/3kvart21/PDF/11_bratishchev.pdf DOI: 10.24412/1998-4839-2021-3-158-175

Цели и задачи исследования

Цель исследования – определить тенденции проектирования метрополитена в Москве в период с 2000 по 2020 годы.

Для исследования определён ряд задач:

- сформулировать концепцию и современные направления проектирования метрополитена в Москве;
- систематизировать архитектурные принципы и приёмы формирования метрополитена относительно выявленных направлений, раскрыть их взаимосвязь;
- оценить актуальность архитектурных преобразований метрополитена.

Москва совмещает в себе функции административного, экономического и политического центра РФ и представляет собой огромный транспортно-пересадочный узел. Однако помимо деловых встреч, это город для жизни и отдыха, центр туризма с историческими достопримечательностями. Бесперебойность и регулярность пассажирских перевозок в Москве обеспечивается метрополитеном – самой развитой сетью городского общественного транспорта. Благодаря метро происходит разгрузка улично-дорожной сети, упорядочивание пассажирских перевозок. Метрополитен, согласно Порталу открытых данных Правительства Москвы, осуществляет 62% всех пассажирских перевозок в мегаполисе. Метро является лицом города. Туристы начинают своё знакомство с Москвой именно с метрополитена, а для горожан это оптимальное ежедневное транспортное средство.

Границы исследования включают период с 2000 года по настоящее время. Рассматриваемый период характеризуется значительным увеличением плотности населения Москвы. Это происходит по ряду причин. Правительством Москвы реализуется программа реновации жилого фонда, при которой дома средней этажности заменяются высотными. Расширяются административные границы города, осваиваются территории нефункционирующих промышленных предприятий. Для сохранения целостности и единства городских территорий в Москве ведётся активное строительство станций метро, его объединение с наземным железнодорожным транспортом. Строятся новые линии – Некрасовская, Коммунарская, Большая кольцевая линия (БКЛ), продлеваются Сокольническую, Замоскворецкую линии, в состав метро включают Московское центральное кольцо (МЦК), ведутся работы по проектированию Бирюлёвской, Рублёво-Архангельской линий метро.

Проектированию новых станций и линий метрополитена предшествует многофакторный анализ. Экономически оправданным считается сооружение линий метро, если перевозка на 1 км пути в одном направлении составляет не менее 6–6,5 млн. пассажиров в год, что соответствует максимальной интенсивности пассажиропотока в одном направлении в часы «пик» приблизительно 20–30 тыс. чел. в час. Провозная способность линии метрополитена определяется максимальным числом пассажиров, которое может быть перевезено в одном направлении за час, и равняется произведению вместимости эксплуатируемого подвижного состава на пропускную способность линии [1]. Пропускная способность линии метрополитена определяется допустимой частотой движения поездов. Максимальная частота движения на станции 40–42 пары поездов в час. При средней вместимости вагона состава 150 человек, станция может пропускать 60 тыс. пассажиров в час и 1 млн. пассажиров в сутки.

На архитектурно-планировочные решения станций метрополитена в Москве влияют множество факторов:

- социально-политические (ведущая политическая идеология, градостроительная ситуация, точка зрения авторов-проектировщиков и заказчика);
- экономические и экологические;
- природно-климатические (атмосферные воздействия, геология, местный ландшафт).

Ведущую идею (концепцию) архитектурно-планировочного формирования московского метрополитена на период с 2000 года по настоящее время можно определить как «Концентрацию», т.е. формирование на основе станций метро транспортно-пересадочных узлов, объединяющих разные виды транспорта (рис. 1, 2, 3). В основном это относится к конечным станциям метро, находящимся в непосредственной близости от Московского центрального кольца (МЦК), железнодорожных, авиа- и автобусных вокзалов, на Большой кольцевой линии метро (БКЛ). Особое внимание при данной концепции уделяется разгрузке центра Москвы и возможным градостроительным схемам пересадок. Реализуется принцип интермодальности (использование пассажиром двух и более видов транспорта в пути) и multifunctionality станций метро посредством интеграции, связи воедино сети метро и различных транспортных систем. Это возможно за счёт реконструкции существующих или проектирования новых станций метро. Реализуется принцип открытости и прозрачности технологических транспортных процессов. Тенденция гуманности нацелена на проектирование эргономичных станций, повышение комфорта пассажирских перевозок, экологичности и принятие мер по снижению негативного воздействия транспортной системы метро на здоровье пассажиров и служебный персонал.



Рис. 1. Схема градостроительного развития сети метрополитена в Москве



Рис. 2. Схема развития архитектуры метрополитена согласно концепции «Концентрация»

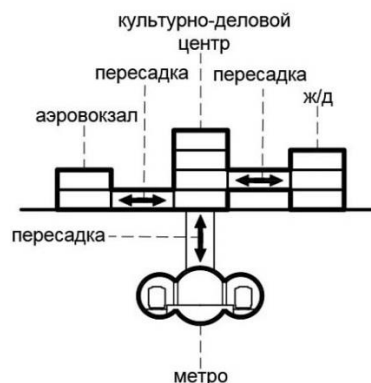


Рис. 3 Схема разреза

При проектировании современных станций метро можно выделить следующие направления:

- экономичность, оптимизация и технологичность;
- безопасность, снижение негативного воздействия на здоровье пассажиров и персонала;
- энергоэффективность и энергосбережение;
- эстетичность, гуманизм, эргономичность.

Направление «Экономичность, оптимизация и технологичность»

Принцип интегративности и многофункциональности подразумевает наличие связей, объединения сети метро со зданиями и сооружениями общественного, производственного и жилого назначения: культурно-оздоровительными объектами, сетью подземных пешеходных переходов, торгово-развлекательными и образовательными центрами, музейными и выставочными комплексами, существующей застройкой, транспортными объектами (авто-, аэро-, железнодорожными и речными вокзалами), благоустроенной парковой зоной и парковочными местами. При объединении существующей станции метро с новыми транспортными объектами возможны приёмы: расширения, встраивание, пристраивание, надстраивание. В случае интеграции с промышленными объектами (грузовыми речными портами, заводами) требуется проектирование грузовых терминалов. Для промышленных целей возможна эксплуатация метро в ночное время и использование служебных веток при соблюдении габарита приближения строения – предельного поперечного (перпендикулярного оси пути) очертания, в который должен помещаться как гружёный, так и порожний подвижной состав. Нежелательно совмещение сети метрополитена с жилыми домами вследствие шума и вибрации от подвижных составов и работы оборудования (главным образом эскалаторов).

