

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
МОСКОВСКИЙ АРХИТЕКТУРНЫЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ)

На правах рукописи



БРАТИЩЕВ Александр Константинович

**ПЕРСПЕКТИВЫ ФОРМИРОВАНИЯ АРХИТЕКТУРЫ
СОВРЕМЕННЫХ СТАНЦИЙ МОСКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА**

Специальность 2.1.12 – Архитектура зданий и сооружений.
Творческие концепции архитектурной деятельности

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание учёной степени
кандидата архитектуры

Научный руководитель:
Фисенко Алексей Анатольевич
кандидат архитектуры, доцент

Москва – 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
Глава I. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТАНЦИЙ МОСКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА.....	15
1.1 Перспективные виды метрополитенов	15
1.1.1 Экспресс-метрополитен.....	15
1.1.2 Беспилотный метрополитен	16
1.1.3 Фуникулёры	16
1.1.4 Пневматический метрополитен	17
1.1.5 Монорельсовый метрополитен.....	17
1.1.6 Грузовой метрополитен.....	18
1.2 Перспективные типы станций метрополитена.	19
1.2.1 Подземные станции	23
1.2.2 Наземные и эстакадные станции	29
1.2.3 Береговой и островной тип платформ	42
1.3 Транспортно-пересадочные узлы.	44
1.4 Многоуровневые станции.	51
1.5 Реконструкция и интеграция станций метрополитена.....	54
1.5.1 Встройка, пристройка, надстройка.....	54
1.5.2 Приспособление, техническое перевооружение, маскировка.....	58
1.6 Модульность, унификация	61
1.7 Перспективные служебно-технологические здания и сооружения метрополитена	63
1.7.1 Объединённые здания эксплуатационного персонала	65
1.7.2 Многофункциональные электродепо	67
1.7.3 Ситуационные центры видеонаблюдения и диспетчеризации	72
1.7.4 Вентиляционные павильоны, подпорные стенки	73
Глава II. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ НА СТАНЦИЯХ МОСКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА.....	74

2.1 Организация пересадок	74
2.1.1 Галереи-мосты, подуличные переходы, городские подземные площади.....	75
2.1.2 Кросс-платформы, распределительные залы с применением большепролётных конструкций	79
2.1.3 Эскалаторные ходы, атриумы, балконы, станционные переходы	84
2.1.4 Направляющие полосы, порталы	90
2.1.5 Доступность для маломобильных групп населения.....	91
2.1.6 Компоновочные схемы метроузлов	92
2.1.7 Перехватывающие парковки, велопарковки	93
2.1.8 Организация прилегающей территории: наземные эскалаторные и траволаторные галереи, «зелёные мосты»	95
2.1.9 «Станции-спутники».....	99
2.2 Платформенные двери, ворота, канатные барьеры	100
2.3 Перспективные решения по освещению станций	102
2.3.1 Архитектурные решения естественного освещения	102
2.3.2 Архитектурные решения искусственного освещения.....	107
2.4 Снижение уровня шума, пожарная безопасность, укрываемость, организация зон ожидания	110
Глава III. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННОГО ОБРАЗА СТАНЦИЙ МОСКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА.....	123
3.1 Классические композиционные приёмы проектирования станций.....	124
3.2 Перспективные архитектурные стили проектирования станций метрополитена	131
3.2.1 Хай-тек	132
3.2.2 Брутализм.....	135
3.2.3 Бионика, параметризм	139
ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	143
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	154
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ИЛЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРИАЛА	175

ВВЕДЕНИЕ

В процессе быстрого роста населения городов, высоким темпам развития экономических связей, сильной загруженности улично-дорожной сети существует потребность во внимательном изучении и модернизации сети внеуличного вида общественного транспорта – метрополитена¹. Инфраструктура метрополитена представляет собой развитую систему зданий и сооружений, которая позволяет без задержек перемещаться по городу, объединяет людей, проживающих на большой территории. Метрополитен обеспечивает мобильность населения, распределение пассажиропотоков и служит для организации городского пространства.

Система метрополитена широко распространена по всему миру: в 148 городах имеется 9000 станций на 540 линиях. Как транспортная сеть, метрополитен появился сначала в Англии (Лондоне, 1863 г.), затем в США (Нью-Йорке, 1868 г.), Венгрии (Будапеште, 1896 г.), Франции (Париже, 1900 г.), Германии (Берлине, 1902 г.), СССР (Москве, 1935 г. и Ленинграде, 1955 г.), Китае (Пекине, 1969 г., Гонконге, 1979 г., Шанхае, 1993 г.). Позднее метрополитены были построены на Ближнем Востоке (Дубае, 2009 г., Эр-Рияде в Саудовской Аравии, 2020 г.). На начало XXI в. две трети метрополитенов в мире расположены в Европе и Азии, в Америке – 10 процентов, на Ближнем Востоке и Африке – 4 процента. Наиболее крупные сети метрополитена находятся в Японии (Токио), Корее (Сеуле), Америке (Нью-Йорке).

Хронологически метрополитен в СССР начал функционировать в Москве (1935 г.), далее был построен в Ленинграде (ныне Санкт-Петербурге, 1955 г.) [40, С.11] и в бывших столицах союзных республик – в Киеве (1960 г.),

¹ С учётом определения, данного Комитетом метрополитенов Международного союза общественного транспорта (МСОТ), понятие метрополитена можно сформулировать следующим образом: **метрополитен** – это подземная, наземная и/или надземная транспортная система, целиком или частично расположенная в тоннелях в урбанистической местности, курсирующая с высокой интенсивностью (рабочим интервалом не более 30 минут) и большим пассажиропотоком, с полной (или частичной) обособленностью от прочего городского транспортного движения. Метрополитен может быть традиционный (рельсовый), монорельсовый, вакуумный, на канатной тяге (фуникулёр).

Тбилиси (1966 г., Грузия), Баку (1967 г., Азербайджан), Ташкенте (1977 г., Узбекистан), Ереване (1981 г., Армения), Минске (1984 г., Беларусь) и в других городах бывшего СССР (Харькове – крупнейшем научно-промышленном городе Украины, 1975 г.; Нижнем Новгороде – 1985 г.; Новосибирске – 1986 г.; Самаре – 1987 г.; Екатеринбурге – 1991 г.). После 1991 г. метрополитены были построены в Днепропетровске (ныне Днепр – 1995 г., Украина), Казани (2005 г., Россия) и Алма-Ате (2011 г., Казахстан).

Административно-территориальные границы Москвы и количество населения увеличиваются с каждым годом:

- 1935 г. – в Москве открывается метрополитен. Город на тот момент занимает территорию в 29,41 тыс.га с населением в 3,6 млн жителей;
- 2000 г. – территория Москвы расширяется за МКАД – 110 тыс.га и 8,6 млн жителей;
- 2012 г. – происходит присоединение территории «Новая Москва» – 256 тыс.га и 11,5 млн жителей.
- 2025 г. – 256 тыс.га и 13,1 млн жителей.

Таким образом, *Москва за последние 40 лет увеличилась по площади в 3 раза, а количество населения выросло вдвое*, что требует расширения сети метрополитена и увеличения пропускной способности станций. В 1936 году метрополитен в Москве перевозил 5 % пассажиров, в 1940 г. – 14 %, в 1943 г. – 32 %, 1946 г. – 43 %. На 2025 г. посредством метрополитена производится большая часть пассажирских перевозок в мегаполисе. Можно утверждать, что благодаря метрополитену стала возможна более плотная система расселения людей (по мнению исследователя Г.А. Гольца), а соответственно создание мегаполисов, иных способов преодоления преград и пространственной изоляции, связь городских территорий в единое целое, уменьшение негативных климатических факторов.

