

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ АРХИТЕКТУРНОГО ФОРМИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ МЕТРОПОЛИТЕНА В МОСКВЕ

УДК 725.1:656.342(470-25)

DOI: 10.24412/1998-4839-2021-2-181-195

А.К. Братищев*Московский архитектурный институт (государственная академия), Москва, Россия***Аннотация**

В связи с увеличением территориальных границ Москвы и плотности сети метрополитена становится актуальным вопрос устойчивого развития метро, его автономности, многофункциональности, соблюдения целостности транспортной сети, комфорта и безопасности пассажирских перевозок. К сожалению, современный подход к проектированию не позволяет соответствовать этим тенденциям, что обуславливает необходимость поиска актуальных архитектурных концепций, принципов и приёмов для формирования объёмно-планировочной структуры метро.¹

Ключевые слова: Московский метрополитен, тенденции архитектуры, архитектура метрополитена, развитие метрополитена, архитектурные концепции метрополитена, принципы архитектуры метрополитена

PROSPECTIVE TRENDS OF THE METROPOLITAN OBJECTS ARCHITECTURAL DESIGN IN MOSCOW

A. Bratishchev*Moscow Institute of Architecture (State Academy), Moscow, Russia***Abstract**

The extension in Moscow territory and the density of the metro network increase cause the actuality of the metro sustainable development, its autonomy, universality, compliance with the integrity of the transport network, comfort and safety of passenger transportation becomes relevant. Unfortunately, the modern approach to design does not allow us to keep up with the trends. This makes it necessary to search for appropriate architectural concepts, principles and techniques for forming the spatial planning structure of the metro.²

Keywords: Moscow metro, architecture trends, metro architecture, metro development, metro architectural concepts, metro architecture principles

С 2000 года в Москве начинают активно развиваться крупные многофункциональные транспортно-пересадочные узлы (далее ТПУ), позволяющие осуществлять пересадку с одного вида транспорта на другой. Соответственно, метро, как основной вид общественного транспорта, включено в состав железнодорожных, автобусных, аэровокзальных комплексов, офисно-деловых, торговых и культурных центров, гостиниц.

¹ **Для цитирования:** Братищев А.К. Перспективные тенденции архитектурного формирования объектов метрополитена в Москве // Architecture and Modern Information Technologies. – 2021. – №2(55). – С. 181–195. – URL: https://marhi.ru/AMIT/2021/2kvart21/PDF/13_bratishchev.pdf
DOI: 10.24412/1998-4839-2021-2-181-195

² **For citation:** Bratishchev A. Prospective Trends in the Metropolitan Objects Architectural Design in Moscow. Architecture and Modern Information Technologies, 2021, no. 2(55), pp. 181–195. Available at: https://marhi.ru/AMIT/2021/2kvart21/PDF/13_bratishchev.pdf
DOI: 10.24412/1998-4839-2021-2-181-195

Изучением ТПУ занимались советские и современные архитекторы и исследователи, такие как Голубев Г.Е., Болоненкова Г.В., Аплаксина Б.А., Васильева И., Азаренкова З.В., Башкаев Т.И. В настоящее время в Москве разрабатываются и реализуются проекты ТПУ Нижегородская, Измайлово, Деловой центр, Выхино, Саларьево, Ховрино, Петровско-Разумовская, Рассказовка, Некрасовка, Авиамоторная, Лермонтовский проспект, Технопарк, Селигерская, Пятницкое шоссе, Киевская. Благодаря ТПУ происходит отказ от личного транспорта в пользу общественного, сокращается время на пересадку. Однако мировой опыт показывает, что на ТПУ имеются большие трудности для регулирования транспортных и пассажирских потоков, обеспечения условий антитеррора. Большое скопление людей вызывает дискомфорт у пассажиров, страдающих клаустрофобией. ТПУ создают необходимость территориального разрыва жилой застройки и рекреационных зон вследствие шумового и светового загрязнения окружающей среды, ухудшения качества воздуха, большой интенсивности движения транспорта.

Следовательно, перспективным направлением, согласно мировому опыту, выбрана концепция «Разуплотнение» (рис. 1, 2, 3) – распределение посадочных зон вдоль трассы транспортной системы метро, создание «станций-спутников», рассредоточивающих пассажирские потоки.

