

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

МОСКОВСКИЙ АРХИТЕКТУРНЫЙ ИНСТИТУТ
(государственная академия)

Направление подготовки: **АРХИТЕКТУРА 07.06.01**

НАУЧНЫЙ ДОКЛАД
об основных результатах
подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)

На тему: Современные концепции архитектурного формирования объектов метрополитена в крупных городах на примере Москвы

Аспирант БРАТИЩЕВ Александр Константинович

Научная специальность 05.23.21 Архитектура зданий и сооружений. Творческие концепции архитектурной деятельности

Научный руководитель: Фисенко Алексей Анатольевич
кандидат архитектуры, профессор
(Фамилия И.О, звание, должность.)

(число) Подпись

Кафедра подготовки: Архитектура промышленных сооружений

Москва 2021

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования: Высокие скорости, качество и комфорт пассажирских перевозок на общественном транспорте – будущее развивающихся стран. Усложняется городская инфраструктура, существующие объекты транспортной инфраструктуры не справляются с нагрузкой. Вследствие чего необходимо интенсивное развитие сети метрополитена с применением качественно новых объёмно-планировочных решений. Необходима модернизация сети метро, адаптация существующих станций под современные требования жизни. Отсутствие системного подхода к проектированию метрополитена, научно обоснованных рекомендаций и перспективных планировочных схем определяют социальную значимость и подтверждает актуальность диссертационного исследования.

Современное состояние проблемы и ее научная разработанность: имеющиеся материалы по проектированию метрополитенов длительное время не актуализировались, поэтому не дают ответа на поставленные современной жизнью архитектурные задачи по обеспечению комфорта пассажирских перевозок и устойчивому развитию городов в условиях интенсивного расширения и модернизации транспортной сети метро. Зачастую, рассматривается только инженерно-техническая сторона вопроса проектирования метрополитена. Перспективным архитектурным решениям транспортных узлов метро посвящены исследования таких учёных, как Юницкий А.Э., Шемякин Е.И., Трубецкой К.Н., Мельников Н.Н., Картозия Б.А.

Теоретической базой исследования является целый ряд отечественных и зарубежных научно-исследовательских работ. Изучение материалов, прямо или косвенно связанных с проектированием метрополитена, позволяет выделить группы исследований, в которых накоплен теоретический и фактологический материал, связанный с транспортными сооружениями:

- теоретические и практические вопросы по архитектурной типологии пассажирских транспортных комплексов, типологии многофункциональных общественных сооружений и узлов метрополитена изучали В.П. Абрамчук, А.И. Байцур, В. Белоголовский, Т.Ю. Быстрова, Р. Вентури, А.Н. Драновский, Н.О. Душкина, В.А. Ивахнюк, Ле Корбюзье (Шарль-Эдуар Жаннере-Гри), К.Д. Костов, Н.Л. Павлов, А.Э. Юницкий. Отечественные и зарубежные публикации, посвящённые проблемам формирования, организации и архитектуры современных метрополитенов: монография Азаренковой З.В., кандидатские диссертации Гомоляка И.Г., Бойцова Д.А., магистерская диссертация Киргизовой Т.Ю., научные статьи Башкаева Т.И., Благовидовой Н.Г., Дубровского Ю.В., Кузина П.А., Медведевой А.Р., Цыбайкина А.А., а так

же материалы журналов советского времени (статьи Апласкина Б. А., Болоненкова Г. В., Васильевой И.);

- градостроительные и исторические аспекты размещения транспортных объектов различных типов отражены в работах Н.В. Баранова, А.Н. Береговских, Г.Е. Голубева;
- Московский метрополитен как культурный феномен рассмотрен в трудах Вальдес Одриосола М.С., Лотмана Ю.М., Смирнова С.А.;
- освещение станций метрополитена: исследования Щепеткова Н.И., Aizenberg J.B.;
- Зарубежные исследователи: Lisa Baker, Len Bass, Paul Clements, Owen Hatherley, Christopher Herwig, Rick Kazman, Chris van Uffelen;
- архивы проектных институтов: АО «Метрогипротранс», ГАУ «Институт Генплана Москвы», научно-техническая библиотека Московского метрополитена, научная библиотека Московского архитектурного института, ОАО «НИПИИ «Ленметрогипротранс», ОАО «Пекинская корпорация проектирования и развития городского строительства»;
- форумы и информационные порталы: «Наш транспорт», «SkyscraperCity».

Гипотеза исследования: комплексное изучение арсенала архитектора-метростроителя позволит выявить основные направления проектирования метрополитенов, систематизировать градостроительные концепции, принципы и приёмы объёмно-планировочного проектирования сети метро. Гибкость и адаптивность архитектурно-планировочных решений будущих объектов метрополитена, увеличение пропускной способности и скорости работы транспорта создаст более комфортные условия для пассажирских и грузовых перевозок, уменьшит эксплуатационные затраты за счёт применения новых систем транспортировки пассажиров и грузов, механизмов вентиляции, отопления и освещения. Применение современных архитектурных и инженерных технологий позволят развиваться метрополитену и городской среде в аспекте устойчивого развития.

Цель исследования: выявление основных периодов развития и типологии отечественных и зарубежных метрополитенов, определение градостроительных концепций, приоритетных направлений проектирования метро, формирование «каталога» архитектурных принципов и приёмов объёмно-пространственного проектирования объектов метрополитена (вестибюлей, станционных залов, наклонных эскалаторных ходов, пересадок и служебных объектов: вентиляционных киосков, метромостов, тягово-понижительных подстанций, электродепо), реализуемых на в разные периоды его развития.

Задачи исследования:

- выявить типологию метрополитенов, установить факторы, влияющие на архитектурное формирование объектов метро;

- раскрыть основные периоды развития отечественных и зарубежных метрополитенов;
- определить градостроительные концепции и направления проектирования метрополитенов, сформировать «каталог» архитектурных принципов и приёмов, реализуемых на разных этапах развития отечественных и зарубежных метрополитенов с прогнозированием на перспективное устойчивое развития Московского метро.

Объект исследования: станционный комплекс, включающий вестибюли станций, наклонные эскалаторные ходы, станционные залы, пересадки, а также трасса линии метрополитена со служебными строениями вдоль неё (вентиляционные киоски, метромосты, тягово-понижительные подстанции, электродепо) и прилегающей территорией, расположение метро в структуре города.

Предмет исследования: архитектурно-планировочные решения вестибюлей, наклонных эскалаторных ходов, станционных залов, пересадок, служебных объектов метрополитена (вентиляционных киосков, метромостов, тягово-понижительных подстанций, электродепо), путепроводов, расположение метро в структуре города.

Границы исследования:

- временные – с 1800г. (момента появления метрополитена в мире) по настоящее время, с прогнозированием на перспективное развитие;
- географические границы исследования – РФ, США, Канада, европейские страны, азиатские государства (Япония, Китай, Корея), страны Ближнего Востока.

Положения, выносимые на защиту:

- периоды формирования архитектуры метро, типология отечественных и зарубежных метрополитенов;
- градостроительные концепции, приоритетные направления, «каталог» архитектурных принципов и приёмов объёмно-планировочного проектирования Московского метрополитена.