Система метрополитена отражает пространственно-планировочную структуру города. *За основу строительства Московского метрополитена взята радиально-кольцевая структура улично-дорожной сети и схема*

сети пригородных железных дорог (рис.1). В 2023 году была введена в эксплуатацию *31 станция Большой кольцевой линии, продлены радиальные линии. Актуально продление существующих линий метрополитена в сторону аэропортов.* Московский метрополитен представляет собой транспортный каркас города, участвует в формировании градостроительного ансамбля. Перспективным направлением проектирования Московского метрополитена является *хордовое развитие*, при котором линии метрополитена (хорды) не проходят через центр Москвы, не пересекаются и не имеют пересадок на Кольцевую линию. Наиболее наглядными примерами являются Некрасовская, Калининско-Солнцевская, Бирюлёвская, Троицкая и Рублёво-Архангельская линии.

Тенденция формообразования сети метрополитена связана с включением разнородных городских объектов в единую упорядоченную структуру посредством образования новых связей, увеличением плотности расположения станций с длиной перегонов в 1,5 км. Плотность покрытия территории транспортной сетью метрополитена достигается принятием оптимального расстояния перегонов, уменьшением расстояния между станциями метрополитена². Однако необходимо иметь ввиду, что при большем количестве остановок значительно увеличивается время в дороге у пассажиров, перемещающихся на дальние расстояния, поэтому расстояние между станциями Московского метрополитена выбрано оптимально.

Основные направления формирования архитектуры современных станций метрополитена можно определить как *обеспечение эффективности, безопасности и создание современного архитектурного образа станций.*

² К примеру, плотность расположения станций в Париже – со средним расстоянием 550 м против 1500 м – в Москве.

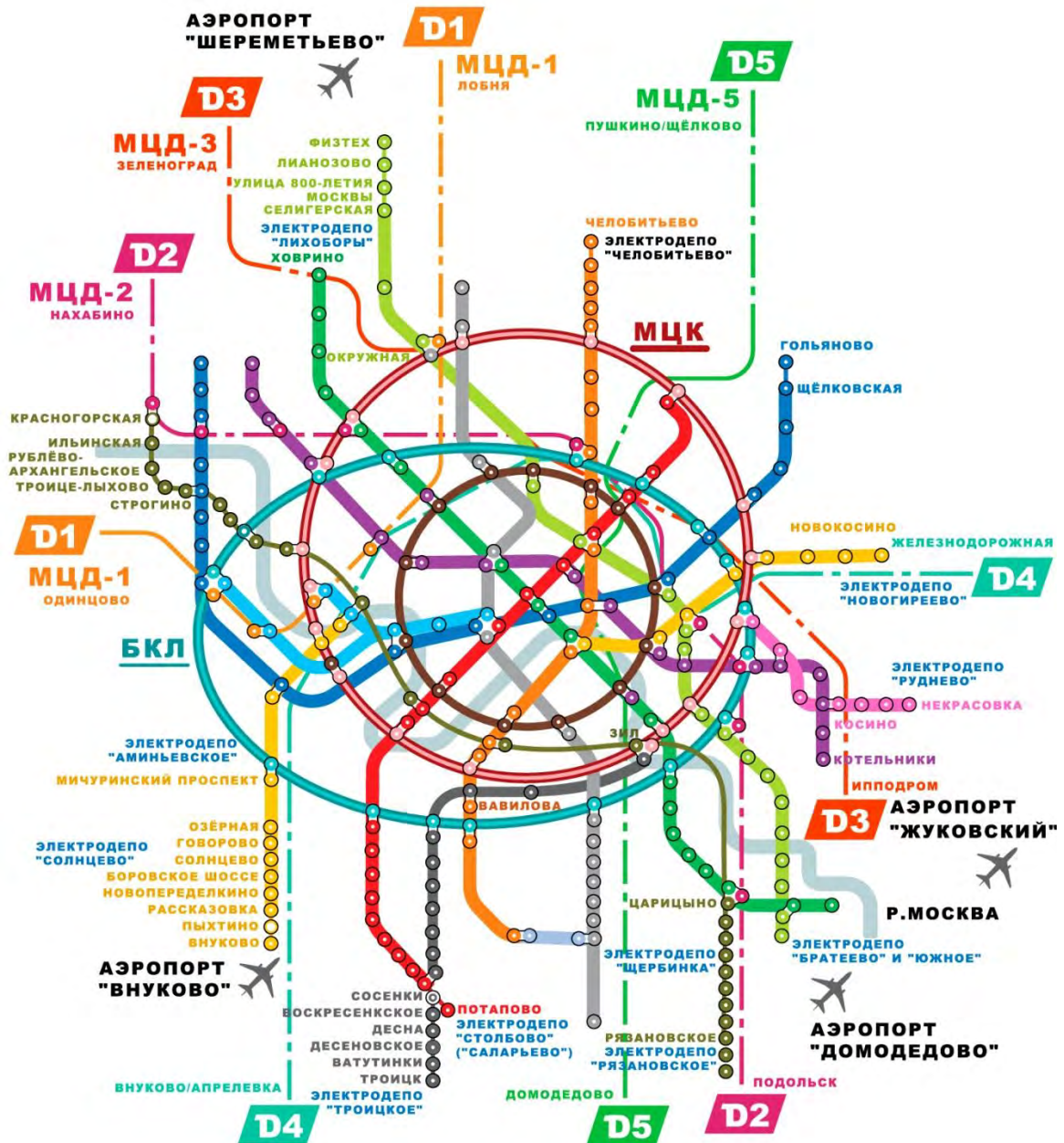


Рисунок 1. Схема развития Московского метрополитена до 2027 г.

Актуальность исследования. Половина пассажирских перевозок в Москве осуществляется посредством метрополитена ³. За последние годы в Москве и на присоединяемых к ней территориях резко возросло число станций ⁴ (график 1). Это связано с созданием единой непрерывной транспортной сети – системы скоростных коммуникаций мегаполиса, где

³ В сутки через станции Московского метрополитена проходит около 8 млн пассажиров.

⁴ Если с 1935 г. на каждые 20-ть лет приходилось от 15 до 30 построенных станций в Москве, то за последние 20 лет – 60 станций.

метрополитен является важной составляющей. Есть основание полагать, что число станций метро и дальше будет увеличиваться. В связи с этим будет возникать вопрос их пространственной организации для обеспечения комфортных и безопасных пассажирских перевозок.

Московский метрополитен на протяжении ряда лет ⁵ усилиями многих поколений проектировщиков сформировал неповторимый и устойчивый образ в мировой практике проектирования. Архитектура – деятельность по созданию уникального пространства вполне самоценна и независима от инженерной инфраструктуры транспортного сооружения и представляет собой нечто большее, чем решение исключительно технических задач и задач эргономики. Архитектура станций Московского метрополитена изначально развивалась по уникальному пути и обладала своей спецификой, отличной от мировой практики. Сегодня архитектура станций – это индустриальный дизайн, решающий по большей части практические задачи. Это является принципиальным отличием от архитектуры советского периода, когда станции проектировались как храмы и демонстрировали мировосприятие настоящего и будущего и представления о нём. Традиции Московского метрополитена – это создание принципиально новых, ярких и впечатляющих архитектурных образов станций, повествующих о богатстве культуры общества, отражение исторически значимых и современных событий в жизни государства, представлениях о прекрасном. Следует сохранить аутентичность, преемственность и традиции, избегая обезличенной и невыразительной архитектуры. Все это требует особого внимания к определению перспектив формирования архитектуры станций Московского метрополитена.

⁵ Проекты Московского метрополитена предлагались в 1875 г. инженером В. Титовым, в 1901 г. – А.И. Антоновичем. Предполагалось наличие кольцевой наземной линии в пределах городской черты и подземных диаметров, связывающих тупиковые железнодорожные вокзалы через центр города. В 1902 г. были предложены проекты П.И. Балинским и Е.К. Кнорре (подземный метрополитен), а также А.И. Антоновичем, Н.И. Голиневичем и Н.П. Дмитриевым (последний предусматривал не только подземную, но и надземную прокладку линий). В 1911 г. – проект К.К. Руина, в 1912 г. – проект Е.К. Кнорре и проект руководителя Московских городских железных дорог М.К. Поливанова. 10 декабря 1931 г. была заложена первая шахта Метростроя – по инициативе И.В. Сталина и Л.М. Кагановича началось строительство Московского метрополитена. С 15 мая 1935 г. последовало открытие станций. Таким образом, история проектирования Московского метрополитена насчитывает около 150 лет.