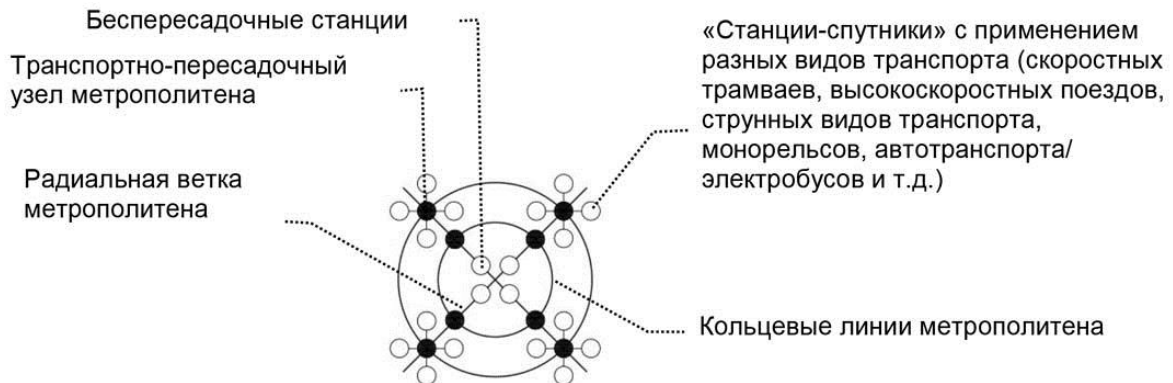
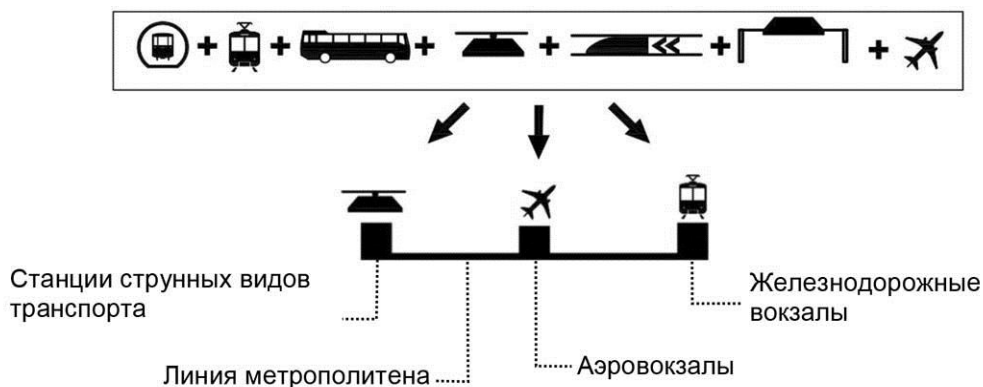


Рис. 1. Градостроительная схема развития сети метрополитена в Москве

Единый объем транспортно-пересадочного узла, созданный на базе метрополитена



Создание вдоль линии метрополитена дополнительных посадочных станций для распределения пассажирской и транспортной нагрузки на тпу

Рис. 2. Распределение пассажиропотока с транспортно-пересадочных узлов (ТПУ) на станции-спутники с последующей реконструкцией

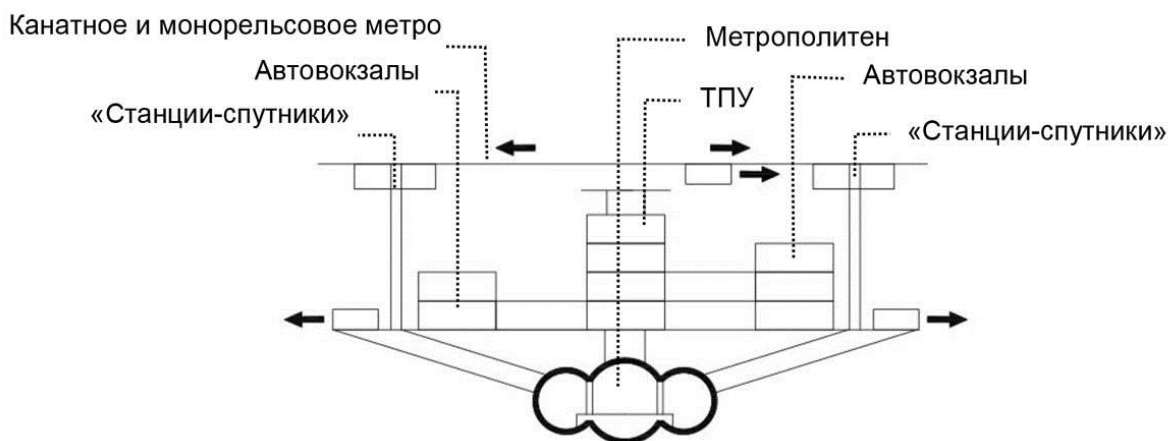


Рис. 3. Схема разреза транспортно-пересадочного узла. Концепция «Разуплотнение» транспортно-пересадочных узлов метрополитена