Апробация и внедрение результатов работы. Результаты исследования апробированы в научных докладах на городских и внутривузовских научно-практических конференциях МАРХИ с 2018 по 2021гг. Автором были разработаны и предложены рекомендации по проектированию Московского метрополитена. Отдельные разделы работы внедрены в учебный процесс на Вечернем факультете МАРХИ в форме заданий к курсовому и дипломному проектированию и в руководстве по дипломному проектированию. Результаты диссертационного исследования опубликованы в 12 статьях (три из которых – в изданиях, рекомендованных ВАК РФ).

Структура диссертации. Диссертация представлена в двух томах, первый содержит 134 страниц машинописного текста, включающего введение, три главы с основными выводами, заключение, библиографический список и список источников иллюстративного материала. Второй том иллюстративный «Приложение», состоит из графоаналитических таблиц.

Научная новизна исследования обозначена в следующих позициях:

- выявлена методология изучения архитектурного проектирования инфраструктуры метрополитена;
- систематизированы градостроительные, функционально-технологические, социально-экономические, экологические и санитарно-гигиенические факторы, оказывающих влияние на архитектурно-пространственные решения объектов метрополитена;
- определены основные исторические периоды формирования сети метро;
- по основным классификационным признакам сформулирована типология отечественных и зарубежных метрополитенов;
- при помощи многофакторного анализа объектов метро были выявлены основные градостроительные концепции проектирования метрополитена;
- сформулирован «каталог» реализуемых, современных и перспективных архитектурных направлений, принципов и приёмов, опорных при проектировании станций метрополитена, которые могут послужить основой для устойчивого развития сети метрополитена и городской среды.

Теоретическая значимость исследования. Значимость данного исследования заключается в формулировке основных классификационных признаков метрополитенов, систематизации и упорядочиванию принципов и приёмов проектирования метро в зависимости от архитектурных направлений развития метро, выявлении основных архитектурно-композиционных решений. На базе чего сформирована модель современного метрополитена как многофункционального сооружения, интегрированного в городское пространство.

Практическая значимость исследования заключается в создании динамично развивающейся общественной части города, главным составным элементом которой является метрополитен, создание архитектурного символа мегаполиса. Результаты настоящего исследования могут быть использованы в качестве инструментария по проектированию современных объектов метрополитена как в отечественной, так и зарубежной практике и определении перспективных направлений модернизации существующих сооружений метро. Результаты работы могут быть применены для составления рекомендаций для комплексного проектирования метро, функциональных программ, объёмно-планировочных решений вестибюлей, наклонных эскалаторных ходов, станционных залов, пересадок, служебных объектов метрополитена

(вентиляционных киосков, метромостов, тягово-понижительных подстанций, электродепо) и путепроводов.

Результаты настоящей работы могут быть использованы:

- при составлении новых редакций нормативных документов по проектированию инфраструктуры метрополитенов различных типов;
- при создании рекомендаций по архитектурному проектированию современных и реконструкции существующих объектов метро;
- в учебном процессе – в курсовом проектировании и для выполнения выпускных квалификационных работ на архитектурных факультетах и в институтах по теме метрополитена.

Методология и методы исследования. В работе предпринято комплексное многофакторное исследование современных метрополитенов, изучение литературных, иллюстративных, графических материалов, интернет источников, архивов, проведено интервьюирование практикующих архитекторов-метростроителей с целью выявления общих тенденций развития архитектуры метрополитена и особенностей функционально-структурного формирования объектов метро. Выполнен анализ и систематизация отечественных и зарубежных аналогов проектной практики, натурное обследование с фотофиксацией метрополитенов. Были рассмотрены объёмно-планировочные схемы большого числа новейших метрополитенов, а также произведён всесторонний анализ рассматриваемых объектов метро для определения их архитектурно-компоновочных особенностей. Основной подход к изучению метрополитена связан с выявлением:

- типологии отечественных и зарубежных метрополитенов;
- факторов, влияющих на его формирование;
- периодов формирования отечественных и зарубежных метрополитенов;
- ведущей градостроительной концепции каждого периода;
- основных направлений развития метрополитена:
 - экономичность, оптимизация и технологичность;
 - безопасность, снижение негативного воздействия на здоровье людей;
 - энергоэффективность и энергосбережение;
 - эстетичность, гуманизм, эргономичность;
- возможности применения отечественного и зарубежного опыта метростроения на объектах Московского метрополитена.

В зависимости от уровня технологического развития общества, социальных или природных факторов акцент в научной работе делается на определённые архитектурные направления, концепции, принципы и приёмы формирования объектов метрополитена.

Степень достоверности и апробация результатов исследования.

Результаты работы были опубликованы в 12 статьях, общим объемом 20 п.л., в том числе 3 статьи в научных периодических изданиях, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ общим объемом 45 п.л. Отдельные положения работы доложены на Научно-практических конференциях МАРХИ в 2018-2021 гг. В рамках учебно-методической работы на Вечернем факультете МАРХИ автором использованы результаты и выводы данного исследования для курсового архитектурного проектирования по направлению подготовки 270100 «Архитектура» (квалификация «бакалавр») и при выполнении выпускных квалификационных работ.

Предмет защиты:

- история возникновения и становления архитектуры метрополитена;
- авторский анализ, систематизация текстового и графического материала;
- исследование архивов, международного опыта;
- графическая реконструкция и эволюция объектов метрополитена;
- выявление градостроительных концепций формирования объектов метрополитен, архитектурных принципов и приёмов;
- перевод иностранных источников.

ГЛАВА I. ИСТОРИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ МЕТРОПОЛИТЕНА (1800-2000гг.)

1.1 Классификация архитектуры метрополитенов

КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТРОПОЛИТЕНОВ – разделение по принципиальным признакам. **Основными архитектурными классификационными признаками**, которые существенно влияют на структуру и компоновку генерального плана инфраструктуры метрополитена, а также на его объёмно-планировочные решения, являются следующие:

- **интеграция станционного комплекса (одно-и многофункциональные станционные комплексы метрополитена);**
- **размещение станционного комплекса в городе (географическое положение):** размещение в центре города или на периферии, в комплексе с аэро, ж/д, автобусными вокзалами, культурно-развлекательными, образовательными центрами, внутригородские, периферийные, пересадочные, тупиковые, с путевым развитием и без него, с депо и обратными тупиками;
- **по пропускной способности, единовременной вместимости станции и соответствующий ей пассажиропоток** предполагает деление объектов на: малые (до0,5тыс.чел), средние(0,5–1,0тыс.чел.), большие(1,0–1,5тыс.чел.) и крупные(более1,5тыс.чел.);
- **вид используемого основного транспортного средства:** поездов на магнитной подушке (магнитопланов или Маглевов), вакуумных поездов (Гиперлуп),

поездов на шинном ходу, монорельсов, фуникулёров, подвесных поездов на канатных дорогах (Skyway), поездов с применением зубчатой железной дороги, низкопольных скоростных трамваев, двухуровневых поездов, подвесных трамваев, что влечёт за собой поиск архитектурных решений инженерных сооружений (порталов, путепроводов);

- **виды пересадочного транспорта**, такие как железнодорожный (высокоскоростные поезда, городские электропоезда, монорельс), автобусный, водный (речное такси, морские суда), личный транспорт (автотранспорт, велосипеды, самокаты, сегвеи), струнный транспорт (канатная дорога), авиационный (вертолёты, самолёты);
- **глубина заложения** (по условиям размещения транспортной магистрали, линии, трассы метрополитена): станции метро могут быть глубокие, малозаложение, наземные обвалованные, полуобвалованные, открытого типа, эстакадные, подводные, комбинированного вида;
- **по ведомственной принадлежности**: гражданское, правительственное, военное;
- **по функциональному назначению**: общественное, служебное, грузовое, комбинированное;
- **конфигурация станционного комплекса**: компактные, вытянутые, рассредоточенные;
- **по взаимному расположению архитектурных объёмов станционного комплекса метро**: с лучевым расположением зданий, анфиладным (с последовательным соединением архитектурных объёмов), одноуровневое и многоуровневое.