В Москве в последние годы имеется тенденция к строительству наземных станций метро с развитой системой надземных пешеходных переходов на опорах с большими лестничными маршами, которые являются препятствием для передвижения пассажиров. При этом проектируемые лифты в основном предназначены для маломобильных групп населения (МГН). Основные недостатки наземных станций – большие затраты на обслуживание и обогрев при одновременной экономии на строительстве. Наземные станции создают зону отчуждения для жилых домов вследствие шума.

Режимность объектов метро накладывает ограничения и не даёт возможности беспрепятственно его преодолевать, что создаёт трудности при перемещении жителей по району. Решением в данном случае могут быть станции мелкого заложения с расположенными над ними парковыми зонами. Принцип экономичности проектных решений и уменьшения сроков строительства возможен благодаря тиражируемости, разработке и внедрению типовых проектов станций.

При проектировании станций метро на открытых пространствах при отсутствии сложившейся инфраструктуры архитекторы прибегают к приёму проектирования наземных станций с навесами и эстакадного метро. При стеснённых условиях строительства в сложившейся городской застройке используется принцип компактности станционных комплексов, многоуровневости проектируемых станций мелкого заложения. Строительство вестибюлей, наклонного хода и платформенной части при этом ведётся открытым способом в котловане, а перегонных туннелей – закрытым. Сечение станций, как правило, многоуровневое (3-4 уровня) с прямоугольными в разрезе одним центральным и двумя путевыми залами с посадочными платформами. В качестве опор используют колонны при малом заложении и пилоны – при большом.

Для проектирования вестибюлей применяется рамно-связевой каркас. Односводчатые станции мелкого заложения строятся реже, так как требуют раскрепления большого пролёта котлована при строительстве (порядка 20 м). При этом либо устраиваются на всю ширину котлована распорки-расстрелы большого сечения, что технологически достаточно

трудоёмко. Также применяются грунтовые анкеры длиной 20 м, что требует отсутствия проложенных инженерных сетей вблизи 25 м от «стены в грунте» проектируемой станции для проведения строительных работ. Экономичным и эргономичным является решение проектирования двухпролётных колонных станций, так как уменьшается количество опор-препятствий на пути движения пассажиров, а посадочные платформы становятся значительно шире. По взаимному расположению путей и платформ на станциях мелкого заложения наиболее часто используют островные платформы, удобные для осуществления пересадок, загрузки пассажирами с эскалатора и лестничных сходов. Наличие одной широкой посадочной платформы является положительным моментом. Однако при этом происходит пересечение встречных пассажиропотоков. На станции «Стахановская» мелкого заложения впервые за последние годы использовался береговой тип посадочных платформ. Его чаще применяют для наземных станций.

Принцип гибкой планировочной структуры позволяет оперативно внедрять современные достижения техники и автоматизации для эксплуатации станционного комплекса. Этого можно достичь за счёт использования каркасной конструктивной системы, гибких адаптируемых технологических схем, допускающих перспективное расширение и модернизацию транспортного объекта. Модернизируемость системы, имеющей ряд резервных вариаций, позволяет в рамках принятой концепции учитывать новые условия. Одним из наиболее актуальных путей развития, сформулированных проектировщиками ОАО «ЛМГТ», является проектирование объектов метрополитена по принципу «крупноблочной сборки», при котором служебные, технические и общественные объекты сети метро (станционный комплекс, вестибюль, притоннельные сооружения) могут быть скомпонованы из монофункциональных блоков – обособленных сооружений или частей сооружений (блок платформенный, блок вестибюльный, технологический блок, блок пересадки). Модульный подход позволяет конструировать систему метрополитена из независимых блоков с возможностью наращивания и расширения. Благодаря повышению уровня автоматизации со временем могут быть ликвидированы кассы с заменой на автоматы самообслуживания, за счёт чего возможно расширение холлов вестибюлей.

Направление «Безопасность, снижение негативного воздействия на здоровье пассажиров и персонала»

На объектах метро внедряются достижения научно-технического прогресса. Применяют средства видеонаблюдения и идентификации личности, которые позволяют повысить безопасность и оперативно реагировать во время внештатных ситуаций. Для этого необходим учёт принципа визуальной просматриваемости экстерьера и интерьера станции. Этого можно достичь посредством формирования пассажирских зон в едином объёме. Следует использовать следующие архитектурные приёмы: односводчатые станции и большепролётные конструкции (шпренгельные фермы, оболочки, перекрёстно-ребристых конструкций покрытий). Единство восприятия объёма станции можно достичь благодаря размещению транспортного комплекса под единой кровлей-оболочкой (пример – станция метро «Прокшино»).

Принцип организации пассажирских потоков и интуитивности навигации возможно реализовать посредством следующих приёмов. Организация двухсторонних платформ – это значительное сокращение времени стоянки состава, и, соответственно, увеличение пропускной способности транспортного узла метрополитена. При расположении платформ по обе стороны от пути происходит разделение пассажирских потоков на высадку и посадку. Недопустимо пересечение потоков пассажиров и зон ожидания. Необходимо зонирование общественных пространств за счёт применения малых архитектурных форм, составления схем пассажирского движения, тщательно продуманной планировки здания, ландшафта, освещения (направляющих световых линий, использования проекторов), элементов инфографики. Недопустимо при проектировании наземных пересадок направлять пассажирские потоки через дворы жилых домов, пресекать выходы из подъездов. Это создаёт дискомфорт. Первые этажи жилых домов желательно решать в виде общественных объектов. Вблизи станций необходимо наличие организованных

паркингов [10]. Их отсутствие приводит к тому, что машины оставляют во дворах близлежащих домов, провоцируя возведение ограждений на придомовых территориях. Необходимо приведение фасадов зданий и прилегающей территории домов на пути наземной пересадки в надлежащее состояние со снабжением элементами навигации и защиты жилых домов от шума и светового загрязнения. Желательно вдоль пересадок проектировать зелёный благоустроенные зоны с живописным ландшафтом. По возможности необходимо избегать длинных художественно однообразных коридоров. При проектировании выходов из метро в непосредственной близости от проезжей части необходимо проектировать защитные барьеры и экраны.