В качестве основных тенденций развития метрополитена следует отметить обеспечение безопасности, высоких скоростей, удобство пересадок, экологичность, энергоэффективность, комфорт, открытость и прозрачность технологических процессов. Далее рассматривается возможность реализации указанных перспективных направлений за счет следования и применения архитекторами-проектировщиками определенных принципов и архитектурных приёмов (табл.1, 2).

Перспективным направлением проектирования метрополитена является энергоэффективность и энергосбережение. Это достигается за счет реализации нескольких приёмов. Обеспечение нормативного рассеянного освещения возможно благодаря увеличению светопрозрачности светового фронта здания [16]. А именно – применения панорамного остекления, светопрозрачных фасадных конструкций из стеклоблоков, стеклопрофилита, листов просечного металла, применения световодов, шедов, световых куполов, фонарей, фальш-окон, строительству полуобвалованных и обвалованных станций (т.е. частично или полностью заглубленных в землю) [1]. Одним из первых полые торцевые световоды в виде зеркальных труб использовал электрик-изобретатель Чиколев В.Н. в 1874 году на Охтинском пороховом заводе под Санкт-Петербургом. Наиболее современные разработки в области использования полых световодов относятся к научным исследованиям светотехника Ю.Б. Айзенберга [17]. Полуобвалованные и обвалованные станции позволяют сократить расходы как на освещение, так и на отопление, если воспользоваться возможностью естественного освещения посредством световых фонарей, полых световодов с отражающими поверхностями, обеспечивающими рассеянный свет на станции, а заглубление станции ниже уровня промерзания грунта позволяет уменьшить эксплуатационные расходы на отопление и кондиционирование [15].

К следующему приоритетному направлению в проектировании можно отнести экономичность, оптимизацию и технологичность объектов метрополитена. Его реализация возможна благодаря применению следующих принципов и приёмов. К ним относятся использование новых подъемно-транспортных механизмов: спиральных и многоуровневых эскалаторов, многоуровневых лифтов с одновременной высадкой на несколько этажей (при такой вертикальной связи платформы с наземной частью необходимо проектирование лифтовых вестибюлей, павильонов), наклонных лифтов и инвалидных платформ, позволяющих транспортировать маломобильные группы населения, траволаторов для связи станционных комплексов [8]. Вместо наклонных эскалаторных ходов благодаря применению новых подъемных механизмов (винтовых эскалаторов) станет возможно их сооружение в вертикальном стволе, что потребует выделения меньшей городской земли под строительные работы, обеспечит компактность

станционного комплекса. Однако у этой технологии имеются существенные недостатки. Так, например, винтовые эскалаторы являются дорогостоящим оборудованием и сложны в эксплуатации, а применение многоуровневых эскалаторов возможно только на станциях с небольшим пассажиропотоком, поскольку они создают затруднения при подъёме/спуске, так как для того, чтобы попасть на следующий марш эскалатора, необходимо обойти предыдущий. Это может негативно сказаться на безопасности пассажиров в пиковые часы и при чрезвычайных ситуациях.

В связи со стесненными городскими условиями необходимо использование приёма многоуровневости станций. При этом следует предусматривать комплекс мер по снижению уровня негативного воздействия технологических помещений на пассажиров и персонал при их блокировке со служебными и общественными объёмами станции. Применение горизонтальных лифтов (платформенных дверей) и отделение центрального зала станции от путевого позволяет уменьшить расходы на облицовочное исполнение путевых залов, уменьшить отопляемый объём станции, повысить безопасность пассажиров. Утилитаризм, унификация и типовое строительство с применением сборно-монолитных конструкций позволяют удешевить строительство, повысить качество архитектурных и строительных решений благодаря их многократному использованию, бережно относиться к природным ресурсам. «Не нужно использовать больше ресурсов, чем нам может потребоваться, и не следует использовать больше того, что может быть воссоздано за то же самое время, пока мы их расходуем» [3]. Данный принцип устойчивой архитектуры следует помнить при проектировании метрополитена.