Актуальность темы отражена в положениях федерального закона, постановлениях Правительства РФ и департамента города Москвы ⁶. Но отсутствие научно обоснованных рекомендаций по проектированию станций Московского метрополитена определяет социальную значимость и актуальность диссертационного исследования.

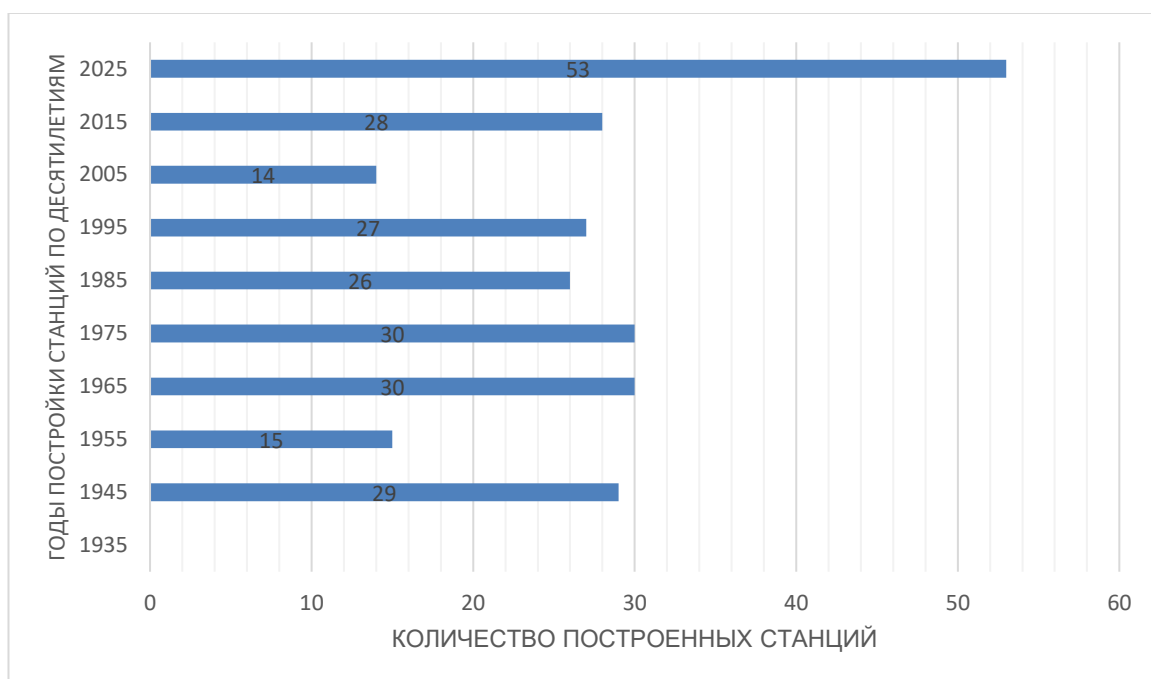


График 1. График строительства станций Московского метрополитена в период с 1935 по 2025 гг.

Современное состояние проблемы и её научная разработанность.

Несмотря на то, что советский опыт проектирования станций Московского метрополитена оказал огромное влияние на мировую практику, а информация по проектированию станций в мире быстро обновляется, имеющиеся материалы по архитектурным решениям станций метрополитена в Москве длительное время не актуализировались. В нормативной литературе акцентировано внимание на инженерно-технической стороне вопроса⁷.

⁶ Федеральный закон «О метрополитенах и других видах внеуличного транспорта», постановления Правительства РФ «Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года», «О дополнительных мерах по развитию метрополитенов в Российской Федерации», департамента города Москвы «О программе развития Московского метрополитена и других видов скоростного внеуличного транспорта».

⁷ В библиотеках большое количество литературы посвящено трудам инженеров по грунтам, водоотведению, расчёту конструкций и т. д.

Архитектура станций, оценка качества принимаемых проектных решений и дальнейшее развитие метрополитена зачастую остаются без внимания. Теоретической базой исследования является целый ряд отечественных и зарубежных научно-исследовательских работ. Изучение материалов позволяет выделить группы исследований, в которых накоплен теоретический и фактологический материал:

- перспективным архитектурным решениям метрополитена посвящены исследования таких учёных, как В.П. Абрамчук, С.Н. Власов, Г.Е. Голубев, Б.А. Картозия, Н.Н. Мельников, К.Н. Трубецкой, Е.И. Шемякин, Н.И. Шумаков, А.Э. Юницкий;
- теоретические и практические вопросы по архитектурной типологии пассажирских транспортных комплексов, многофункциональных общественных сооружений и метроузлов изучали А.И. Байцур, Т.Ю. Быстрова, Г.М. Голицынский, А.Н. Драновский, Н.О. Душкина, В.А. Ивахнюк, К.Д. Костов, А.Э. Юницкий;
- публикации, посвящённые проблемам формирования, организации и архитектуры современных метрополитенов: монография З.В. Азаренковой, кандидатские диссертации Д.А. Бойцова, И.Г. Гомоляка, О.Ю. Дрёминой, Е.П. Левковской, А.Ю. Мурунова, Н.В. Широкой, научные статьи Т.И. Башкаева, Н.Г. Благовидовой, Ю.В. Дубровского, А.А. Змеула, П.А. Кузина, А.Р. Медведевой, А. Попова, Д.А. Чардымовой, Д.Е. Юркова, а также материалы журналов советского времени – статьи Б.А. Апласкина, Г.В. Болоненкова, И. Васильевой;
- градостроительные и исторические аспекты отражены в работах Н.И. Кулагина, М.В. Посохина;
- Московский метрополитен как культурный феномен рассмотрен в трудах Вальдес Одриосола Марии Сантьяговны, Ю.М. Лотмана, С.А. Смирнова;
- освещение станций метрополитена: исследования Ю.Б. Айзенберга, В.В. Иванова, В.Г. Макаревича, Н.В. Шурыгиной, Н.И. Щепеткова, А.С. Щипанова;

- зарубежные исследователи: Лен Басс, Лиза Бейкер, Рик Казман, Паул Клементс, Крис ван Уффелен, Оун Хасэрлей, Кристофер Хэрвиг.

Данная работа опирается на материалы проектных институтов АО «Метрогипротранс», ОАО «НИПИИ «Ленметрогипротранс», ГАУ «Институт Генплана Москвы», научно-технической библиотеки Московского метрополитена и Московского архитектурного института, ОАО «Пекинская корпорация проектирования и развития городского строительства».

Гипотеза исследования. Выявление современных тенденций формирования архитектуры станций метрополитена будет способствовать созданию безопасной, комфортной и эстетически выразительной среды для транспортных перевозок.

Цель исследования – определить основные направления и специфику объёмно-пространственных решений архитектуры станций Московского метрополитена на перспективу.

Задачи исследования:

1. Систематизировать накопленный отечественный и зарубежный опыт по проектированию станций метрополитена.
2. Определить основные направления, тенденции и архитектурные приёмы проектирования станций метрополитена.
3. Выявить специфику и перспективы формирования архитектуры современных станций Московского метрополитена.

Объект исследования: архитектура метрополитена.

Предмет исследования: особенности перспективных объёмно-планировочных и пространственных решений вестибюлей, эскалаторных ходов, станционных залов, переходов, служебно-технологических зданий и сооружений в Москве.

Границы исследования:

- временные – середина XX – начало XXI вв.;
- географические границы исследования – РФ, США, Канада, европейские

страны, азиатские государства (Япония, Китай, Корея), страны Ближнего Востока.

Положения, выносимые на защиту:

- выявлены основные типы сооружений метрополитена;
- для разных типов сооружений метрополитена представлено три направления по их перспективному развитию: обеспечение эффективности станций, безопасности на объектах метрополитена и формированию образа станций;
- для каждого направления определены приемлемые, сегодня разрабатываемые и частично используемые приёмы, методы, специфика, называемые тенденциями для реализации нововведений при проектировании станций метрополитена.