Принцип интуитивности при навигации возможно обеспечить благодаря выразительному образу ТПУ и ясной планировке транспортного узла. Для нормативного освещения под землей, световых акцентов на станции для улучшения навигации и предупреждения пассажиров можно используется приём – устройство систем искусственного и естественного освещения: точечных светильников, световых панелей (световых систем навесных потолков), световых линий над посадочными платформами, панелей отражённого света, потолочных арт-инсталляций, световых отдельностоящих скульптурных групп, световых боксов, подвешенных к своду, световых куполов, закарнизного встроенного освещения, световодов естественного освещения, световых проекций, витражного освещения, панно из смальты, многоуровневых колонн-светильников, световых столбов, световых балок. Благодаря световым полосам, встроенным в пол, стены или подвесной потолок, световым акцентам можно оповещать и направлять пассажиров.

Принцип бесшумности возможен посредством уменьшения времени реверберации (затухания звука) прибывающего подвижного состава за счёт покрытия сводов ребристыми подвесными конструкциями. От прямого звука защищает установка платформенных дверей на станции, отделяющих посадочную платформу от путей. Включение в ТПУ апартментов или жилья недопустимо вследствие малого комфорта проживания.

Принцип благоприятности психологического климата под землей может быть обеспечен посредством выступления музыкантов. Архитектор, в свою очередь, может использовать приём устройства зон, ниш, эстрад для выступлений, которые бы не создавали помех, препятствий для движения пассажиров.

Направление «Энергоэффективность и энергосбережение»

Сократить энергопотребление возможно при использовании естественных природных автономных механизмов и законов. Например, расположение станции ниже уровня промерзания грунта позволяет не применять утеплитель, так как температура земли постоянная от 0 до +7°C. Приём проектирования естественной вентиляционной системы позволяет отказаться от автоматических принудительных в пользу экономии энергии и автономности работы [16]. Аналогично – с применением естественного освещения – световодов, компенсируемое светодиодами в ночное время [17].

Направление «Эстетичность, гуманизм, эргономичность»

Принцип мобильности, безбарьерной городской среды и доступности территорий возможен благодаря следующим приёмам. Московский метрополитен продолжает развиваться в контексте радиально-кольцевой структуры. К её недостаткам относится высокая плотность станций в центре и низкая – на окраинах города. Это компенсируется включением в состав метро МЦК, строительством БКЛ, МЦД и автодорожных хорд. Одним из современных показателей удобства расположения жилья является шаговая доступность станций метро, позволяющая быстро добраться в любую точку Москвы используя только общественный транспорт [11]. Для линий метрополитена расстояние между станциями в центре города сейчас составляет от 1 до 1,5 км, на окраинах – от 1,5 до 2 км. Активно

используется приём устройства пересадок с метро на разные виды общественного и личного транспорта.

Оптимальным является проектирование пересадок в одном уровне с меньшим количеством вертикальных перемещений по кратчайшему расстоянию. Необходимо учитывать перспективы развития ТПУ. Пересадка может осуществляться в едином объеме с теплым контуром, либо представлять собой группу зданий, соединенных по лучевому, анфиладному, галерейному принципу. Это требует современных архитектурных решений: устройства ходков с лестницами, галерей с траволаторами, эскалаторных наклонов с аванзалами, пешеходных мостов, кросс-платформ, наземных галерей, навесов, балконов на станциях, подземных пешеходных переходов, коридоров [13]. Необходимо перспективное планирование возможных пересадок на объектах.

Особое внимание обращено на тему пересадок при проектировании Большой кольцевой линии (второго подземного кольца метрополитена в Москве) для разгрузки радиальных линий на 10–30% (по данным Правительства Москвы). В ходе проектирования БКЛ были заложены технические решения, которые бы позволили в будущем присоединить к ней новые радиальные линии метрополитена. Станции БКЛ: «Бульвар Дмитрия Донского», «Зябликово», «Выставочная», «Деловой центр», «Петровский парк», «Электrozаводская» имеют пешеходные галереи (балконы) над путями для распределения пассажирских потоков и осуществления пересадок [14]. На конечных станциях метро необходимо строительство переходов на перехватывающие автостоянки. Строительство перехватывающих паркингов в пределах МКАД в сложившейся застройке нежелательно, так как требует больших автодорожных развязок и создаёт зону отчуждения для жилья. В центральной части города желательно наличие небольших паркингов [8]. Актуально проектирование парковок для велосипедов и самокатов.

Станции метро с прилегающей территорией являются естественным местом притяжения горожан и должны быть комфортными как для осуществления поездок, так и для ожидания. Поэтому следует использовать принцип единства всех пространств метро и прилегающей городской территории. В подходных зонах к вестибюлям метрополитена актуально использование следующих приёмов: применение малых архитектурных форм, садово-паркового искусства, зонирование – устройство организованной торговли (зон вендинговых аппаратов и павильонов мелкой розницы), выделение пространств для прогулок и отдыха на скамьях с организованным озеленением, устройство зимних садов, разноуровневых газонов и цветников, навесов, пергол, велопарковок, общественных уборных, организованных паркингов, скамей, навигационных стел и фонарей освещения, библиотек. Массовое введение дистанционных форм обучения и работы привело к уменьшению нагрузки на транспортную систему и необходимости организации на объектах метро тихих мест встреч для общения и зон ожидания пассажиров с наличием wi-fi. Одной из тенденций последних лет является увеличение штата сотрудников безопасности на станциях, что приводит к необходимости организации на входе на станцию зон и помещений для досмотра и наблюдения за ситуацией на транспортном объекте.

Благодаря связи вестибюлей метро с зелёным пешеходным каркасом города: парковыми зонами, бульварами, скверами, набережными обеспечивается удобство передвижения пассажиров на велосипедах и самокатах. Улучшает навигацию для пассажиров приём световых акцентов входных групп метрополитена, верхних частей павильонов метро, карнизов, аттик, балюстрад вестибюлей, лифтовых павильонов и павильонов над лестничными сходами. Возможно применение эксплуатируемой кровли, как на станции «ЦСКА».