Необходимо также предусматривать возможность дальнейшего расширения, реконструкции, приспособления помещений метро под новые функции и перепланировки станции, способность блокирования с новыми зданиями за счёт применения каркасной конструктивной системы [13]. Для наземных вестибюлей применение каркасной системы позволяет использовать различные фасадные решения. Принцип автономности, независимости архитектурных объёмов станционного комплекса метрополитена делает возможным применение различных модульных схем блокировки, ячеистой структуры. Повышение экономичности возможно благодаря уменьшению затрат на строительство благодаря использованию комплексных проектных решений [9].

Применение новых подвижных составов позволяет использовать новые архитектурные формы: вакуумные поезда – это архитектура «труб»; поезда на магнитной подушке – архитектура эстакад, путепроводов; поезда на шинном ходу – архитектура эстакадного и туннельного метро с ограничениями по уклону; зубчатая дорога позволяет организовывать станции при больших перепадах высот; фуникулёры – архитектура стоек и мачт, поддерживающих канаты; при эксплуатации низкопольных скоростных трамваев – архитектура въездных порталов в туннели). Наличие отдельных путей для скоростного движения делает возможным эксплуатацию скоростного метро, проходящего через город с минимальным количеством остановок [6].

Вторичное использование подземных пустот (выработок, подходных штолен и залов, возникших при сооружении станционного комплекса), позволяет применять их более эффективно, с организацией в них многоярусных автоматизированных паркингов, выставочных пространств и образовательных центров [3, 10].

Перспективные тенденции проектирования станций метро связаны с принципом автоматизации и автономности процесса управления и эксплуатации метрополитена, а следовательно уменьшением количества служебных помещений и персонала на станции.

Приём использования столбов-опор (поднятие станции над землей) – позволяет более эффективно эксплуатировать городскую территорию [2]. Устройство террас вестибюлей метрополитена – это увеличение функциональной площади, например создание зеленых зон при дефиците парков и скверов в городе.

Актуальна интеграция метро и с объектами иного функционального назначения (многофункциональность, интермодальность метрополитена): культурными объектами (с включением в комплекс станции метро демонстрационно-выставочных площадей [11]), промышленными предприятиями (грузовыми речными портами, заводами, что позволит осуществлять грузовые перевозки в ночное время и потребует проектирования грузовых терминалов, разгрузочных и подъемных платформ), образовательными центрами, торгово-развлекательными комплексами, жилыми домами (с возможностью встройки станций в дом при использовании бесшумных подвижных составов на шинном ходу), объектами транспортной инфраструктуры (автобусами, городской и пригородной железной дорогой, высокоскоростными железнодорожными линиями, аэровокзалами, монорельсом, канатной дорогой).

К следующим перспективным направлениям проектирования метрополитена, требующим внимательного рассмотрения, относятся безопасность, снижение уровня негативного воздействия на здоровье пассажиров и персонала, эстетичность и гуманизм. Это возможно благодаря созданию единых объёмов, улучшающих просматриваемость на станции (как на односводчатых станциях), уменьшению препятствий на пути движения пассажиров, отсутствию резких изменений траектории движения пассажиров, применению прозрачных перегородок, наличию просторных распределительных залов, использованию современных сверхлёгких конструкций для перекрытия пространства (безопорных пространственных сеток, перекрёстных ферм, многопролётных балок) [12]. Единое светлое пространство благотворно сказывается на навигации пассажиров и уменьшает негативное воздействие на людей, страдающих боязнью закрытого пространства.

Вследствие увеличения пассажиропотока и пропускной способности станций повысились требования к пожарной безопасности (дымоудалению и естественной вентиляции), возникла необходимость размещения на поверхности земли большого количества вентиляционных киосков местной и туннельной вентиляции, которые требуют архитектурного осмысления, так как находятся на пути движения пассажиров. Это возможно, например, за счёт придания скульптурности таким объектам. В связи с увеличением и модернизацией подвижных составов, повышением интенсивности его работы и расширением сети метрополитена необходимо проектирование современных депо и ПТО (пунктов технического осмотра). Так как данные сооружения будут располагаться в пределах плотной городской застройки и просматриваться со всех сторон, необходимо применение современных эстетичных архитектурных решений.

Использование станций в целях гражданской обороны в качестве убежищ возможно только при соблюдении дополнительных мероприятий для обеспечения конструктивной устойчивости сооружений и модернизации инженерных сетей (большей глубины залегания станции, разделения объёмов станционного комплекса на деформационные блок-секции, усовершенствования объектов ГО, проектирования герметичных шлюзов, применения современных фильтро-вентиляционных установок, усовершенствования конструкций гермозатворов).