Научная новизна исследования обозначена в следующих позициях:

- обобщён и систематизирован передовой отечественный и зарубежный опыт проектирования станций с середины XX в. по настоящее время;
- представлены основные исторические, современные и перспективные объёмно-пространственные решения станций метрополитена;
- выявлены основные направления в развитии типов сооружений метрополитена;
- определена специфика, разработан комплекс архитектурных приёмов для обеспечения эффективности станций, безопасности пассажиров и создания образа станций Московского метрополитена.

Теоретическая значимость исследования:

- пополнение научной базы по проектированию и развитию станций метрополитена благодаря полученному материалу новой и актуальной информацией;
- анализ и систематизация теоретического материала, выявление актуальных направлений и тенденций развития современных станций Московского метрополитена;
- описание архитектуры станций метрополитена с точки зрения теории и выявление её значимости.

Практическая значимость исследования:

- состоит в возможности применения полученных выводов при проектировании станций Московского метрополитена;
- повышении комфорта и безопасности пассажирских перевозок: уменьшении шума и травмоопасности средствами архитектуры;
- разработке способов по улучшению функционирования, повышении пропускной способности и энергоэффективности станций метрополитена, вторичном использовании подземных выработок метро;
- сохранении преемственности традициям Московского метрополитена при формировании современного облика станций и целостного архитектурного образа транспортной системы метрополитена;
- повышении роли метрополитена в формировании ценностных ориентиров общества.

Методология и методы исследования. Основой исследования является комплексный подход, включающий:

- типологический анализ и классификацию существующих и выявление перспективных видов зданий и сооружений метрополитена;
- системный анализ: изучение мирового и отечественного опыта проектирования станций на основе графических и письменных материалов, научных работ, концепций, реализованных проектов, данных официальных источников и интернет-ресурсов, натурных обследований с фотофиксацией, интервьюирования с экспертами;
- статистический анализ существующих и проектируемых станций по качественным и количественным признакам: темпам строительства, использованию различных типов конструкций, объёмно-пространственным решениям, пропускной способности, уровню шума на станциях, количеству коммуникационных связей с другими видами транспорта;
- сравнительный и сопоставительный анализ объёмно-планировочных решений отечественных и зарубежных станций с использованием графоаналитических материалов;

- систематизацию архитектурных решений в соответствии с основными направлениями развития метрополитена и сопоставительный анализ архитектурных приёмов;
- оценку эффективности использования выявленных перспективных решений по отношению к станциям Московского метрополитена и обобщение изученного материала.

Степень достоверности и апробация результатов исследования.

Основные результаты диссертационного исследования опубликованы в 13 статьях, 4 статьи из которых – в изданиях, рекомендованных ВАК при Министерстве науки и высшего образования РФ. Выводы исследования представлены на научно-практической конференции: «Наука, образование и экспериментальное проектирование», Москва, МАРХИ (2018-2021 гг., 2023 г.). Во время работы в АО «Метрогипротранс» в период с 2016 по 2021 гг. автором предложены архитектурные решения при проектировании станций «Электрозаводская» и «Марьина роща» Большой кольцевой линии, «Фонвизинская» и «Яхромская» Люблино-Дмитровской линии, «Вавиловская» Троицкой линии Московского метрополитена. Практическая возможность реализации некоторых положений научного исследования рассмотрена во время прохождения профессиональной переподготовки в ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ) по направлению «Промышленное и гражданское строительство» (2019-2020 гг.) при выполнении автором дипломной работы «Проектирование станции метрополитена малого заложения в городе Москве».

Структура диссертации. Диссертационное исследование представлено в одном томе (197 страниц машинописного текста), включающем введение, три главы с основными выводами, заключение, список литературы (217 источников), список источников иллюстративного материала, а также графоаналитические материалы.

Глава I. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТАНЦИЙ МОСКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

Эффективность – это достижение результата с минимальными затратами ресурсов. *Эффективность станций* определяется пропускной способностью, многофункциональностью, автоматизацией транспортных процессов, территориальной доступностью, возможностью интеграции с другими видами транспорта. Экспресс-метрополитен актуален для перемещения на большие расстояния. Подземные станции, к примеру, эффективны в центре города, наземные – при отсутствии плотной городской застройки на окраине. На пропускную способность станций влияет конструктивный остов станций и выбор типа платформы. Ресурсосбережение возможно при проектировании многоуровневых станций, модульности, универсальности. Эффективность функционирования инженерных систем достигается за счёт использования естественных физических законов для обеспечения станций свежим воздухом без систем кондиционирования. Это требует проектирования вентиляционных павильонов. Внедрение современных достижений техники и автоматизации позволяют повысить эффективность станций, оптимизировать эксплуатационные затраты, обеспечить комплексное использование подземных пространств [41, С.35].

1.1. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ВИДЫ МЕТРОПОЛИТЕНОВ

Использование высокоскоростного транспорта определяет планировочную структуру станций метрополитена, соответствие метрополитена современным требованиям жизни. Применение различных подвижных составов влияет на объёмно-планировочные решения станций, размещение посадочных зон. Помимо классического пассажирского рельсового, можно выделить следующие разновидности метрополитенов: экспресс-, беспилотный, фуникулёры, пневматический и грузовой⁸.

1.1.1 ЭКСПРЕСС-МЕТРОПОЛИТЕН

Для Москвы скоростной метрополитен актуален для перемещений на

⁸ Братищев, А.К. Перспективные тенденции архитектурного формирования объектов метрополитена в Москве / А.К. Братищев // Международный электронный научно-образовательный журнал «Architecture and Modern Information Technologies». – 2021. – №2(55). – С. 181-195. – URL: https://marhi.ru/AMIT/2021/2kvart21/13_bratishchev/index.php DOI: 10.24412/1998-4839-2021-2-181-195.

большие расстояния, когда составы проходят с малым количеством остановок через центр города по выделенному пути. При проектировании станций скоростного метрополитена два «местных пути» размещают по бокам и два «экспресс-пути» – посередине. На крупных станциях для экспрессов проектируют островные платформы с возможностью быстрой пересадки. Примером может быть экспресс-метрополитен в Манхэттене, проложенный в гранитном основании на глубине 6 м.

1.1.2 БЕСПИЛОТНЫЙ МЕТРОПОЛИТЕН

Беспилотный метрополитен – это максимальная автоматизация технологических процессов и замена человеческого труда машинным на сложных видах работ. При этом сокращается количество помещений для персонала. К примеру, отличительной чертой Доклэндского лёгкого метрополитена является отсутствие персонала на станциях, служебных помещений для пребывания людей. Метрополитен в Дубае функционирует без машинистов. Станция «Бунинская аллея» в Москве спроектирована с минимальным набором служебно-технологических помещений. В Москве примером беспилотного метрополитена может служить межтерминальный переход-фуникулёр под взлётно-посадочной полосой в аэропорту «Шереметьево» (2017 г.), где имеются пассажирский и багажный тоннели с автоматизированной системой перевозки багажа. На Московском метрополитене нет тенденции к полной замене машинистов автоматизированной системой из-за больших пассажиропотоков и необходимости оперативного реагирования в нештатных ситуациях, что невозможно вследствие несовершенства современных систем автоматики. Создание «Умных дорог» предполагает автоматизацию транспортных процессов метрополитена благодаря проектированию центров диспетчеризации.

1.1.3 ФУНИКУЛЁРЫ

В качестве фуникулёра могут быть представлены канатный и струнный метрополитены (**рис.14**). Для устройства наземного фуникулёра («Skyway») необходимы архитектурные решения стоек и мачт, поддерживающих канаты. На склонах гор возводят ступенчатые подземные фуникулёры и зубчатые железные дороги. В Хаифе в Израиле фуникулёр на канатной тяге со

ступенчатыми станциями называется «кармелит» (рис.9). Аналоги можно встретить в Неаполе (Италии) и Испании, где станции фуникулёра спроектированы на горизонтальных участках и интегрированы в систему метрополитена. Проектирование фуникулёров в Москве актуально, так как в городе имеются большие перепады рельефа и водные преграды в виде Москва-реки. Интеграция фуникулёров с сетью метрополитена значительно бы улучшила доступность городских территорий. Примером струнного транспорта в Москве может служить канатная дорога от Воробьёвых гор до Лужников, а также фуникулёр в аэропорту «Шереметьево».