Подземные пешеходные переходы, как правило, устраивают под автодорогами, площадями [15]. Они могут быть оформлены в виде коридора с уширениями – залами для распределения пассажиропотока, устройства служебных, технических и общественных помещений, входов в здания, на транспортные объекты (в метрополитен) [9]. Подземные пешеходные переходы могут быть решены с применением монументально-декоративного

искусства, использованием естественного освещения посредством монтажа световодов и проектирования входных навесов. Как правило, в состав подземных переходов включены наземные павильоны над лестничными сходами и лифтовые павильоны. Интересное решение наземных павильонов позволяет привлечь внимание пассажиров, тем самым обеспечить интуитивность навигации в городе. Современные наземные пешеходные переходы, ведущие от метрополитена в район, имеют множество решений с применением вант и ферм.

Для соблюдения принципа композиционного единства, завершенности и ансамблевости предпочтительнее максимально блокировать и интегрировать здания и сооружения станции метро, применять к ним единые архитектурные решения для создания целостного визуального образа. Необходима художественная связь вестибюля, архитектуры подземных залов, переходов, служебных зданий. В проектах современных станций московского метрополитена реализуется принцип интернациональности, то есть отсутствует выражение политических установок, идеологии, культуры и традиций местного населения. Решение дизайна станций носит субъективный авторский характер. Необходимо соблюдение принципа контекстуальности – выявления исторической и культурной связи места, учёт архитектуры существующей застройки, панорамы улицы, района. Актуален опережающий характер строительства метро по отношению к жилой застройке и инфраструктуре на новых застраиваемых территориях.

При строительстве в ситуации отсутствия сложившейся городской застройки в основном проектируются наземные крытые станции. В новом районе метро является центром притяжения, который должен в культурном, функциональном и архитектурно-эстетическом плане отвечать этим запросам [12]. В связи с активным расширением в Москве сети метрополитена возрастает парк подвижного состава и встаёт вопрос о его обслуживании и хранении. В черте города, согласно программе Правительства Москвы, проектируется три электродепо, что требует современного архитектурного эстетического решения технических сооружений.

Особое внимание следует уделять принципу тектоничности. От конструктивного решения во многом зависит внешний облик сооружений метрополитена. Тем не менее, при создании новых станций не всегда удаётся избежать ошибок в построении архитектурной композиции и особенно тектонической её трактовки [5]. Это связано с недооценкой объективных закономерностей архитектурной композиции в связи с отсутствием теоретических работ в этой области. Тектоника – это конструктивная выразительность образа, это полное соотношение всех художественных форм и элементов на композиционной основе сооружения [4]. Тектонические принципы основываются на глубоком знании законов природы и связаны с её неизменными физическими процессами (сжатия, трения, растяжения). Благодаря тектонике происходит связь между формой и конструкцией через композицию. Следует подчёркивать строительные конструкции: расстрелы-распорки, пилоны, колонны, обделку – кольца тубингов или бетонных блоков [3]. На станции метро «Савёловская» БКЛ вниманию пассажиров была открыта конструкция обделки из чугунных тубингов. Актуально проектирование аванзалов-накопителей перед эскалаторами и архитектурное решение эскалаторного наклона. Наклонный ход вверх примыкает к наземному или, в некоторых случаях, к подземному вестибюлю, внизу – к пассажирскому залу станции метрополитена. Наиболее сложным в конструктивном отношении и ответственным узлом является примыкание эскалаторного тоннеля к среднему тоннелю станции. Очень важно в создании архитектуры объектов метрополитена опираться не только на понятия прочности и пользы, но и на то, как будет воспринято здание человеком с точки зрения эстетики, целостности образа, сомасштабности, будет ли образ метрополитена оказывать благотворное психологическое воздействие на психику пассажира.

Пассажир, находящийся на объекте транспортной инфраструктуры, при большом скоплении людей пребывает в стрессовой ситуации. Поэтому недопустимо применение архитектором агрессивных архитектурных форм, открытых ярких цветов, антигуманных

декоративных композиций, принижающих человеческое достоинство. Применение большого количества глянцевых и зеркальных поверхностей, избыток декоративных конструкций, освещения, или слепящий свет дезориентируют пассажира, что влияет на безопасность. Отсутствие целостного образа, упорядоченности и необходимых архитектурных акцентов на функционально-значимых объёмах станции ухудшает навигацию пассажира на транспортном объекте. Необходима информативность форм – ясность, понятность, наглядное отражение при восприятии объекта его сущности: назначения, строения, материальной, конструктивной и технологической основ [7].

В современных архитектурных композициях станций метро часто прослеживается приём асимметрии, придающий динамичность. В облицовке используют композиционные и многокомпонентные материалы, обладающие эстетической выразительностью, надёжностью, долговечностью, удобные для монтажа и замены. Конструкции витражных перегородок с изображениями могут быть интегрированы в интерьер платформенного участка и являться частью архитектурной композиции станции [6].

Для защиты пассажиров от атмосферных осадков и ультрафиолетовых лучей используют приём – устройство навесов. Особое внимание уделяется архитектурному решению навесов над пассажирскими платформами и путями наземного метрополитена, решению опор путепроводов, придающих уникальный образ транспортному объекту. Легкие, оригинальные конструкции с применением цветного светопрозрачного материала положительно сказываются на эмоциональном состоянии пассажиров. Конструкции навесов наземных станций метро островного типа по архитектуре бывают различные: арочные, Г-образные, Т-образные, П-образные, двухскатные с внутренним водостоком. Тип покрытия влияет на образ проектируемой станции: поликарбонат разных цветов, оцинкованная кровельная сталь с полимерным покрытием, металлический профилированный лист. Для боковых платформ навесы делают односкатные. Надплатформенное покрытие может иметь художественно выразительное очертание. Одним из приёмов может быть применение путепроводов в качестве навесов над станцией метро [2].