1.2 Факторы, влияющие на формирование архитектуры метрополитена

Выявлены факторы, оказывающие влияние на архитектуру метро: социально-политические, природные, психологические, экономические, технологические.

1.3 Градостроительная концепция развития метрополитена в период с 1800 по 2000гг.

АРХИТЕКТУРА МЕТРОПОЛИТЕНА – это художественное осмысление технической транспортной инфраструктуры в рамках культурных установок общества, его экономических и социальных потребностей.

ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ПРИНЦИПЫ И ПРИЁМЫ для развития Московского метрополитена:

- комплексность – учёт множества факторов при проектировании сети метро;
- сеть метрополитена повторяет улично-дорожный радиально-кольцевой каркас города и моноцентричный характер Московской агломерации. Для градостроительного развития Москвы необходим учёт принципа ограничения роста городов. А соответственно, необходимо полицентрическое развитие мегаполиса вместо моноцентричного с одним экономическим центром;
- принцип закольцованности линий метро для возможности альтернативной пересадки, недопущение тупикового движения;
- принцип доступности территорий – равномерности распределения станций метро в городе. При радиально-кольцевой структуре необходимо увеличение плотности сети метрополитена в периферийных районах;
- необходимость связи (организация пересадок) метро и ж/д линий, вокзалов и диаметров, проходящих через город. Проектирование «экспресс-метро», проходящего с минимальным количеством остановок через центр города. Проектирование грузового метро, соединяющего основные промышленные и социальные объекты;
- организация территории вокруг наземных объектов метрополитена посредством устройства площадей, парков, скверов.
- возможные топологии линий метро имеют форму букв «X», «I», «U», «S» или «O».

1.3. Градостроительная концепция развития метрополитена в период с 1800 по 2000гг.

Архитектурная концепция **«ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОСТЬ»** – проектирование каждого объекта метрополитена было уникально. Впервые осваивались проектные и строительные технологии при строительстве разных типов станций метро. Объёмно-планировочные решения по каждому объекту принимались индивидуально и были разнообразны, так как проектирование осуществлялось в различных социально-политических, экономических и природных условиях.

1.4 Архитектурные направления, принципы и приёмы формирования объектов метрополитена

1.4.1 Экономичность, оптимизация, технологичность

Архитектурный принцип: **«Экономическая связь, единство городских территорий, повышение мобильности населения»**. Приёмы:

- прокладка новых линий метро, подводных тоннелей;

- интеграция с другими видами транспорта и организация удобных пересадок;
- принятие оптимальной плотности покрытия территории транспортной сетью метрополитена;
- круглосуточность функционирования метро, проектирование грузового метро.

Архитектурный принцип: **«Экспериментальность и модернизируемость».**

Приёмы:

- проектирование разных типов станций по глубине заложения: наземные, малого и большого заложения. Применение разных типов конструкций станций малого и большого заложения: колонная, односводчатая, пилоная;
- применение новых пассажирских подъёмно-опускных механизмов: спиральных и прямых эскалаторов, лифтов;
- электрификация;
- модернизация технологии перехода подвижных составов метро на противоположный путь: разворотные петли, оборотные тупики;
- проектирование «экспресс-метро»;
- реализация проектов наземного метро (подвесной монорельс);
- вариативность архитектурных решений сооружений метро;
- экспериментальность со средствами механизации (разнообразные формы и очертание станциям (односводчатые, двухсводчатые, трёхсводчатые, с прямоугольным сечением), потолкам (плоские, с поперечными, продольными, перекрёстными балками) и сводам (цилиндрические, волнистые, складчатые, кессонированные своды порталов, своды с нишами, с подпружными арками, с устройством куполов), проходам между пилонами и колоннами (архитектурное решение перемычек, уступчатых арок-проходов), устройству аркад, применению шага опор (колонн, пилонов с шагом 4м, 7м, 8м), формы пилонов (вертикальных, наклонных, криволинейных), формы наклонных ходов (с цилиндрическим сводом, с уступчатым потолком, с волнистым потолком), арочных ниш, устройства арочных и прямоугольных порталов, световых ниш различной формы и глубины, подвесных водозащитных зонтов).
- реконструкция станций (раскрытие центрального зала);
- интеграция станций метро со зданиями различного назначения за счёт приёмов встраивания, пристраивания, интеграции; приспособление зданий;
- «маскировка» технических сооружений метрополитена под объекты малых архитектурных форм;
- создание крупных многоуровневых станционных комплексов с возможностью осуществления большого количества пересадок (пересадочный узел);
- применение современных строительных и отделочных материалов: древесно-стружечных, древесно-волоконистых плит, полихлорвинила, ситалла, оргстекла, стемалита;

- архитектурное решение городских сетей в интерьере станций (в виде коробчатых балок);
- гибкости планировок, использования каркасной и комбинированной конструктивных систем;
- Приспособление, техническое перевооружение.

Архитектурный принцип: **«Компактность»**. Приёмы:

- использование винтовых лестниц в едином многосветном пространстве взамен наклонному ходу;
- проектирование многоуровневых пересадочных станций, двухъярусных станций;
- строительство наземных станций с минимально необходимыми архитектурными объёмами для функционирования станции.

Архитектурный принцип: **«Экономичность, уменьшение энергозатрат на эксплуатацию метро и трудозатрат на проектирование и строительство»**.

Приёмы:

- строительство эстакадного и наземного метро. Интеграция с трамвайной легкорельсовой скоростной системой и городскими электропоездами, проектирование монорельса;
- закрытый тёплый контур;
- проектирование «пещерного метро»;
- типовое строительство, применение местных строительных и отделочных материалов. Модульность, унификация, типизация строительства;
- геометричность – архитектурная композиция станций из геометрических тел с минимальным количеством декора;
- структурирование, системности, грамотное зонирование, многофункциональность пространств, рациональная планировочная структура;
- витражное и ленточное остекление.

Архитектурный принцип: **«Оптимизация распределения пассажирских потоков»**. Приёмы:

- расположение станций метро в ключевых точках города;
- архитектурно-планировочное решение станции, увязанное с технологическими процессами;
- увеличение площади пассажирской зоны (раскрытие центрального зала);
- расположение входов и выходов из метро в зданиях для обеспечения прямооточности (интеграция с железнодорожными вокзалами);
- проектирование подземных вестибюлей метро позволяет уменьшить длину лестничных маршей, эскалаторных наклонов;
- уменьшение количества опор-препятствий, проектирование аванзалов перед эскалаторным наклоном с куполом-покрытием;

- обеспечение интуитивной навигации за счёт образа станций, наличия узнаваемой навигации (информационных стел), последовательного соединения архитектурных объёмов станции (анфиладная планировка), облицовки с направляющими линиями.

1.4.2 Безопасность, снижение негативного воздействия на здоровье людей

Архитектурный принцип: **«Распределённость пассажирских потоков»**. Приёмы:

- узнаваемость и индифицируемость станций.