1.1.4 ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ МЕТРОПОЛИТЕН

Вакуумные поезда (Гиперлуп) представляют собой подвижные составы на магнитной подушке в безвоздушном пути. Исследования по проектированию системы вакуумных поездов велись российским учёным-испытателем Вейнбергом Б.П. с 1900 г. и продолжают быть актуальными и по сей день. Путепроводы и станции для данного вида поездов представляют собой вариации «труб-тоннелей» (рис.2). Внедрение пневматического транспорта в Москве потребует пересмотра всей системы метрополитена.



Рисунок 2. Общий вид путепроводов и станций для вакуумных поездов (Гиперлуп)

1.1.5 МОНОРЕЛЬСОВЫЙ МЕТРОПОЛИТЕН

Для поездов на магнитной подушке (магнитопланов – Маглевов) требуется монорельсовое полотно. При эксплуатации двухэтажных монорельсовых поездов «Twillingar» необходимо наличие двухуровневых

платформ и трасс с Г-образными стойками. Из-за отсутствия опасности схода монорельсового состава с рельсов становится возможным развитие больших скоростей, в отличие от традиционного двухрельсового транспорта. Необходимо отметить, что скорость поездов на манитной подушке (поезда Маглев) может достигать до 600 км/ч. Поэтому монорельсы актуальны при перемещении на большие расстояния, к примеру, в качестве экспресс-метрополитена. Монорельсы делятся на подвесные, опорные и с боковым подвесом. Монорельсовые дороги не перегружают городские магистрали. Строительство монорельсов менее дорогостоящее по сравнению с линиями подземного метрополитена. Монорельсы имеются в Германии (Вуппертале, Дрездене, Дортмунде), в США (Джексонвилле, Сиэтле, Лас-Вегасе), в Японии (Осаке), в Малазии (Куала-Лампуре), в Китае (Чнцине), Сингапуре, Джакарте, ОАЭ, Тегеране. Маглевы функционируют в Эмсланде (Германии), в Шанхае (для соединения метрополитена и аэропорта Пудун), в Чанша (в Китае для соединения международного аэропорта Чанша и высокоскоростного железнодорожного вокзала), в Пекине, в Японии префектуре Яманаси, в Нагоя (Япония), в Корее. На ВДНХ был реализован проект опорного монорельса на эстакаде, который изначально предполагался для экскурсионных целей, курсирующий вдоль выставочного комплекса и демонстрирующий инновационный вид транспорта для Москвы. Однако малая эффективность – невысокая скорость, малая вместимость, эстакадный характер, сложность в обслуживании, не дали возможность развиваться данному виду метрополитена в Москве. Аналоги экскурсионных монорельсов имеются в парке Дисней в США, в зоопарке «Ueno Zoo» в Японии и на острове «Wolmido» в Южной Корее.

1.1.6 ГРУЗОВОЙ МЕТРОПОЛИТЕН

Грузовой метрополитен может быть как отдельной системой, так и функционировать в пределах пассажирского метрополитена в ночное время. При этом необходимо проектирование сортировочных станций, погрузочных и подъёмных платформ, грузовых дворов. В Америке (Чикаго, Нью-Йорке, Нью-Джерси, Филадельфии) метрополитен работает круглосуточно, что позволяет обеспечить непрерывный трудовой цикл жителям городов. Интеграция метрополитена в Москве с промышленными предприятиями (грузовыми речными портами, заводами) позволила бы использовать потенциал речного транспорта (проект станции Западного речного порта (рис.3)).

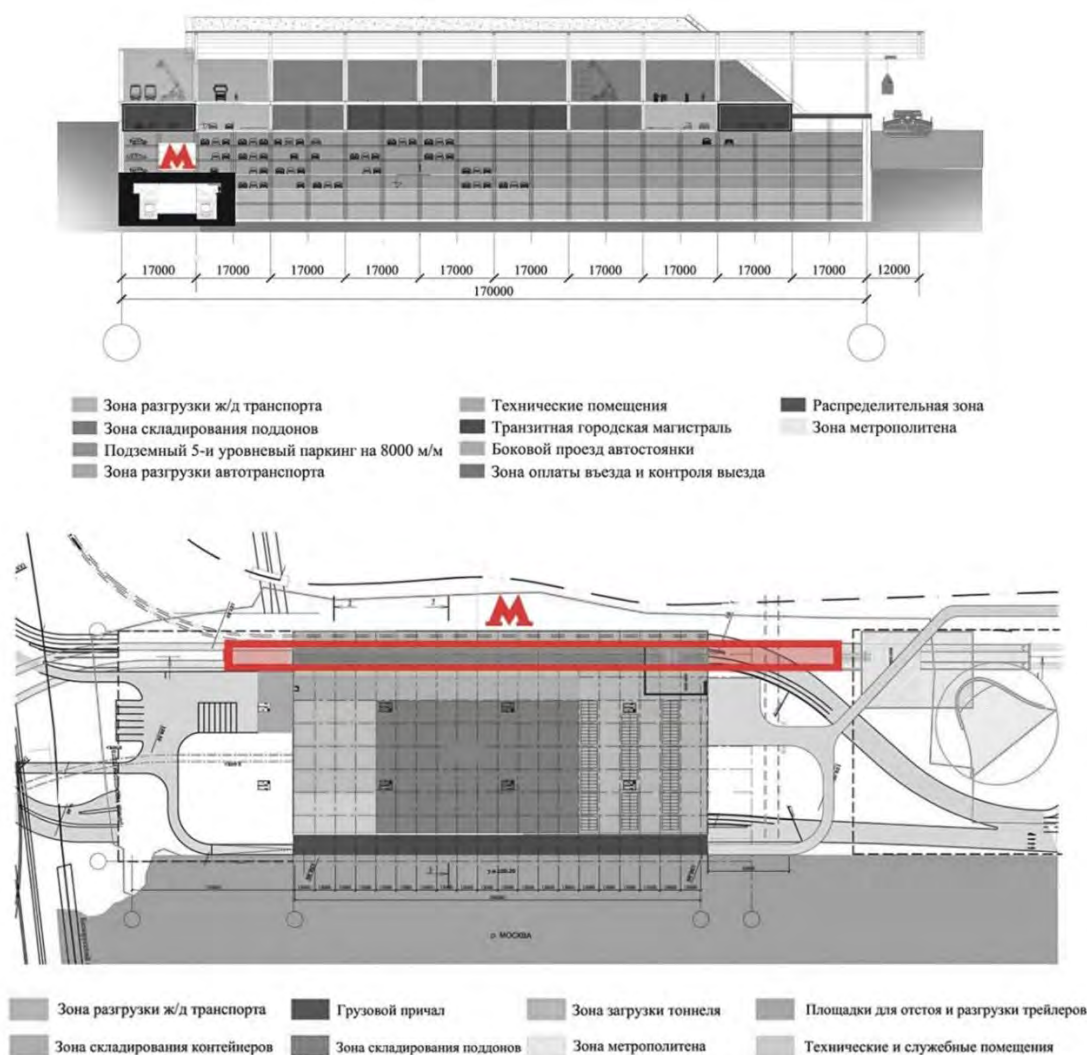


Рисунок 3. Схема разреза и генерального плана терминала грузового речного порта, интегрированного со станцией метрополитена

1.2 ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТИПЫ СТАНЦИЙ МЕТРОПОЛИТЕНА

В зависимости от глубины заложения можно выделить следующие типы станций: подземные, наземные, надземные (эстакадные) [1, С.131-143]. На подземных станциях малого заложения, наземных и эстакадных применяют стоечно-балочную конструктивную систему. На подземных станциях большого заложения используют сводчатые конструкции с пилонами-опорами. Конструкции пилонов образуются путём соединения нескольких колец сборных чугунных элементов — тубингов⁹. За весь период

⁹ 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.