Заключение

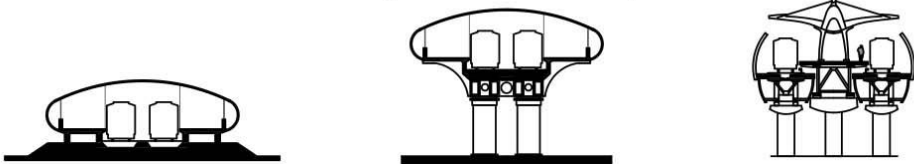
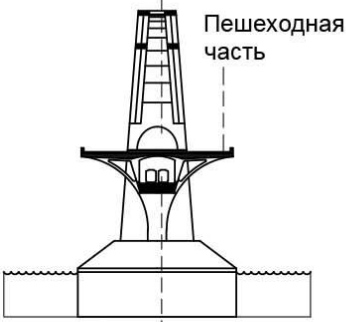
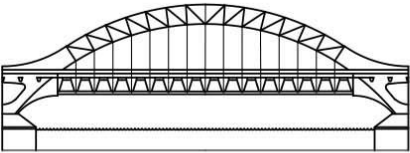
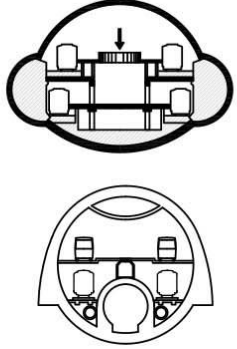
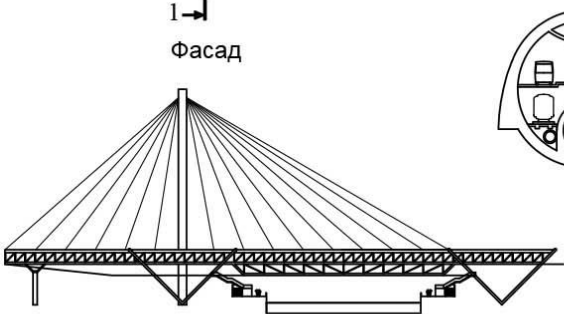
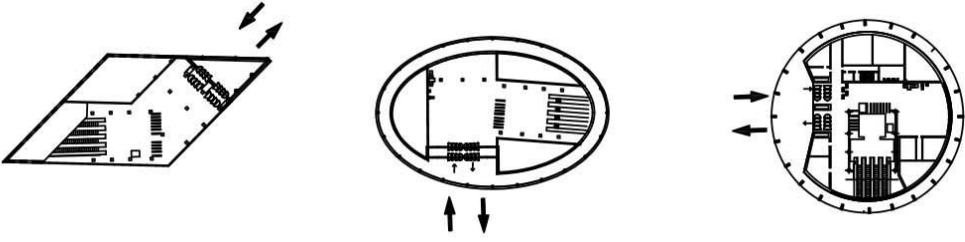
1. Современное проектирование метрополитена в Москве во многом носит инерционный характер с преобладанием количественных преобразований над качественными.
2. Отсутствует системный подход к архитектурно-художественным решениям станций, который бы регламентировал действия архитекторов в отношении единства и целостности образа станций московского метрополитена. Нельзя забывать о том, что метро является транспортным средством, и архитектурные решения должны, прежде всего, носить функциональный характер, а потом уже декоративный, они должны быть удобны в эксплуатации.
3. Необходимо учитывать гибкость планировочной структуры, её вариативность с учётом перспективного развития городской инфраструктуры и технического переоснащения.
4. Особое внимание следует уделять удобству пересадок.
5. Необходимо рационально применять архитектурные принципы и приёмы.

Результаты проведённого исследования по выявлению ведущих направлений развития Московского метрополитена, систематизации и упорядочиванию архитектурных принципов и приёмов приведены в таблице 1.

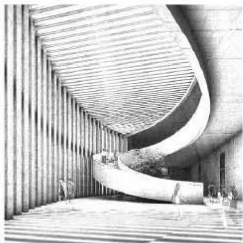
Таблица 1. Перспективные направления проектирования метрополитена

Экономичность, оптимизация и технологичность	
Архитектурные приёмы	
Принцип интегративности и многофункциональности	- встраивание, пристраивание, надстраивание; - метро в новом районе- многофункциональный центр притяжения; - грузовое метро: проектирование грузовых терминалов; - автоматизация технологических процессов (проектирование помещений видеонаблюдения, центров сбора данных)
	Встройка Пристройка Сквозь здание Многофункциональность Уменьшение времени на пересадку Расширение
	Типовое строительство
	Фасад вестибюля метро
	Пристройка
	План вестибюля Новая часть вестибюля
Продольный разрез станции	
Интеграция с музейным комплексом	
План станции	
Разрез ТПУ	
Автотранспорт Метрополитен Ж/д	
План	
Наземный пешеходный переход Вестибюль метро	
План ТПУ	
Метрополитен Ж/д	
Подземный переход	
Разрез ТПУ	
Ж/д Автотранспорт	

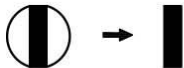
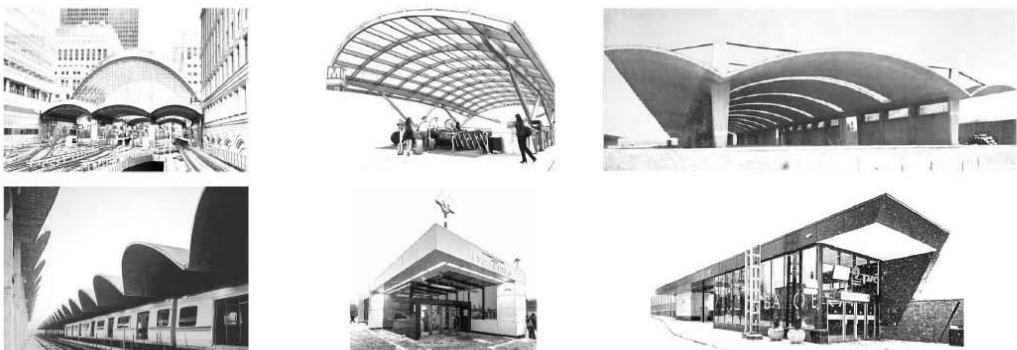
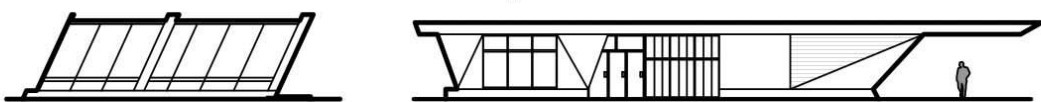
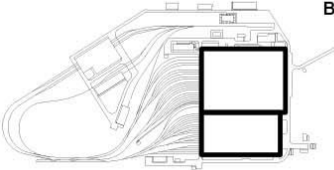
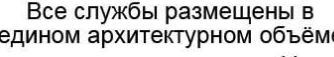
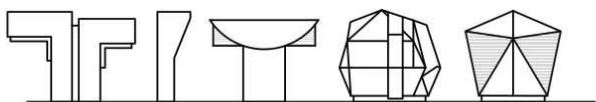
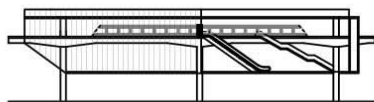
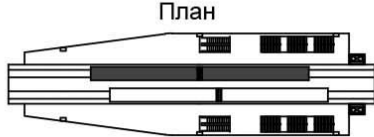
Продолжение таблицы 1