Архитектурный принцип: **«Бесшумность»**. Приёмы:

- проектирование акустических (ребристых) потолков, звукопоглощающих сводов, покрытия путевых стен (панели, керамическая и ячеистая плитка);
- использование метропоездов на шинном ходу.

Архитектурный принцип: **«Преодоления чувства замкнутости»**. Приёмы:

- проектирование фальш-окон, куполов, использование светлых тонов в отделке, отражённого света;
- организация выставочных зон.

Архитектурный принцип: **«Транспортная безопасность»**. Приёмы:

- установка платформенных раздвижных дверей, ворот, подъёмных металлических и канатных барьеров, проектирование отдельных посадочных платформ и вагонов для женщин и детей;
- отсутствие бутафорных форм, ясность планировочной структуры, устройство пилястр и скругление острых углов, просторная универсальная планировка распределительных залов, соразмерность человеку;
- проектирование односводчатых станций, обеспечивающих визуальную просматриваемость;

Архитектурный принцип: **«Укрываемость»**. Приёмы:

- метро-убежище при соблюдении расчётной глубины заложения, проектирования объектов ГО (Гражданской обороны).

Архитектурный принцип: **«Универсальность»**. Архитектурные приёмы:

- проектирование мультимодальной технологической основы;

Архитектурный принцип: **«Доступность объектов метро»**. Приёмы:

- эскалаторные галереи, пешеходные мосты, тоннели с траволаторами, крытые эскалаторные галереи;
- интеграция с ландшафтом, устройство эксплуатируемой кровли;

Архитектурный принцип: **«Сухие ноги»**. Приёмы:

- проектирование навесов, галерей.

1.4.3 Энергоэффективность и энергосбережение

Архитектурный принцип: **«Экологичность строительных и отделочных материалов»**. Приёмы:

- использование керамического кирпича, бетона, штукатурки, натурального камня (плит гранита, мрамора), стекла, чугунных конструкций тубингов и бетонных блоков;

Архитектурный принцип: **«Энергоэффективность»**. Приёмы:

- применение ленточного остекления по периметру здания, устройство зенитных фонарей, шедов, полых световодов.

Архитектурный принцип: **«Компактность»**. Приёмы:

- уменьшение площади фасада и выбор компактных форм объектов метро в плане снижает теплопотери и энергозатраты;

Архитектурный принцип: **«Индустриальность»**. Приёмы:

- типовое строительство, унификация, типизация, блочное и модульное проектирование.

1.4.4 Эстетичность, гуманизм, эргономичность

Архитектурный принцип: **«Функциональность, минимализм»**. Приёмы:

- соподчинение формы и функции, использование простых объёмов в виде композиции из геометрических тел, минимальный декор, типовое проектирование («станции-сороконожки»), использование плоских крыш у вестибюлей, металлические панно-вставки на путевых стенах, использование закарнизного отражённого освещения;
- использование антивандальных строительных материалов.

Архитектурный принцип: **«Бионичность»**. Приёмы:

- использованиековки с растительными орнаментами в сочетании со стеклом;
- интеграция с ландшафтом, подземным пространством, окружение станций метро общественными и парковыми зонами.

Архитектурный принцип: **«Прямоточность»**. Приёмы:

- проектирование пересадок, пересадочных узлов;
- проектирование промежуточных разделительных площадок в объёме эскалаторного наклона.

Архитектурный принцип: **«Историзм»**. Приёмы:

- стилистичность, копирование, реплика;
- отражение истории, культуры и географических особенностей места;
- воплощение архетипов (храмовый).

Архитектурный принцип: **«Освещённость. Светопрозрачность. Лёгкость»**.
Приёмы:

- установка шедов, зенитных фонарей, полых световодов, закарнизного отражённого освещения, подвесных скульптурных светоконструкций, мачт освещения;
- проектирование эстакадного метро, метромостов с применением решётчатых металлических конструкций;
- использование светопрозрачных материалов (стеклоблоков, стеклопрофилита);
- применение различной формы сводов.

Архитектурный принцип: **«Синтез искусства в архитектуре»**. Приёмы:

- использование монументальных видов искусств: витражей из смальты, глазурованной плитки, скульптур (композиции люстр), фресок, мозаик, лепнины.

Архитектурный принцип: **«Тектоничность»**. Приёмы:

- связь, подчёркивание конструкций и создаваемого архитектурного образа.

Архитектурный принцип: **«Перспективность»**. Приёмы:

- проектирование станции метро как части будущего здания.

Архитектурный принцип: **«Семиотичность. Символизм»**. Приёмы:

- использование в плане вестибюлей метро формы звезды, круга, креста, схожести вестибюлей метро с храмовой архитектурой.

Архитектурный принцип: **«Гармонизация»**. Приёмы:

- композиционное единство, сомасштабность, креповка (устройство галтелей, тянутых профилей), соподчиненность всех объёмов и деталей архитектуры станций. Использование приёмов создания архитектурной композиции: ритм, метр, симметрия/асимметрия, статика/динамика, контраст/нюанс, архитектурная доминанта (акцент)/масса–рядовые элементы;
- самодостаточность, парадность, монументальность;
- образность;
- эстетическая равнозначность пассажирских и служебных пространств, зданий (тягово-понижительных подстанций, вентиляционных киосков);
- использование элементов живой природы (вертикальное и горизонтальное озеленение – проектирование бетонных кашпо);
- проектирование изменчивых пространств, использование разнообразия текстуры, фактуры материалов, учёт восприятия архитектуры в движении;
- использованию прочных материалов: бетона, плит и блоков гранита и мрамора, керамических панелей и кирпича, анодированного алюминия, обеспечивающих благородность старения;

Архитектурный принцип: **«Современность»**. Приёмы:

- использование современных строительных материалов (анодированного алюминия, металлоэмалевых декоративных панелей, стемалита), технологий

(использование сборных конструкций, проектирование большепролётных станций мелкого заложения);

Архитектурный принцип: **«Интеграция»**. Приёмы:

- встраивание, пристраивание, надстраивание.

Архитектурный принцип: **«Эргономичность. Доступность. Безбарьерность»**.

Приёмы:

- организация перехватывающих парковок вблизи станций метро;
- подбора оптимальной высоты помещений и, соответственно, уменьшение количества ступеней, длины и формы пандусов;
- взаимосвязь и закольцованность всех пространств, вариативность и изменчивость движения пассажиров.

ВЫВОДЫ ПО I ГЛАВЕ

Подводя итог вышесказанному, можно определить тенденции развития станций метро в период с 1800 по 2000гг. Изначально станции метрополитена представляли собой отдельностоящие сооружения с минимальным количеством функциональных помещений для пассажиров и для обеспечения взаимосвязи подземного и наземного видов транспорта. Данные сооружения были рассчитаны на кратковременное пребывание пассажиров и сопровождающих их людей, которых необходимо защитить от неблагоприятных погодных условий. Позднее началось проектирование пересадочных станций метрополитена с развитой внутренней функциональной структурой, обеспечивающей пассажиров более качественным обслуживанием: одно-, двухэтажные станции метро с зонами торговли и общепита. **Ведущая градостроительная концепция рассматриваемого периода – «ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОСТЬ»**.

ГЛАВА II. ОСОБЕННОСТИ АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ СОВРЕМЕННЫХ МЕТРОПОЛИТЕНОВ (2000-2020гг.)