Актуально использование элементов живой природы в интерьерах и экстерьерах станций (устройство зимних садов, садово-паркового искусства, цветников, наклонных клумб, вертикального озеленения), что благоприятно сказывается на здоровье и психологическом состоянии пассажиров. Перспективными по типологии являются станции глубокого заложения колонного и односводчатого типов, обвалованные и полуобвалованные станции мелкого заложения, если они не нарушают наземного городского ландшафта, исторической застройки, не оказывают шумового воздействия на окружающую застройку.

Применение объектов монументального декоративно-прикладного искусства (панно, фресок, скульптурных групп и витражей) требует от архитектора соответствующего архитектурного решения плоскостей стен и обеспечения пространства для восприятия

данных объектов искусства с необходимого расстояния. Такой приём придает станции индивидуальность и запоминающийся образ, знакомит пассажиров с историей места, улучшается навигация. Принцип ассоциативности, реплики, историзма, соответствие здания историческим объектам, позволяет придать уникальность объектам метрополитена [5]. Принцип контекстности подземного и наземного городских пространств даёт возможность лучше ориентироваться пассажирам на транспортном объекте. Принцип сомасштабности и эргономичности позволяет человеку чувствовать себя комфортно на объектах метро. Знаковость, скульптурность объектов метрополитена организует городское пространство, задаёт сценарий движения пассажирам, формирует градостроительные акценты.

Уменьшение шумового воздействия возможно благодаря применению звукопоглощающих архитектурных форм, конструкций и материалов (формы свода, стен, подвесных потолков, установки платформенных дверей).

Композиционная целостность архитектурного ансамбля метрополитена достигается благодаря использованию архитектором общих классических композиционных приёмов, средств гармонизации (симметрии, ритма, метра, пропорциональности, масштаба и масштабности) (табл.2). Принцип открытости и прозрачности зданий и сооружений метрополитена возможен благодаря современным технологиям и строительным материалам. Для этого актуально применение (помимо широкоформатного термополированного флоат-стекла) больших плоскостей витражного остекления, использование планарного спайдерного и структурного остекления, создающих эффект бесстыковой стеклянной поверхности за счёт отсутствия прижимных планок.

Принцип тектоничности – подчеркивание конструкций и отсутствие бутафорных форм – позволяет своевременно определять техническое состояние сооружений метро, не создаёт неоправданных заужений общественных пространств и путей эвакуации, опасностей при пожаре. Функционализм и лаконичность, как отмечал архитектор Душкин А.Н. [6], особо должны быть присущи архитектуре метро. Брутализм, подчёркивание качества, текстуры материала, работы несущих конструкций позволяют создать уникальные и удобные в эксплуатации здания [7].

Обвалованные, полуобвалованные станции мелкого заложения и глубокие станции позволяют организовать зоны отдыха и парки на поверхности (к примеру, как на станции «Волжский бульвар»), не изменяя исторической застройки и природного ландшафта, не создают непреодолимых преград для передвижения по городу. Станции малого заложения уменьшают время на подъем/спуск на станцию. При проектировании наземных станций возможно придание им уникальных архитектурных образов благодаря применению кровель сложной конфигурации (как на станциях Сокольнической линии «Прокшино», «Филатов луг», «Ольховая»). Например, можно создавать криволинейные зеркальные плоскости, имитирующие небо или водную гладь. Принцип бионичности, обтекаемости, пластичности форм придает архитектуре метро благоприятный эстетичный вид.

Принцип эргономичности достигается посредством проектирования удобных пересадок, интуитивности в навигации благодаря понятным планам и архитектурным акцентам. С точки зрения взаимного расположения путей и платформ оптимальным является наличие одной островной платформы и двух береговых. Это позволяет осуществлять быструю высадку пассажиров на одну платформу и одновременную посадку с другой, что увеличивает пропускную способность станции. На кросс-платформенных станциях возможна быстрая пересадка с одного направления на другое, однако при этом происходит пересечение пассажирских потоков. Безопасность на посадочных платформах можно обеспечить путём применения горизонтальных лифтов, подъёмных металлических и канатных барьеров, автоматических платформенных ворот, планировочному решению зон досмотра, которые не препятствовали бы движению

основного пассажиропотока. Простые геометрические объёмы удобны в уборке, эксплуатации, обслуживании, не создают пылесборников.