проектирования Московского метрополитена с 1935 было построено (графики 1, 2):

- 130 колонных станций, из которых трёхпролётных – 87, двухпролётных – 25, трёхсводчатых – 14, две однопролётные и по одной – четырёх- (станция «Александровский сад») и пятипролётной (станция «Нижегородская»);
- 55 пилонных трёхсводчатых станций;
- 31 односводчатая станция;
- 13 наземных, из которых открытых станций – 9, крытых – 4;
- 7 колонно-стеновых трёхсводчатых станций;
- 6 наземных эстакадных станций, из которых открытых – 5, крытых – одна.

За последние 25 лет (в период с 1990 по 2025 гг.) из них для Московского метрополитена было спроектировано ¹⁰ (графики 2, 3, 4):

- 59 станций колонного типа, из которых трёхпролётных – 31, двухпролётных – 23, однопролётных (станции «Марьино» и «Волжская») и трёхсводчатых – по две, пятипролётная – одна (станция «Нижегородская»);
- односводчатых станций – 19;
- пилонных трёхсводчатых станций – 10;
- колонно-стеновых трёхсводчатых – 6 (станции «Петровско-Разумовская», «Крестьянская застава», «Дубровка», «Международная», «Трубная», «Достоевская»);
- наземных эстакадных открытых – 4 (станции «Скобелевская», «Бульвар Адмирала Ушакова», «Улица Горчакова», «Бунинская аллея»);
- наземных крытых – 4 (станции «Мякинино», «Технопарк», «Филатов луг», «Прокшино»);
- наземных открытых – 1 (станция «Кунцевская»).

¹⁰ Братищев, А.К. Тенденции архитектурного формирования станций Большой кольцевой линии Московского метрополитена / А.К. Братищев // Международный электронный научно-образовательный журнал «Architecture and Modern Information Technologies». – 2023. – №4(65). – С. 180–202. – URL: https://marhi.ru/AMIT/2023/4kvart23/PDF/13_bratishev.pdf DOI: 10.24412/1998-4839-2023-4-180-202. (K2)

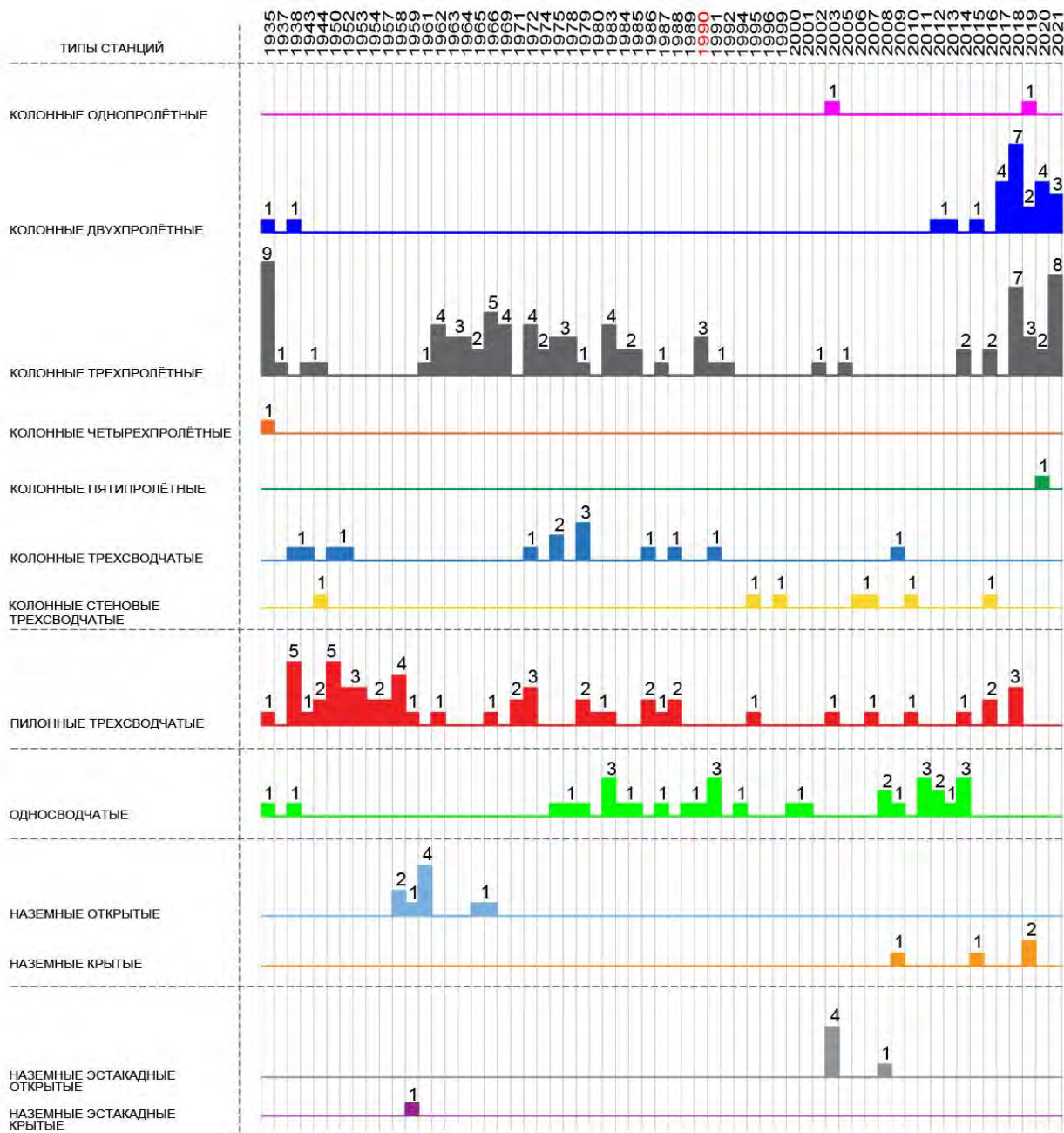


График 2. Графики строительства станций Московского метрополитена по годам (период с 1935 по 2025 гг.) и сводный график

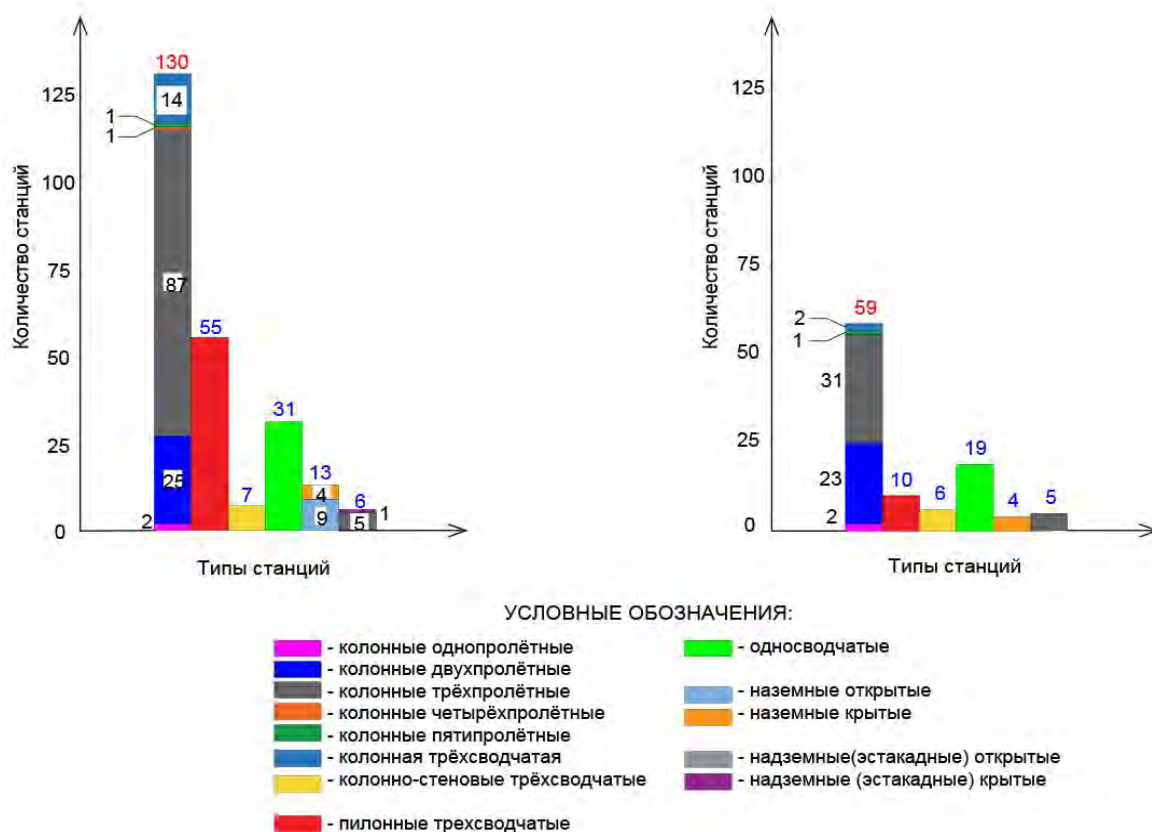


График 3. Сводный график строительства станций Московского метрополитена в период с 1935 по 2025 гг. и с 1990 по 2025 гг.