2.1 Градостроительная концепция развития метрополитенов

В Европе в рассматриваемый период проводилось расширение и уплотнение сети метро, активно велась реконструкция ранее построенных типовых станций, проводились конкурсы. В Москве период с 2000г. по настоящее время (2020г.) характеризуется интенсификацией темпов строительства и увеличением сети метрополитена. Метрополитен осуществляет 62% всех пассажирских перевозок в мегаполисе. 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, Рублево-Архангельской линий, улучшается доступность аэропортов за счёт продления линий метро. **Ведущую**

градостроительную концепция на период с 2000г. по настоящее время можно определить как – **«КОНЦЕНТРАЦИЯ»**, т.е. формирование на основе станций метро Транспортно-пересадочных узлов (ТПУ), объединяющих разные виды транспорта, проектирование пересадок в одном уровне с меньшим количеством вертикальных перемещений по кратчайшему расстоянию. Ведётся строительство перехватывающих автостоянок, стоянок средств личного транспорта.

2.2 Архитектурные направления, принципы и приёмы формирования объектов метрополитена

2.2.1 Экономичность, оптимизация, технологичность

Архитектурный принцип: **«Экономическая связь, единство городских территорий, повышение мобильности населения»**. Приёмы:

- опережающий характер метрополитена по отношению к городской инфраструктуре;
- интегрирование, приспособление, многофункциональность, связь со зданиями различного назначения, проектирование грузовых терминалов, проектирование эксплуатируемой кровли, связь с развитой пешеходными переходами, грамотное расположение вестибюлей, проектирование станций мелкого заложения с расположенными над ними парковыми зонами, пешеходными мостами;

Архитектурный принцип: **«Экспериментальность и модернизируемость»**. Приёмы:

- гибкая планировочная структура, внедрение современных достижений техники и автоматизации (использование спиральных эскалаторов);

Архитектурный принцип: **«Компактность»**. Приёмы:

- многоуровневость.

Архитектурный принцип: **«Экономичность, уменьшение энергозатрат на эксплуатацию метро и трудозатрат на проектирование и строительство»**.

Приёмы:

- проектирование эстакадного и лёгкого (монорельс) метро, интеграция метро с зубчатой ж/д, модернизация существующих станций;
- тиражируемость, типовое строительство;
- использование открытого способа строительства;
- проектирование крытых станций и перегонов;
- использование современных строительных и облицовочных материалов (поликарбонат, керамогранит);
- автоматизация (сокращение служебных помещений для персонала), автономность, беспилотность;

Архитектурный принцип: **«Оптимизация распределения пассажирских потоков»**. Приёмы:

- проектирование лифтов, пандусов, выжимных платформ, строительство двухпролётных колонных станций с меньшим количеством опор-препятствий, проектирование островных платформ;
- подвешиванию переходных мостиков на тросах к своду.

2.2.2 Безопасность, снижение негативного воздействия на здоровье людей

Архитектурный принцип: **«Распределённость пассажирских потоков»**. Приёмы:

- визуальная просматриваемость за счёт проектирования большепролётных конструкций (шпренгельных ферм, оболочек, перекрёстно-ребристых конструкций покрытий);
- организация двухсторонних платформ;
- ясной планировочной структуры ТПУ, равномерное освещение, световые акценты;
- зонирование общественных пространств за счёт применения малых архитектурных форм, освещения (направляющих световых линий, использования проекторов), элементов инфографик;
- проектирование организованных пересадок и паркингов;
- использование озеленения, шумозащитных конструкций (экранов, акустических барьеров);
- интеграция зелёных зон с живописным ландшафтом;
- проектирование защитных ограждений;
- использование горизонтальных лифтов, звукового оповещения, встраивания тактильного покрытия (шпунт-линий) и оборудования (световых полос, подсветки, указателей, маршрутных полос, арт-инсталляций, световых проекций);
- равномерное освещение: точечных светильников, световых панелей (световых систем навесных потолков), световых отдельностоящих скульптурных групп, световых куполов, закарнизного встроенного освещения и отражающих панелей, световодов, световых столбов и балок.

Архитектурный принцип: **«Бесшумность»**. Приёмы:

- применения акустических потолков;
- установка платформенных дверей;
- облицовка шумоподавляющими панелями;
- метро на шинном ходу.

Архитектурный принцип: **«Преодоления чувства замкнутости»**. Приёмы:

- устройства зон, ниш, эстрад для выступлений музыкантов;
- устройство зон отдыха (амфитеатров, пергол, навесов, тематических

экспозиций, различных типов газонов, зелёных скульптур – топиари).

Архитектурный принцип: **«Транспортная безопасность»**. Приёмы:

- проектирование Единого диспетчерского центра;
- дублирование эскалаторов лестничными сходами, проектирование минимум двух эвакуационных выходов с платформы; разделение потоков временными ограждениями;
- организация зон дезинфекции для пассажиров.

Архитектурный принцип: **«Доступность объектов метро»**. Приёмы:

- проектирование зон досмотра, пандусов, лифтовых павильонов, помещений укрытия МГН.

2.2.3 Энергоэффективность и энергосбережение

Архитектурный принцип: **«Технологичность»**. Приёмы:

- применением светодиодных светильников, витражное остекление.

Архитектурный принцип: **«Энергоэффективность»**. Приёмы:

- использование стеклофилита;
- расположение станции ниже уровня промерзания грунта;
- грамотная ориентация вестибюлей по сторонам света;
- проектированием ветветок, вентиляционных киосков (отдельностоящих, интегрированных в павильоны над лестничным сходом);
- применение светопрозрачных навесов и павильонов над лестничными сходами;
- использование светопрозрачных куполов, световых колодцев, фонарей, световых панелей;
- многосветность.

2.2.4 Эстетичность, гуманизм, эргономичность

Архитектурный принцип: **«Бионичность»**. Приёмы:

- озеленение (станции-клумбы);

Архитектурный принцип: **«Историзм»**. Приёмы:

- интернациональность;
- контекстуальность – выявление исторической и культурной связи места в упрощённой форме, учёт архитектуры существующей застройки, панорамы улиц, района.

Архитектурный принцип: **«Освещённость, светопрозрачность, лёгкость»**.

Приёмы:

- использование мачт освещения, подвешенных скульптур из объёмных тел, световых сценариев (светильники с люминесцентными лампами), световых

балки, полых световодов.

Архитектурный принцип: **«Перспективность»**. Приёмы:

- использование информационных колонн, стел, звукового оповещения, организации справочных бюро, применение VR-технологий.

Архитектурный принцип: **«Гармонизация. Тектоничность»**. Приёмы:

- использование различная форма сводов и ниш для установки светильников;
- проектирование разнообразной формы навесов;
- эклектичность, использование архитектурных стилей: Хай-тек, минимализм;
- использование архитектурной пластики(металлоконструкций);
- компактное расположение объёмов станции;
- интеграция с городской застройкой;
- создание целостного визуального образа станций (использование оболочек, интеграция с городской площадью).
- архитектурные решения технических сооружений: электродепо – использованием зенитных фонарей, сборных железобетонных конструкций; вентиляционные киоски – панели с перфорацией; архитектурное решение опор путепроводов;
- подчёркивание расстрелов-распорок, пилонов, колонн с капителями, раскрытие обделки, использование буросекущих свай в интерьере;
- брутальность открытых конструкции станции;
- использование разнообразной формы опалубки;
- асимметричность придаёт динамизм.