Безбарьерность – принцип создания доступной среды для маломобильных групп населения – реализуется в метрополитене благодаря применению подъемных платформ, наклонных лифтов, тактильных полос на полу, организации отдельных посадочных зон на платформе, функциональных зон, расположенных от пола на удобной высоте, создании залов и открытых пространств с применением технологии индукционных петель, усилителей звука для слабослышащих.

Принцип представительности архитектуры метро связан с демонстрацией культурных достижений общества. Национальный характер архитектуры метрополитена актуален в связи с большим количеством построек в интернациональном стиле и обезличивании места строительства, равнодушного отношения к народным традициям, культуре и архитектуре.

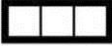

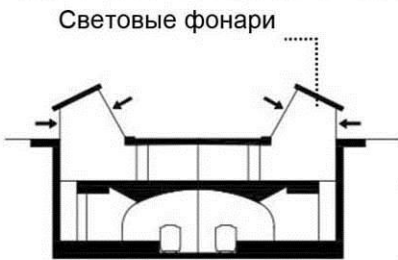

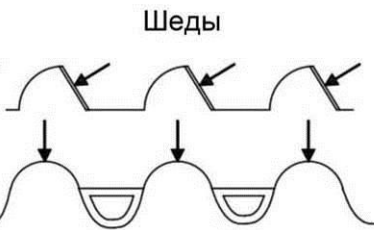
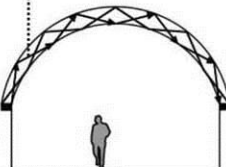
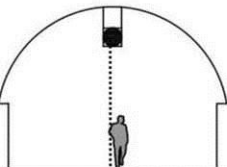
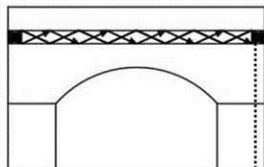
Принцип символизма – один из важных в архитектуры метрополитена. Он определяет внутреннее художественное содержание, смысл, помимо утилитарных функций. Камерный/парадный характер пространств и объёмов метрополитена возможен при помощи проектирования портиков вестибюлей, колоннад, ордерности, сводов, куполов, использования скульптур, фресок, мозаик, витражей [14]. Применение парадных форм зависит от назначения и уместности таких решений. К перспективным тенденциям архитектуры метро можно отнести динамичность архитектурного образа, его изменчивость, лёгкость. Например, использование облицовочных панелей с чередованием матовых и глянцевых поверхностей создаёт динамичный рисунок на фасадах, меняющийся в зависимости от освещённости, времени суток и ракурса наблюдателя. Архитектурное решение инженерных и вспомогательных систем позволяет воспринимать образ здания целостно.

Необходимо использование экологичных качественных строительных материалов, соответствующих требованиям к огнестойкости: керамического кирпича, бетона (конструктивного и декоративного, возможно с контррельефом, со следами деревянной опалубки, создающей живописный орнамент), панорамного остекления, тонких лент металла и массивные чугунных конструкций тубингов. Благодаря применению местных строительных материалов возможно удешевление строительства.

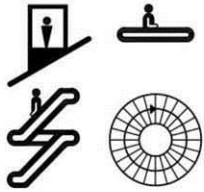
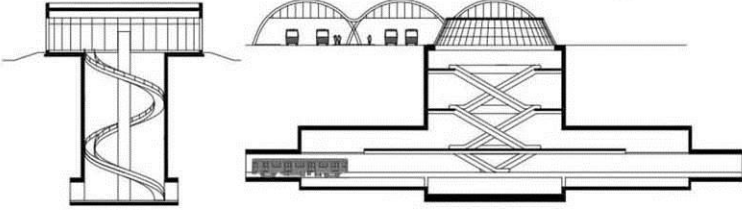
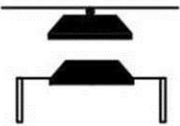