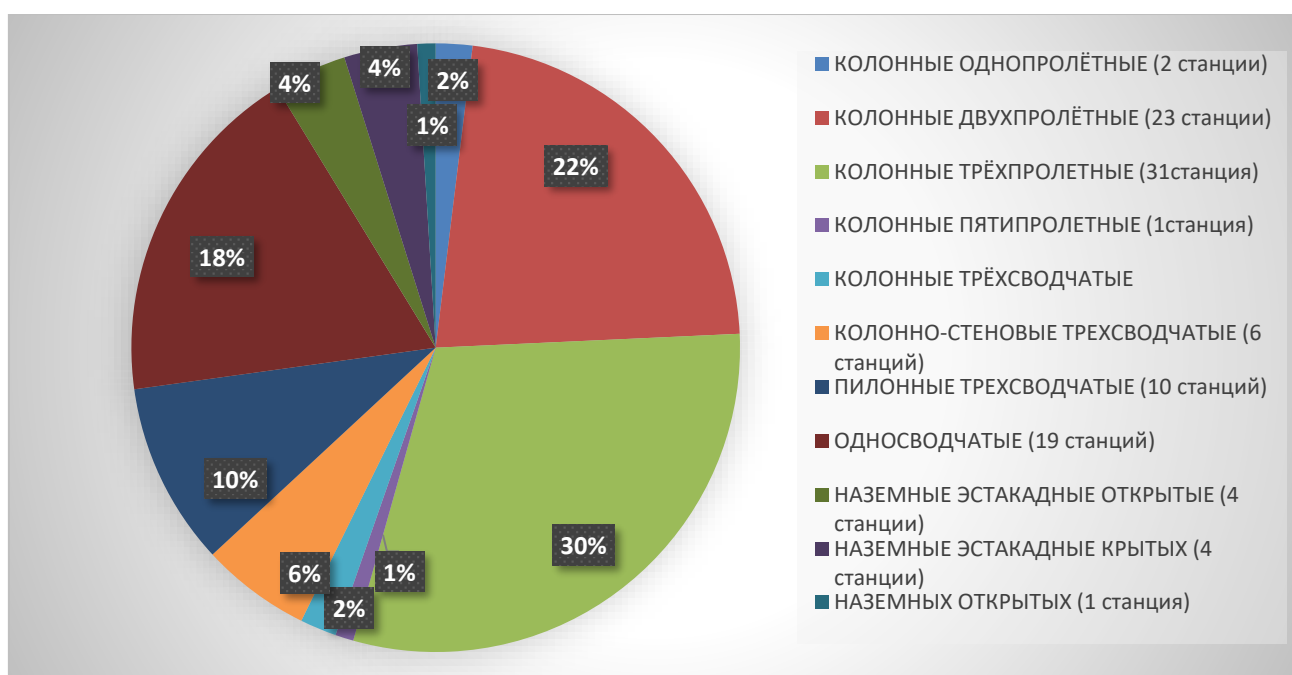


График 4. Соотношение разных типов станций, построенных в период с 1990 по 2025 гг.

1.2.1 ПОДЗЕМНЫЕ СТАНЦИИ

В зависимости от характеристик грунта, инженерных расчётов и архитектурных решений возможно применение разных типов станций малого и большого заложения ¹¹. По архитектурно-конструктивным особенностям станции подразделяют на колонные, однопролётные, односводчатые, пилонные, закрытого типа (с платформенными дверями и одним платформенным залом) и двухъярусные пересадочные односводчатые станции. В качестве опор используют колонны при малом заложении и пилоны – при большом. Колонные станции метрополитена бывают двухпролётные, трёхпролётные, многопролётные и трёхсводчатые.

Связь частей города в условиях плотной городской застройки достигается проектированием станций метрополитена на большой глубине [53, С.20]. Так как строительство подземных станций требует больших затрат, проектируются геометрически простые объёмы. Самые глубокие в мире станции «Арсенальная» (была построена в Киеве на глубине 120м) и станция «Пухын» в городе Пхеньян в Северной Корее. «Руставели» – самая глубокая станция в Тбилиси (100 м). Самыми глубокими станциями Московского метрополитена считаются «Парк Победы» глубиной заложения 84м и «Марьяна роща» – 72 м. Подземное строительство считается очень дорогостоящим процессом, так как требует комплексного подхода к проектированию, высокого технического оснащения, наличия высококвалифицированных кадров для строительных и проектных работ. Минимизация энергозатрат на обогрев обеспечивается за счёт проектирования станций ниже уровня промерзания грунта. В Германии чаще проектируют станции малого заложения – колонные с плоским перекрытием и односводчатые глубиной заложения 7-10м и большого заложения – трехсводчатые пилонно-колонные станции глубиной 30-35м. Актуальны типовые станции с ребристым перекрытием и четырехметровым шагом колонн (также варьирующимся от 6 до 8 м), получившие название

¹¹ Братищев, А.К. Тенденции развития архитектуры метрополитена (1823-2000 гг.) / А.К. Братищев // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2021. – Т.6 (№10). – С. 33-45. – URL: <https://bulletinbstu.editorum.ru/ru/nauka/article/45297/view#author1> DOI: <https://doi.org/10.34031/2071-7318-2021-6-10-33-45>.

«многоножки». Станция «Хафенсити Университет» в Гамбурге (2012 г.) демонстрирует возможность открытого способа строительства (в котловане) на глубине 16 м с высотой потолка 8,5 м. Промежуточные уровни для распределения пассажиропотока расположены с торцевой части. В Париже, в основном, все станции односводчатые или однопролётные малого заложения, которые прокладывают под центральными улицами. При достаточных прочностных характеристиках скальных грунтов допускается только нанесение слоя торкрет-бетона по сетке с анкерным креплением вместо сооружения обделки (конструкции тоннелей из чугунных тубингов или бетонных блоков). Метростроители Стокгольма использовали местные горные грунты, как устойчивая и жёсткая основа для проектирования метрополитена. Именно горные грунты считаются лучшими для строительства станций метрополитена, так как они не подвержены просадке и менее водонасыщены. Станция «Т-Centralen» в Стокгольме «вырублена» в скале. Её своды неправильной формы покрыты защитным слоем «набрызг-бетона» (рис.10). Таким образом, технология строительства напрямую повлияла на архитектуру станций метрополитена. Станции метрополитена могут быть как подземными, так и подводными, как в Гонконге. Станция «Канэри-Уорф» в Лондоне спроектирована в виде плавучего многоэтажного дебаркадера, соединённого с берегом пешеходными мостами.