Экономичность	Архитектурные приёмы - проектирование крытого наземного и эстакадного метро; - разработка типовых проектов станций метро. Разрезы наземных станций 
Компактность	- многоуровневость; - проектирование двухпролётных колонных станций. Многоуровневость  Эстакадное метро  Разрез 1-1 Автомобильная дорога Пешеходная часть  метро Фасад Многоуровневый мост  Разрезы двухуровневых станций и тоннелей  Фасад 
Гибкости планировочной структуры	- применение каркасной конструктивной системы, гибких технологических схем, допускающих перспективное расширение; - модернизируемость системы; - модульный подход из независимых блоков с возможностью наращивания и расширения. Планы наземных вестибюлей метро  Индивидуальность решений планировок в зависимости от разности градостроительных ситуаций

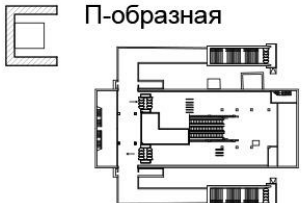
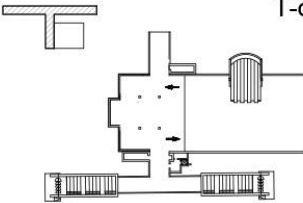
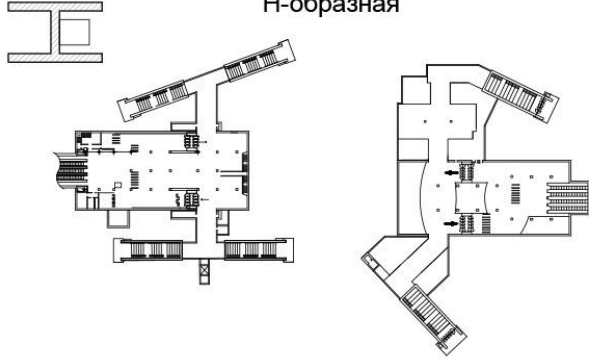
Продолжение таблицы 1

Безопасность, снижение негативного воздействия на здоровье пассажиров и персонала	
Визуальная просматриваемость	Архитектурные приёмы - формирование пассажирских зон в едином объёме: проектирование односводчатых станций; применение большепролётных конструкций, оболочек, перекрёстно-стержневых систем.
	- зонирование общественных пространств, их выявление малыми архитектурными формами, планировкой здания, ландшафтом, освещением (направляющими световыми линиями, использованием проекторов), элементами инфографики; - первые этажи жилых домов на пути пересадок - общественные; - вдоль пересадок зелёные зоны; - проектирование двухсторонних платформ (разделение пассажирских потоков на посадку и высадку); - барьеры и защитные экраны при непосредственной близости выхода метро к проезжей части; - интуитивность навигации благодаря выразительному образу ТПУ, ясной планировке комплекса.
Бесшумность	- покрытие сводов ребристыми подвесными конструкциями; - установка платформенных дверей, отделяющих посадочную платформу от путей.
Благоприятность психологического климата	- проектирование зон, ниш, эстрад для выступления музыкантов; - устройство зимних садов, озеленения.  Зимний сад в вестибюле метро
Энергоэффективность и энергосбережение	
Использование естественных природных законов, автономность	- расположение станции ниже уровня промерзания грунта; - естественные вентиляционные системы и системы естественного освещения, применение светопрозрачных конструкций для ограждающих конструкций (стеклопрофилита, просечного стального листового материала, цветного стекла, витражей)
	 Эскалаторный наклон с верхним светом и использованием световых балок  Винтовая лестница в многосветном пространстве  Использование светопрозрачных конструкций на станции (стеклоблоков, стеклопрофилита)

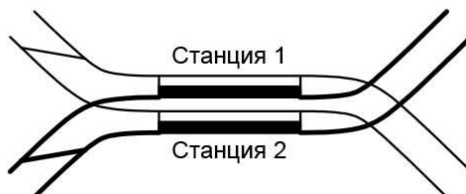
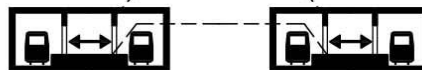
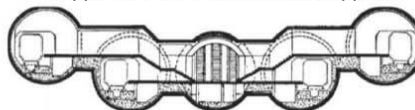
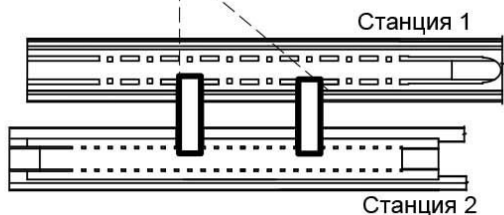
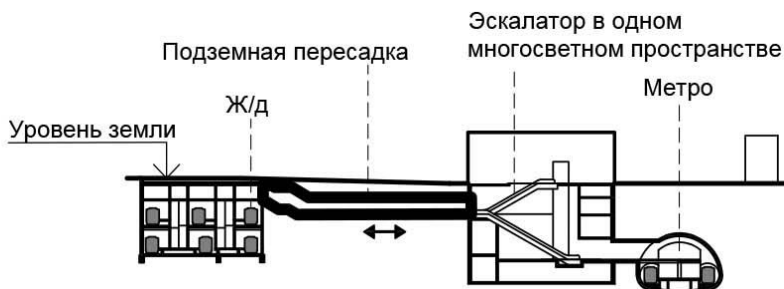
Продолжение таблицы 1