Архитектурный принцип: **«Современность. Уникальность»**. Приёмы:

- разнообразие используемых материалов: клеёной древесины, нанобетона, использование композиционных материалов, для облицовки применение цветной светозащитной ацетатной плёнки, полос шелкотрафаретных фотографий с подсветкой, принтов, нержавеющей стали, тонированного стекла, ламинирования.

Архитектурный принцип: **«Интеграция. Многофункциональность»**. Приёмы:

- проектирование музейных зон, археологических парков, встраивание археологических разрезов.

Архитектурный принцип: **«Эргономичность. Доступность. Безбарьерность»**.

Приёмы:

- использование самоочищающихся навесов;
- проектирование крытых стоянок и помещений для хранения велосипедов;
- включением в состав метро ж/д, автомобильных диаметров;
- архитектурного решения тоннелей, въездных порталов, опор, использование разнообразных эстакадных галерей, подземных пешеходных переходов,

уникальные решения павильонов над лестничными сходами и лифтовых павильонов;

- связи вестибюлей метро с зелёным пешеходным каркасом города;
- проектирование световых акцентов входных групп;
- использование долговечных, антивандальных материалов;
- проектирование просторных зон досмотра.

ВЫВОДЫ ПО II ГЛАВЕ

Возрастание пассажиропотока на станциях метро, увеличение численности населения в городах, повышение компактности проживания жителей мегаполисов обусловило формирование многофункциональных транспортно-пересадочных узлов (ТПУ), моллов на базе метрополитена в период с 2000 по 2020гг. Выявлена **ведущая градостроительная концепция—«КОНЦЕНТРАЦИЯ»**. Стало необходимо повышение вместимости станций метро – увеличение площадей внутренних объемов. Тенденция к равномерному покрытию территории городов транспортной сетью реализуется посредством строительства новых станций метро, интеграцией сети метрополитена с новыми видами транспорта: городской электричкой, лёгким и скоростным метро, монорельсом, высокоскоростными железнодорожными дорогами, крупными автомобильными магистралями, автобусными станциями и остановочными пунктами, железнодорожными, водными, аэровокзалами. Появляются многоуровневые структуры, куда включаются дополнительные объекты торгового и социально-культурного назначения, разнообразные зоны общественного питания, образовательные и музейные комплексы, гостиницы, офисы, бизнес-центры, апартаменты, жильё, паркинги. В состав транспортно-пересадочных узлов могут быть включены наземные перехватывающие парковки. Развитие общественного транспорта приведёт к уменьшению времени в дороге у пассажиров и улучшению экологической обстановки в мегаполисах.

ГЛАВА III. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И ПРИЁМЫ АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ СООРУЖЕНИЙ МЕТРОПОЛИТЕНА

3.1 Перспективные градостроительные концепции развития метрополитена

По мере развития сети метрополитена и сформированных на основе него ТПУ, мировой опыт показывает, что возникают проблемы, решение которых становится возможным только при комплексном подходе к проектированию транспортной инфраструктуры: сложность регулирования транспортных и пассажирских потоков

и обеспечения безопасности на крупных ТПУ, большие энергозатраты на эксплуатацию ТПУ, создание зон отчуждения для проектирования жилых районов из-за большого количества ограждений, переходов, создаваемого шума, светового загрязнения рядом с ТПУ. Создаются территориальные разрывы. При большом скоплении людей возникает неблагоприятный психологический климат (7% процентов людей в мире страдает клаустрофобией) и риск распространения вирусов. Большое количество систем контроля безопасности и излучение создают риск для здоровья пассажиров. Излишне сложная навигация, длинные переходы сложны для МГН. Актуален вопрос устойчивого развития метро и ТПУ, экологичность транспортной сети, соблюдение архитектурной целостности и идентичности метрополитена, повышения комфорта и безопасности пассажирских перевозок. Поэтому **перспективным градостроительным направлением** выбрана концепция **«РАЗУПЛОТНЕНИЕ»** – распределение посадочных зон вдоль трассы транспортной системы метро, создание «станций-спутников», рассредоточивающих пассажирские потоки, модернизация существующих транспортных объектов метро и техническое перевооружение.

3.2 Перспективные архитектурные направления, принципы и приёмы формирования объектов метрополитена

3.2.1 Экономичность, оптимизация, технологичность

Архитектурный принцип: **«Экономическая связь, единство городских территорий, повышение мобильности населения»**. Приёмы:

- проектирование «станций-спутников».

Архитектурный принцип: **«Экспериментальность и модернизируемость»**.

Приёмы:

- применение спиральных и многоуровневых эскалаторов, сооружаемые в вертикальном стволе, многоуровневых лифтов, наклонных лифтов, траволаторов.

- применение вакуумных поездов – это архитектура «труб»; поезда на магнитной подушке, монорельсы – архитектура эстакад; поезда на шинном ходу – архитектура эстакадного и туннельного метро; двухуровневые поезда метро – двухэтажные станции метро; канатное метро – архитектура стоек и мачт; скоростные трамваи – архитектура въездных порталов в туннели; скоростное метро – проектирование дополнительных посадочных платформ; возможность интеграции линий поездов на шинном ходу со зданиями; включение в состав метро речных видов транспорта проектирование причалов;

- способность блокирования с новыми зданиями за счёт применения каркасной конструктивной системы, использование модульных схем блокировки объёмов станционного комплекса, применение ячеистой структуры;
- Многофункциональность за счёт встраивания демонстрационно-выставочных площадей, грузовых терминалов, сортировочных станций, разгрузочных и подъёмных платформ, грузовых дворов, образовательных центров.

Архитектурный принцип: **«Компактность»**. Приёмы:

- проектирование двухуровневых станций и перегонов, использование двухуровневых лифтов, применение «горизонтальных лифтов», многоуровневость эстакадного метро, расположение вестибюля над проезжей частью на опорах;
- устройство террас и эксплуатируемой кровли.

Архитектурный принцип: **«Оптимизация распределения пассажирских потоков»**. Приёмы:

- Автоматизация, саморегулирование за счёт применения интеллектуальных систем (ИТС) влечёт уменьшение служебных помещений для персонала.

3.2.2 Безопасность, снижение негативного воздействия на здоровье людей

Архитектурный принцип: **«Бесшумность»**. Приёмы:

- звукопоглощающая форма сводов, стен, подвесных акустических потолков, установки платформенных дверей, шумозащитных экранов, шлифовке рельс и проектирование бесстыкового пути.
- использование шумоизоляционных экранов вдоль линии метро за счёт строительства звукоотражающих зданий, устройства выемок, террас, земляных валов, экранов-стенок (пейзажных экранов, акустических экранов с минераловатными заполнениями).

Архитектурный принцип: **«Преодоления чувства замкнутости»**. Приёмы:

- устройство зимних садов, использование садово-паркового искусства (цветников, наклонных клумб);

Архитектурный принцип: **«Транспортная безопасность»**. Приёмы:

- дублирование транспортных систем и объёмов;
- открытость и прозрачность технологических процессов при использовании светопрозрачных конструкций;
- просматриваемость архитектурных объёмов станции за счёт объединения общественных пространств, применение светопрозрачных конструкций;
- пожаробезопасность за счёт проектирования колонн дымоудаления и естественной вентиляции, помещений укрытия МПН;

- обеспечение естественным притоком воздуха через венткиоски тоннельной и местной вентиляции;
- использование платформенных ограждений;
- организация зон движения при работе с гаджетами за счёт навигационного оборудования;
- проектирование просторных распределительных залов, использование современных сверхлёгких конструкций для перекрытия пространств (пространственных сеток, перекрёстных ферм, большепролётных балок).