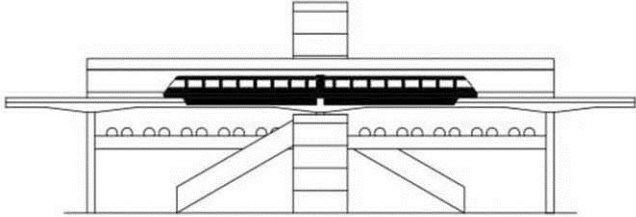
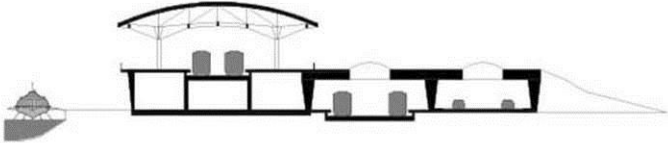
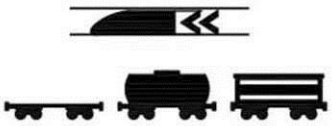
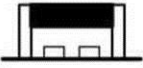
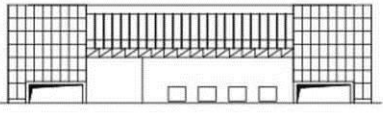
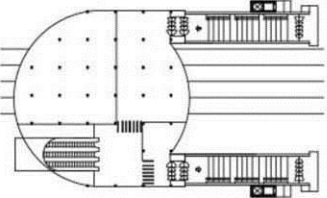
В заключение можно сказать, что при проектировании метрополитенов все большую актуальность получают развитие устойчивой и универсальной архитектуры, использование современных строительных материалов, обеспечение безопасности пассажиров, гибкость и адаптивность архитектурно-планировочных решений объектов, увеличение их пропускной способности, увеличение интенсивности функционирования транспорта, создание комфортных условий для пассажирских (в том числе для маломобильных групп населения) и грузовых перевозок, уменьшение эксплуатационных затрат за счёт применения новых систем транспортировки пассажиров и грузов, систем вентиляции, отопления и освещения.

Связь архитектуры метрополитена с культурными традициями позволяет создавать вневременные постройки, взаимодействующие с природными стихиями и ландшафтом. На многих конференциях как в России, так и за рубежом рассматриваются новые направления, концепции, принципы и приёмы проектирования метрополитенов. Обозначенные в статье архитектурные предложения по проектированию объектов метрополитена являются фундаментальными для его устойчивого развития и требуют внимательного рассмотрения, изучения и применения в современной архитектуре.



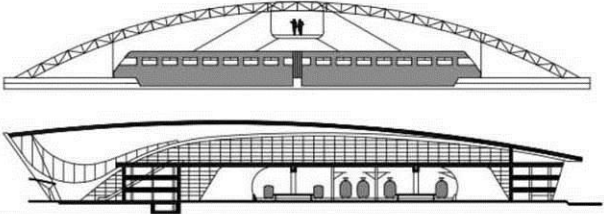
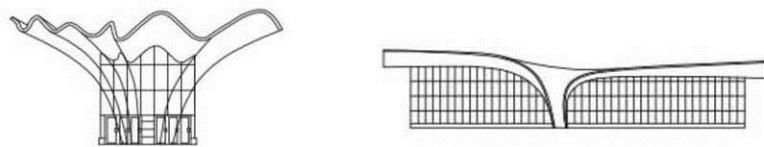
Таблица 1. Перспективные тенденции/направления проектирования метрополитена

Наименование приёма	Архитектурные решения
Энергоэффективность и энергосбережение	
<p>Естественное освещение, многосветность</p>  <p>Энергетическая самообеспеченность</p> 	<p>Естественное рассеянное освещение, максимальное использование светового фронта здания и /использование панорамного остекления из стеклоблоков, стеклопрофилита, листов просечного металла/, выполнение внутренних перегородок из светопрозрачных материалов, устройство в верхнем перекрытии световодов, шедов, куполов, световых фонарей, фальш-окон.</p>
	<p>Применение световых фонарей для естественного освещения на станции малого заложения</p> <p>Поперечный разрез по станции</p>  <p>Световые фонари</p>  <p>Световой купол</p>  <p>Шеды</p> <p>Световоды, расположенные в поперечном и продольном направлении станции</p> <p>Поперечные разрезы станции (центральный зал)</p> <p>Световод, расположенный в поперечном направлении станции</p>   <p>Световод, расположенный в продольном направлении станции</p> <p>Продольный разрез (центральный зал)</p>  <p>Световод, расположенный в продольном направлении станции</p>

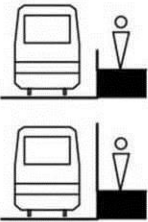
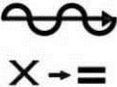
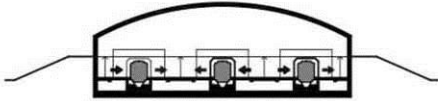
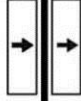
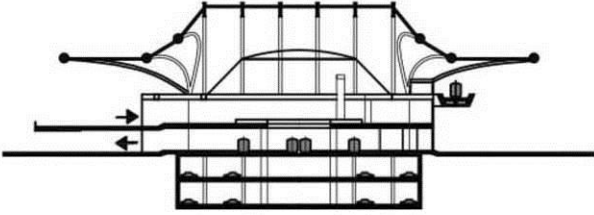