Эстетичность, гуманизм, эргономичность	
Тектоничность и ансамблевость, единство всех пространств метро и прилегающей городской территории	Архитектурные приёмы - архитектурное подчёркивание конструкций зданий; - использование композитных легкозаменяемых строительных материалов; - устройство навесов; - утилитарность; - ассиметричность/динамичность; - архитектурные решения обслуживающих зданий (вентиляционных киосков, электродепо) Связь конструкций и архитектурного образа. Избегать бутафорности форм  Ассиметричность, динамичность  Утилитарность, функциональность  Устройство навесов над посадочными платформами и лестничными сходами  Динамичность, ассиметрия Фасады вестибюлей  Единый объём под оболочкой-кровлей Фасад станции метро  План метродепо  Архитектурное решение коммуникаций над платформой в виде декоративных конструкций  Все службы размещены в едином архитектурном объёме  Фасады вентиляционных киосков  Утилитарность, функциональность Фасад наземной станции  Венткиоски за счёт разнообразия форм представляют собой арт-объекты в парках и на площадях и создают единую композицию вместе с архитектурой вестибюлей, павильонов над лестничными сходами и лифтовыми павильонами 

Продолжение таблицы 1

Тектоничность и ансамблевость, единство всех пространств метро и прилегающей городской территории	
Архитектурные принципы и приёмы	
- применение малых архитектурных форм, садово-паркового искусства, зонирование; - световые акценты; - связь станции метро с зелёным каркасом города; - устройство эксплуатируемой кровли; - проектирование подземных пешеходных переходов (оптимизация автомобильного движения - без остановок); - проектирование общественных и служебных помещений в едином объёме, их максимальная интеграция и блокировка; - ассиметричность и динамичность форм; - единство городской среды, интеграция с ландшафтом посредством встраивания в городскую площадь; - опережающий характер строительства метро по отношению к городской инфраструктуре; - учёт исторического и культурного контекста; - озеленение станций.	
Обеспечение связи территорий Интеграция с подземными пешеходными переходами	
Общий вид подземного вестибюля формирование городской площади (ансамблевость)  Площадь Гарегина Нжде, Ереван	План подземного вестибюля  Подземный пешеходный переход Подземный вестибюль
Конфигурации подземных пешеходных переходов	
П-образная 	Т-образная  Н-образная 

Продолжение таблицы 1

Мобильность, безбарьерная городская среда, доступность	Архитектурные приёмы	
	- радиально-кольцевая структура сети метро; - устройство пересадок (ходов с лестницами, галерей с траволаторами, эскалаторных наклонов с аванзалами, пешеходных мостов, кросс-платформ, наземных галерей, навесов, подземных пешеходных переходов, коридоров, балконов на станциях); - проектирование перехватывающих парковок; - мероприятия для МГН (выжимные лифты и наземные лифтовые павильоны, подъёмные платформы).	Безбарьерная архитектура   Общий вид архитектурного решения портала пешеходного перехода  Архитектурное решение подземного перехода Уменьшение времени на пересадку  План станции с кросс-платформенной пересадкой  Разрез станции с кросс-платформенной пересадкой  Проектирование пересадочных ходов с лестничными сходами  План станции Ходки с лестничными маршами для пересадки  Наземная пересадка Культурно-деловой центр  Разрез ТПУ 

Литература

1. Абрамчук В.П. Подземные сооружения / В.П. Абрамчук, С.Н. Власов, В.М. Мостков; под общ. ред. С.Н. Власова; Тоннельная ассоциация России (ТА). – Москва: Метро и тоннели, 2010. – 462 с.
2. Алексеев Ю.В. Развитие и реконструкция социально-транспортной инфраструктуры мегаполиса. Наземные 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 АСВ, 2011. – 328 с.
3. Байцур А.И. Заглубленные сооружения промышленных предприятий. – Киев: Будівельник, 1984. – 81 с.
4. Баранова Н.В. Всеобщая история архитектуры. – Т. 11. – Москва, 1973. – 891 с.
5. Белоголовский В. Искусствоведение и культурология «Эволюция архитектуры» / В. Белоголовский, Т.Ю. Быстрова // Архитектурный Вестник. – 2012. – № 4(109). – 95 с.
6. Броницкая А.Ю. Московское метро. Станции. Линии. Сеть / А.Ю. Броницкая, А.А. Змеул, Н.М. Мурадова, И.А. Бахирев, М.Г. Крестмейн, Ю.В. Княжевская, С.О. Кузнецов, М.Г. Крестмейн. – Москва: АО «Щербинская типография», 2020. – 605 с.
7. Вентури Р. Сложность и противоречия в архитектуре // Мастера архитектуры об архитектуре / под общ. ред. А.В. Иконникова, И.Л. Маца, Г.М. Орлова. – Москва, 1972. – 505 с.
8. Голицынский Д.М. Использование подземного пространства для решения транспортных проблем больших городов (на примере Санкт-Петербурга) // Подземное пространство мира. – 1998. – №4. – 94 с.
9. Голицынский Д.М. Станции метрополитена в аспекте комплексного использования подземного пространства / Д.М. Голицынский, Н.И. Кулагин // Подземное пространство мира. – 1995. – № 5. – 81 с.
10. Голубев Г.Е. Автомобиль, стоянка, подземный гараж. – Москва: Издательство «ТИМР», 1998. – 98 с.
11. Голубев Г.Е. Подземная урбанистика: (Градостроительные особенности развития систем подземных сооружений). – Москва: Стройиздат, 1979. – 231 с.
12. Грозман О.С. Градостроительные основы формирования подземных пространств. Методика выявления зон размещения объектов многофункционального общественного подземного пространства. – Москва: Филинь, 2017. – 194 с.
13. Драновский А.Н. Подземные сооружения в подземном и гражданском строительстве: учеб. пособие. – Казань: Казанский университет, 1993. – 354 с.
14. Змеул А.А. Скрытый урбанизм. Архитектура и дизайн Московского метро 1935 – 2015 / А.А. Змеул, С.О. Кузнецов. – Берлин: Dom publishers, 2016. – 352 с.
15. Ивахнюк В.А. Строительство и проектирование подземных и заглубленных сооружений. – Москва: АСВ, 1999. – 299 с.