Архитектурный принцип: **«Универсальность»**. Приёмы:

- использование станций и перегонов в качестве убежища: большая глубина залегания станции, разделение объёмов станционного комплекса на деформационные блок-секции, усовершенствование объектов ГО
- Возможность адаптации станций метро в военное время в командный пункт управления, узел связи.

Архитектурный принцип: **«Доступность объектов метро»**. Приёмы:

- использование электронной навигации;
- устройство подъемных платформ, применению прифта Брайля, организации отдельных посадочных зон для МГН на платформе, организация пространств для применения индукционных петель.

Архитектурный принцип: **«Экологичность»**. Приёмы:

- использование керамического кирпича, конструктивного и декоративного бетона, панорамного остекления.

3.2.3 Энергоэффективность и энергосбережение

Архитектурный принцип: **«Экологичность строительных и отделочных материалов, работ»**. Приёмы:

- проектирование экодубов.

Архитектурный принцип: **«Энергоэффективность»**. Приёмы:

- вторичное использование выработок метрополитена под заводы, склады, сельскохозяйственные объекты, спортивные, выставочные, учебно-испытательные сооружения;
- эффективное использование отходов производства: организации шумозащитных валов. Проектирование баз по утилизации производственного мусора.
- увеличение светового фронта здания, установка панорамного остекления, стеклоблоков, стеклопрофилита, листов просечного металла, использование шедов, световых куполов, фонарей, фальш-окон, многосветность;
- использование теплосберегающих и звукоизолирующих стеклопакетов;

- применения фотоэлектрических элементов.

3.2.4 Эстетичность, гуманизм, эргономичность

Архитектурный принцип: **«Бионичность»**. Приёмы:

- проектирование заглублённых станций не нарушает городского ландшафта, исторической застройки;
- использование обтекаемых форм, образность за счёт криволинейной кровли-оболочки, применение зеркальных покрытий со светопрозрачными вставками. Вариативность фасадных решений за счёт каркасной конструктивной системы. Применение разной формы навесов.

Архитектурный принцип: **«Прямоточность»**. Приёмы:

- проектирование одной островной платформы и двух береговых увеличивает пропускную способность;
- при многоуровневости станций происходит распределение потоков;
- *расположение станции над транспортной магистралью;*
- проектирование контекстуального подземного и наземного пространств.

Архитектурный принцип: **«Историзм»**. Приёмы:

- использование ассоциативности, реплик, подчёркивание культурных традиций местного населения.

Архитектурный принцип: **«Синтез искусства в архитектуре»**. Приёмы:

- применение объектов монументального декоративно-прикладного искусства: панно, фресок, скульптурных групп и витражей.

Архитектурный принцип: **«Гармонизация»**. Приёмы:

- применение облицовочных панелей с чередованием матовых и глянцевых поверхностей, создающих динамичный рисунок;
- использование широкоформатного флоат-стекла, больших плоскостей витражного остекления, планарного спайдерного и структурного остекления придаёт открытость и прозрачность процессов;
- размещение объектов метрополитена на самых ответственных генерального плана города, ориентируя на них магистрали;
- использование приёмов семиотики;
- «эстетизация» технических сооружений метро (депо, складов, пунктов технического осмотра); «скульптурность» служебных объектов метро позволяет организовать прилегающую территорию;
- применению средств гармонизации: симметрии, ритма, метра, пропорциональности, масштаба и сомасштабности, контраста/нюанса;
- использование единого образа для станции;

- подчеркивание конструкций и отсутствие бутафорных форм. Функционализм лаконичность. Брутализм, подчёркивание качества, текстуры материала.

Архитектурный принцип: **«Современность»**. Приёмы:

- проектирование для разных видов транспорта различных путей прохода.

Архитектурный принцип: **«Эргономичность. Доступность. Безбарьерность»**.

Приёмы:

- моделирование световой композиции;
- проектирование организованных зон отдыха и создания комфортных рабочих мест для обслуживающего персонала;
- создание светового и цветового психологического комфорта;
- проектирование камер хранения, посадочных платформ для туристов с багажом;
- проектирование тихих зон ожидания с оснащённостью современными средствами технического обеспечения (Wi-Fi, сидений, зарядных стоек, интерактивных информационных стел, информационных голограмм);
- проектирование простых геометрических объёмов для удобства проведения уборки;
- проектирование сквозных зелёных проходов, коридоров.

ВЫВОДЫ ПО III ГЛАВЕ

В современном мире есть потребность в определении подходов к развитию транспортной сети мегаполисов, которая бы имела опережающий характер развития городской инфраструктуры. Выявлена **градостроительная концепция «РАЗУПЛОТНЕНИЕ»** в соответствии с которой необходимо создание «станций-спутников» для рассредоточения пассажирских и транспортных потоков. Отличительной чертой при формировании архитектурных принципов и приёмов является наукоёмкость, автоматизация процессов. Изобретение современных подъёмных механизмов и новых видов скоростного транспорта могут кардинально изменить подход к проектированию сети метрополитена. В связи с этим необходима гибкость формообразования станций с возможностью трансформации и модернизации. Существует тенденция создания единого информационного поля посредством применения проекторов, голограмм и новых технических средств. Связь архитектуры метрополитена с культурными традициями позволяет создавать вневременные постройки, взаимодействующие с природными стихиями и ландшафтом.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В результате многофакторного исследования исторического российского и зарубежного опыта становления и формирования архитектуры метрополитена установлены следующие основные **ПЕРИОДЫ И КОНЦЕПЦИИ** его развития:

- Градостроительная концепция – **«ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОСТЬ»**.

Период с 1800 по 2000 гг. характеризуется формированием сети метрополитена, экспериментальному способу проектирования. Многие архитектурные принципы и приёмы использовались впервые. Станции метрополитена (беспересадочные и пересадочные) проектировались с минимальным количеством функциональных помещений для пассажиров и для обеспечения взаимосвязи подземного и наземного видов транспорта. Данные сооружения были рассчитаны на кратковременное пребывание пассажиров. Реже проектировались объекты метрополитена с развитой внутренней функциональной структурой, обеспечивающей пассажиров более качественным обслуживанием с зонами торговли и общепита.

- Градостроительная концепция – **«КОНЦЕНТРАЦИЯ»**.

В период с 2000 по 2020 гг. формируются многофункциональные станционные комплексы метрополитена, ТПУ на основе метро. Возрастает вместимость станций и, как следствие, увеличиваются площади внутренних объёмов для больших пассажиропотоков. Имеется тенденция к равномерному распределению сети метро как в центре, так и на периферии города. Происходит интеграция с новыми видами транспорта (монорельсами, высокоскоростными поездами, городскими электричками), что, в свою очередь, приводит к созданию более развитой функционально-технологической организации объектов метрополитена. Появляются многоуровневые структуры, куда включаются дополнительные объекты торгового и социально-культурного назначения, зоны общественного питания, гостиницы и бизнес-центры, многоуровневые автостоянки.