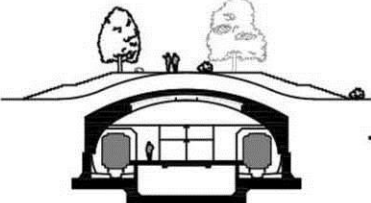
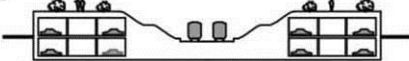
Продолжение таблицы 1

Наименование приёма	Архитектурные решения
Экономичность, оптимизация и технологичность	
<p>Технологическое оснащение</p> 	<p>Наклонные лифты, траволаторы, многоуровневые лифты, винтовые эскалаторы, двухуровневые лифты Винтовой и многоуровневый эскалаторы</p> 
<p>Использование сочетания разных видов транспорта</p> 	<p>Канатное метро (струнный вид транспорта), монорельс, поезда на магнитной подушке (Маглев), фуникулёры, высокоскоростные поезда, зубчатая железная дорога, поезда на шинном ходу</p> <p>Струнный вид транспорта</p>  <p>Поезда на магнитной подушке</p>  <p>Развитие речных маршрутов и интеграция со станцией метрополитена (архитектура причалов)</p> 
<p>Многофункциональность</p> 	<p>Скоростное (составы проходят с малым количеством остановок через центр города по выделенному пути) и грузовое метро (функционирует в ночное время и связывает промышленные, транспортные общественные объекты)</p>
<p>Здание на опорах (использование площадей под зданием)</p> 	<p>Расположение вестибюлей над проезжей частью</p> <p>Вестибюль на опорах</p>  <p>План вестибюля</p> 

Продолжение таблицы 1

Наименование приёма	Архитектурные решения
<p>Компактность</p> 	<p>Архитектурные решения</p> <p>Двухуровневые станции</p> <p>Двухуровневая станция метро в одном туннеле с двухуровневыми лифтами: уменьшение объёма земляных работ, экономичность (предложение Ленметрогипротранс)</p> 
<p>Надстраивание, встраивание, пристраивание</p> 	<p>Пристраивание станции к зданию</p> 
<p>Гибкость и вариативность планировочной структуры</p> 	
<p>Вторичное использование выработок</p> 	<p>Устройство автоматизированных автостоянок, музеев, выставочных пространств</p>
<p>Безопасность, снижение негативного воздействия на здоровье пассажиров и персонала, эстетичность и гуманизм</p>	
<p>Большепролётность</p> 	<p>Использование современных конструктивных решений</p> <p>Безопорные конструкции покрытий создают единое пространство</p> 
<p>Образность</p> 	<p>Использование бионических форм</p> <p>Навес над вестибюлем метро</p> 

Продолжение таблицы 1

Наименование приёма	Архитектурные решения
<p>Безопасность</p> 	<p>Платформенные раздвижные двери, автоматические платформенные ворота, подъёмные барьеры, неподвижные барьеры</p>
<p>Спрямление трасс и пассажирских потоков, отсутствие пересечений</p> 	<p>Распределение пассажирских потоков. Одновременная посадка и высадка на две платформы - отсутствие пересечения пассажирских потоков)</p> <p>Одновременная высадка и посадка пассажиров</p>  <p>Схема посадки/высадки</p>  <p>Распределение пассажирских потоков на разных уровнях</p> 
<p>Моделирование световой композиции</p>	<p>Увеличение глубины пространства улицы/площади</p> 
<p>Бионичность</p> 	<p>Обвалованные и полуобвалованные станции мелкого заложения. Устройство рекреационных зон(парков) над станцией</p>  <p>Устройство подземных и наземных паркингов вдоль линии метрополитена</p> 

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: Дом 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 zheleznoj 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, Budivel'nik, 1984, 81 p.
4. Baranova N.V. *Vseobshchaya istoriya arhitektury* [General history of architecture. Vol. 11]. Moscow, 1973, 891 p.
5. Belogolovskiy V., Bystrova T.Yu. *Iskustvovedenie i kul'turologiya «Evolyuciya 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. Golitsynskiy D.M. *Ispol'zovanie podzemnogo prostranstva dlya resheniya transportnyh problem bol'shikh 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. Golitsynskiy 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 mnogofunktional'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 Institute of Architecture (State Academy), Moscow, Russia
e-mail: a.bratishchev@markhi.ru