16. Лицкевич В.К. Архитектурная физика: учеб. для вузов: Спец. «Архитектура» / В.К. Лицкевич, Л.И. Макриненко, И.В. Мигалина и др.; Под ред. Н.В. Оболенского. – Москва: «Архитектура-С», 2016. – 448 с.
17. Aizenberg J.B. Hollow Light Guides. – Moscow: Znack, 2009. – 209 p.

References

1. Abramchuk V.P., Vlasov S.N., Mostkov V.M. *Podzemnye sooruzheniya. Pod obshch. red. S.N. Vlasova; Tunnel'naya asociaciya Rossii (TA)* [Underground structures. Under total ed. S.N. Vlasov; Tunnel Association of Russia (TA)]. Moscow, Metro and tunnels, 2010, 462 p.
2. Alekseev Yu.V., Somov G.Yu., Deshev V.Yu. Roitman V.M., Lakutinova E.P., Stolyarova M.Yu., Egorov S.Yu., Petrov A.V., Astafiev S.A., Brekhunets A.A. *Razvitie i rekonstrukciya social'no-transportnoj infrastruktury megapolisa. Nazemnye avtomagistrali nad zheleznj dorogoj* [Development and reconstruction of the social and transport infrastructure of the metropolis. Highways over the railway]. Moscow, Publishing house ACB, 2011, 328 p.
3. Baytsur A.I. *Zaglublennye sooruzheniya promyshlennyh predpriyatij* [Buried structures of industrial enterprises]. Kiev, Budivelnik, 1984, 81 p.
4. Baranova N.V. *Vseobshchaya istoriya arhitektury* [General history of architecture. Vol. 11]. Moscow, 1973, 891 p.
5. Belogolovsky V., Bystrova T.Yu. *Iskustvovedenie i kul'turologiya «Evoluciya arhitektury»*. *Arhitekturnyj Vestnik*. [Art history and cultural studies "Evolution of architecture"]. Architectural Bulletin, 2012, no. 4(109), 95 p.
6. Bronovitskaya A.Yu, Zmeul A.A., Muradova N.M., Bakhirev I.A., Crestmein M.G., Knyazhevskaya Yu.V. Kuznetsov S.O., Crestmain M.G. *Moskovskoe metro. Stancii. Linii. Set'* [Moscow Metro. Stations. Lines. Network]. Moscow, JSC Shcherbinskaya Printing House, 2020, 605 p.
7. Venturi R. *Slozhnost' i protivorechiya v arhitekture. Mastera arhitektury ob arhitekture* [Complexity and contradictions in architecture. Masters of architecture on architecture. Under total. Ed. A.V. Ikonnikova, I.L. Matza, G.M. Orlova]. Moscow, 1972, 505 p.
8. Golitsynsky D.M. *Ispol'zovanie podzemnogo prostranstva dlya resheniya transportnyh problem bol'shih gorodov (na primere Sankt-Peterburga). Podzemnoe prostranstvo mira* [The use of underground space for solving transport problems of large cities (on the example of St. Petersburg)]. *Underground space of the world*, 1998, no.4, 94 p.
9. Golitsynsky D.M., Kulagin N.I. *Stancii metropolitena v aspekte kompleksnogo ispol'zovaniya podzemnogo prostranstva, Podzemnoe prostranstvo mira* [Metro stations in the aspect of integrated use of underground space.]. *Underground space of the world*, 1995, no. 5, 81 p.
10. Golubev G.E. *Avtomobil', stoyanka, podzemnyj garazh* [Car, parking, underground garage]. Moscow, Publishing house "TIMR", 1998, 98 p.
11. Golubev G.E. *Podzemnaya urbanistika: Gradostroitel'nye osobennosti razvitiya sistem podzemnyh sooruzhenij* [Underground Urban Studies: Urban Development Features of the Development of Systems of Underground Structures]. Moscow, Stroyizdat, 1979, 231 p.

12. Grozman O.S. *Gradostroitel'nye osnovy formirovaniya podzemnyh prostranstv. Metodika vyyavleniya zon razmeshcheniya ob"ektov mnogofunkcional'nogo obshchestvennogo podzemnogo prostranstv* [Urban planning foundations for the formation of underground spaces. Methods for identifying zones for placing objects of multifunctional public underground space]. Moscow, 2017, 194 p.
13. Dranovsky A.N. *Podzemnye sooruzheniya v podzemnom i grazhdanskom stroitel'stve: ucheb. posobie* [Underground structures in underground and civil engineering: textbook. Allowance]. Kazan, Kazan University, 1993, 354 p.
14. Zmeul A.A., Kuznetsov S.O. *Skrytyj urbanizm. Arhitektura i dizajn Moskovskogo metro 1935 – 2015* [Hidden urbanism. Architecture and design of the Moscow metro 1935 – 2015]. Berlin, House of Publishers, 2016, 352 p.
15. Ivakhnyuk V.A. *Stroitel'stvo i proektirovanie podzemnyh i zaglublennyh sooruzhenij* [Construction and design of underground and buried structures]. Moscow, ASV, 1999, 299 p.
16. Litskevich V.K., Makrinenko L.I., Migalina I.V. *Arhitekturnaya fizika: Ucheb. dlya vuzov: Spec. «Arhitektura»* [Architectural physics: Textbook. for universities: Spec. "Architecture" Ed. N.V. Obolensky]. Moscow, Architecture-S, 2016, 448 p.
17. Aizenberg J.B. *Hollow Light Guides*. Moscow, 2009, 209 p.

ОБ АВТОРЕ

Братищев Александр Константинович

Аспирант кафедры «Архитектура промышленных сооружений», Московский архитектурный институт (государственная академия), Москва, Россия
e-mail: a.bratishchev@markhi.ru

ABOUT THE AUTHOR

Bratishchev Alexander

Postgraduate Student, Department «Industrial Architecture», Moscow Architectural Institute (State Academy), Moscow, Russia
e-mail: a.bratishchev@markhi.ru