Выявлены принципы и приёмы формирования современных объектов метрополитена: многоуровневость станционных комплексов в условиях стеснённой городской застройки; интеграция, объединение сети метро с другими транспортными объектами; нематериальность архитектуры благодаря применению ограждающих светопрозрачных конструкций, использованию ажурных строительных конструкций благодаря использованию расчётно-вычислительного комплекса; многофункциональность (наличие коммерческих объектов: гостиниц, офисов, предприятий быстрого питания, торговых павильонов); использование современных подъёмных механизмов; утилитаризм, эклектичность; бутафорность архитектурных форм; замена природных материалов на композитные аналоги, экономичность; повышенное внимание к проектированию пересадок, соблюдению мероприятий для МГН, проектированию зон безопасности.

- Градостроительная концепция– **«РАЗУПЛОТНЕНИЕ»**.

Период с 2020 года характеризуется рассредоточением транспортных узлов, созданных на основе станций метрополитена, создании «станций-спутников», «оттягивающих» пассажирские и грузовые потоки. Происходит интеграция системы метрополитена в общегородское пространство, «размытие границ» между транспортной и городской средой, улучшается качество обслуживания пассажиров. Существенно усложняются функционально-структурные взаимосвязи общественно-транспортных сооружений и окружающей их городской застройки. Новейшие станции метрополитена станут неотъемлемой составной частью общегородского пространства.

Для перспективного проектирования метрополитена выявлены следующие принципы и приёмы: рассредоточение по линии трассы транспортных объектов, распределение пассажирских и транспортных потоков; подземное исполнение метро в исторической части города и эстакадное строительство метро – на окраинах; применение современных подъемных механизмов и естественного света; гибкость формообразования с возможностью трансформации архитектурных объёмов; применение энергоэффективных конструктивных и облицовочных материалов; прозрачность, нематериальность, создание единого информационного поля; безопорные единые пространства; использование модульных многофункциональных каркасных конструкций; разнообразие конструктивных вариаций; вторичное использование подземных пустот; использование монументальных видов искусств с применением современных технологий (проекторов и голограмм); автономность работы станционного комплекса; многозадачность (использование системы метрополитена в качестве грузового); интеграция с ландшафтом.

В результате проведенного исследования рассмотрены градостроительные и архитектурно-планировочные мероприятия, повышающие устойчивость городской среды к современным вызовам при проектировании объектов метрополитена. Выявлены основные концепции формирования метрополитена, составлен «каталог» архитектурных принципов и приёмов объёмно-планировочного проектирования объектов метро. Благодаря системному подходу к архитектурному анализу и проектированию метрополитена, выявлению важности роли архитектора станет возможным определение перспектив и вектора развития транспортной инфраструктуры, повышение качества и безопасности пассажирских перевозок, проектирование энергоэффективных, автономных, экономичных, эстетичных и эргономичных станций метро.

РЕКОМЕНДАЦИИ

Систематизация и «каталог» архитектурных концепций, принципов и

приёмов проектирования объектов метро, могут представлять ценность для практикующих архитекторов, дизайнеров, инженеров. Результаты и значимость полученных выводов диссертационной работы могут быть рекомендованы к внедрению в образовательные программы по подготовке студентов по специальностям «Архитектура» и «Дизайн архитектурной среды». Градостроительные положения исследования могут быть полезны в сфере городского планирования и комплексного развития транспортной инфраструктуры Москвы.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Дальнейшее развитие исследования связано с расширением географии городов и рассмотрением различных архитектурных подходов к модернизации и проектированию транспортной инфраструктуры метрополитена на принципах устойчивого развития и перспективной городской застройки. Энергосберегающие технологии метрополитена будут играть все более существенную роль в связи с нарастанием негативных природных явлений, вызванных антропогенным воздействием. На основе предложенных принципов и приёмов могут быть разработаны архитектурные модели и рекомендации усовершенствования транспортной инфраструктуры различных городов, находящихся в разных климатических условиях и воздействии разнообразных социально-экономических факторов.

СПИСОК НАУЧНЫХ РАБОТ СОИСКАТЕЛЯ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В рецензируемых научных изданиях, включённых в перечень ВАК при Минобрнауки России:

1. Братищев А.К. Тенденции развития архитектуры Московского метрополитена в период с 1935 по 2000гг. // Научно-теоретический журнал «Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2021.
2. Братищев, А. К. Тенденции архитектурного проектирования станций Московского метрополитена в период с 2000 по 2020гг. / А.К. Братищев // *Architectureand Modern Information Technologies*. – 2021.
3. Братищев А.К. Перспективные тенденции архитектурного формирования объектов метрополитена в Москве // *Architectureand Modern Information Technologies*. – 2021. – №2(55). – С. 181–195. – URL: 10.24412/1998-4839-2021-2-181-195.

В других изданиях:

4. Братищев, А.К. Повышение уровня безопасности и комфорта на объектах метрополитена средствами архитектуры / А.К. Братищев // *Наука, образование и*

экспериментальное проектирование 2020 г. Труды МАРХИ: Материалы международной научно-практической конференции 2020г. – С. 101–104.

5. Братищев, А.К. Влияние метрополитена на психику и здоровье пассажиров / А.К. Братищев // Наука, образование и экспериментальное проектирование 2020 г. Тезисы докладов международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, молодых учёных и студентов. – Т. 2. – М.: МАРХИ, 2020. – С. 481–482.

6. Братищев А.К. Компьютерные технологии в проектировании метрополитена / А.К. Братищев // Наука, образование и экспериментальное проектирование 2020 г. Тезисы докладов международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, молодых учёных и студентов. – Т. 2. – М.: МАРХИ, 2020. – С. 294–295.

7. Братищев, А.К. Освоение подземных пространств в аспекте устойчивого развития / А.К. Братищев // Наука, образование и экспериментальное проектирование 2020 г. Тезисы докладов международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, молодых учёных и студентов. – Т. 1. – М.: МАРХИ, 2020. – С. 560–561.

8. Братищев, А.К. Влияние подземного транспорта на формирование современной городской среды / А.К. Братищев // Наука, образование и экспериментальное проектирование 2019 г. Тезисы докладов международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, молодых учёных и студентов. – Т. 1. – М.: МАРХИ, 2019. – С. 371–372.

9. Братищев, А.К. Влияние подземного транспорта на формирование современной городской среды / А.К. Братищев // Наука, образование и экспериментальное проектирование 2019 г. Труды МАРХИ: Материалы международной научно-практической конференции 2019г. – С. 101–104.

10. Братищев, А.К. Преодоление негативного воздействия подземных сооружений на здоровье людей / А.К. Братищев // Наука, образование и экспериментальное проектирование 2019 г. Тезисы докладов международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, молодых учёных и студентов. – Т. 2. – М.: МАРХИ, 2019. С. 525–526.

11. Братищев А.К. Современные строительные технологии проектирования подземных объектов / А.К. Братищев // Наука, образование и экспериментальное проектирование 2019 г. Тезисы докладов международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, молодых учёных и студентов. – Т. 2. – М.: МАРХИ, 2019. – С. 273–274.

12. Братищев, А.К. Использование подземных пустот как потенциал для развития промышленного комплекса / А.К. Братищев // Наука, образование и экспериментальное проектирование 2018 г. Тезисы докладов международной

научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, молодых учёных и студентов. – Т. 1. – М.: МАРХИ, 2018. – С. 533–534.

АСПИРАНТУРА МАРХИ 2021