В Москве современные тенденции связаны с *проектированием подземных станций колонного типа – 63 % (из них трехпролётных – 48 %, двухпролётных – 35 %, колонно-стеновых – 10 %), односводчатых – 19 %, пилонных трёхсводчатых – 10 % (рис.4)*. Подземные станции не нарушают исторический облик города, не создают территориальных разрывов [88, С.50]. С экономической точки зрения предпочтение отдаётся колонным станциям мелкого заложения. Благодаря современным способам проходки возможно изменение профиля и диаметра станций большого заложения. Использование тоннелепроходческих щитов различных диаметров и формы, катучей опалубки при проектировании станций метрополитена позволяют придать разнообразную форму и очертания станциям. В последние годы проектировщики Московского метрополитена чаще прибегают к открытому

способу строительства станций мелкого заложения в котловане. Перегонные тоннели возводят закрытым (горным) способом. *Для Москвы актуально проектирование двухпролётных колонных станций малого заложения.* За счёт этого происходит уменьшение количества опор-препятствий на пути движения пассажиров, увеличение ширины посадочной платформы. Данный приём более экономичен с точки зрения строительства. К примеру, станция «Братиславская» (1996 г. арх. А.Ю. Орлов, А.В. Некрасов) – колонная двухпролётная. *Впервые в Москве были реализованы двухпролетные станции с расположением стен в междупутье и береговыми платформами* («Стахановская», «Давыдково», «Окская», «Юго-Восточная», «Текстильщики» БКЛ, «Печатники» БКЛ, «Нагатинский затон», «Кленовый бульвар») (рис.8). Строительство станций такого типа связано с оптимизацией проходки туннелепроходческого щита. Появились колонные однопролетные станции («Марьино», «Волжская»), колонная пятипролётная («Нижегородская»), колонно-стеновые станции («Петровско-Разумовская», «Крестьянская застава», «Дубровка», «Международная», «Трубная», «Достоевская»). «Волжская» (1995 г. арх. В.С. Волович, Г.С. Мун, Н.И. Шумаков) – однопролётная станция мелкого заложения из сборных железобетонных конструкций. Аналогичная станция из монолитного железобетона – «Марьино» (1996 г. арх. В.З. Филиппов, С.М. Беякова). В качестве примера одноводчатой станции мелкого заложения (8м) в Москве можно привести станцию «Люблино» (1996 г. арх. В.З. Филиппов, С.М. Беякова), «Физтех» (рис.5). Одноводчатые станции мелкого заложения строятся реже, так как требуют раскрепления большого пролёта котлована (порядка 20м) при строительстве. На станциях Московского метрополитена стало возможно увеличение высоты потолка платформенной части на станциях малого заложения и наземных вестибюлях при открытом способе работ в котловане. Станция «Проспект Славы» в Санкт-Петербурге – пилонная, глубокого заложения. Диаметр центрального зала увеличен до 9,8м, а проходы – до 7м. Станция имеет два наклонных хода и вестибюля. Вестибюли метрополитена могут быть подземными (рис.7). Проектирование *подземных вестибюлей* метрополитена позволяет *уменьшить затраты на*

архитектурные решения фасадов здания, длину лестничных маршей, эскалаторных наклонов. Вестибюли могут представлять собой подземные городские площади (рис.6). Площадь подземных вестибюлей разделяется на зону общегородских подуличных переходов – пассажей, и зону метрополитена.

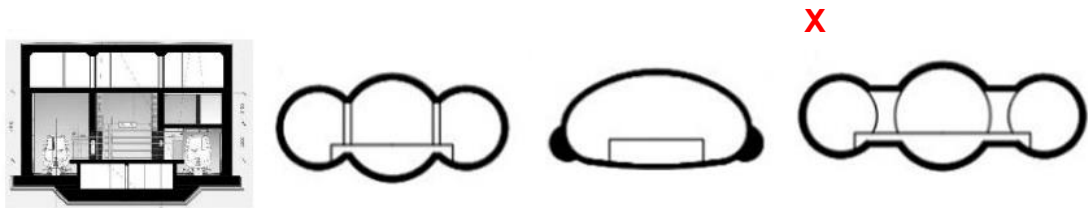


Рисунок 4. Типы подземных станций метрополитена: колонные многоуровневые, трехсводчатые, односводчатые, пилонные

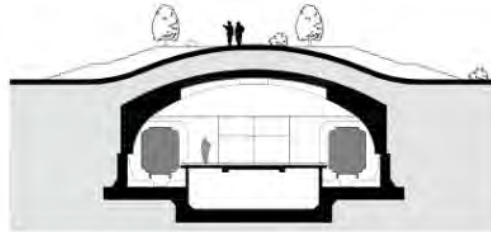
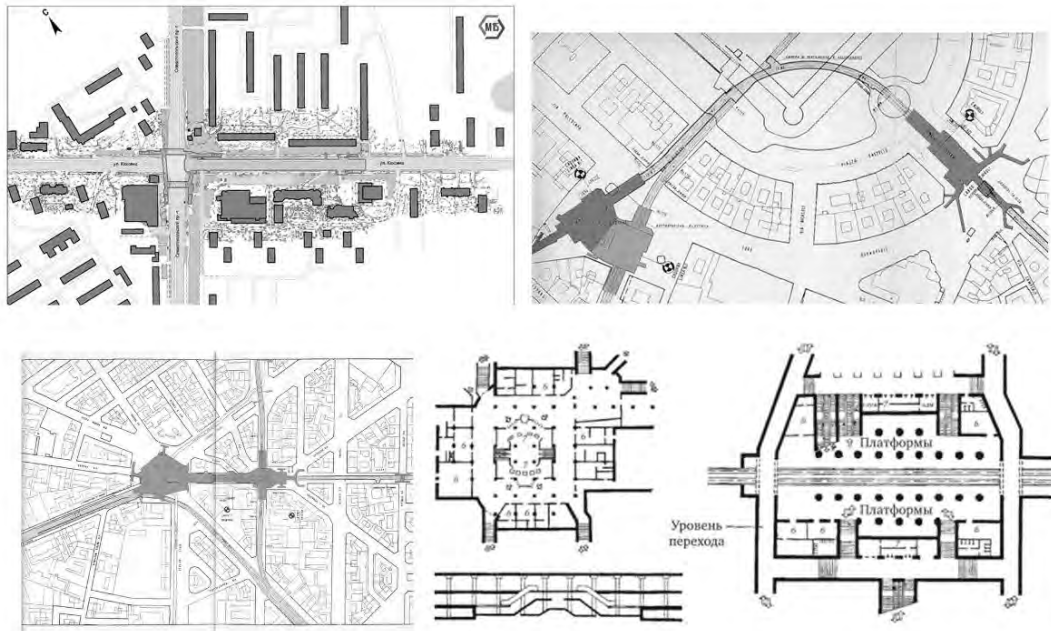


Рисунок 5. Станция малого заложения с парковой зоной на поверхности



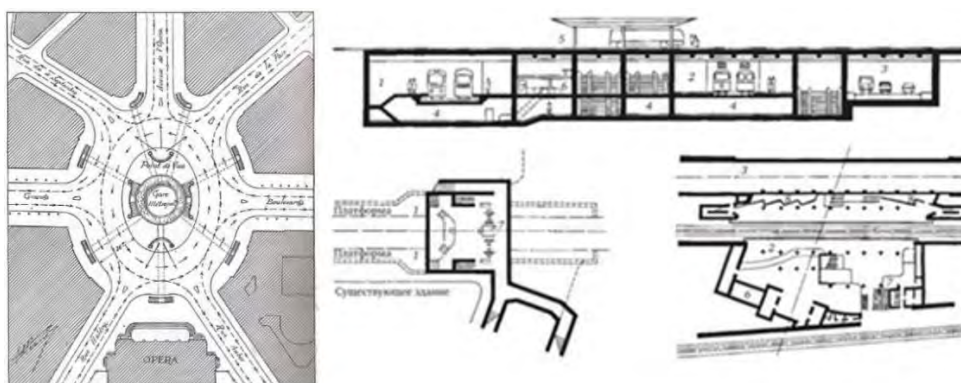


Рисунок 6. Подземные вестибюли-площади: проект станции «Зюзино» в Москве; метрополитен в Милане – участок «Кадорна — Кайроли», станция «Кадорна» с разветвленной системой переходов, станция «Лоретто» и пересечение с линией М2 (Милан), вестибюль станции «Хоторгет» в Стокгольме (Швеция), подземный вестибюль и переходы на станции «Термины» в Риме (Италия)

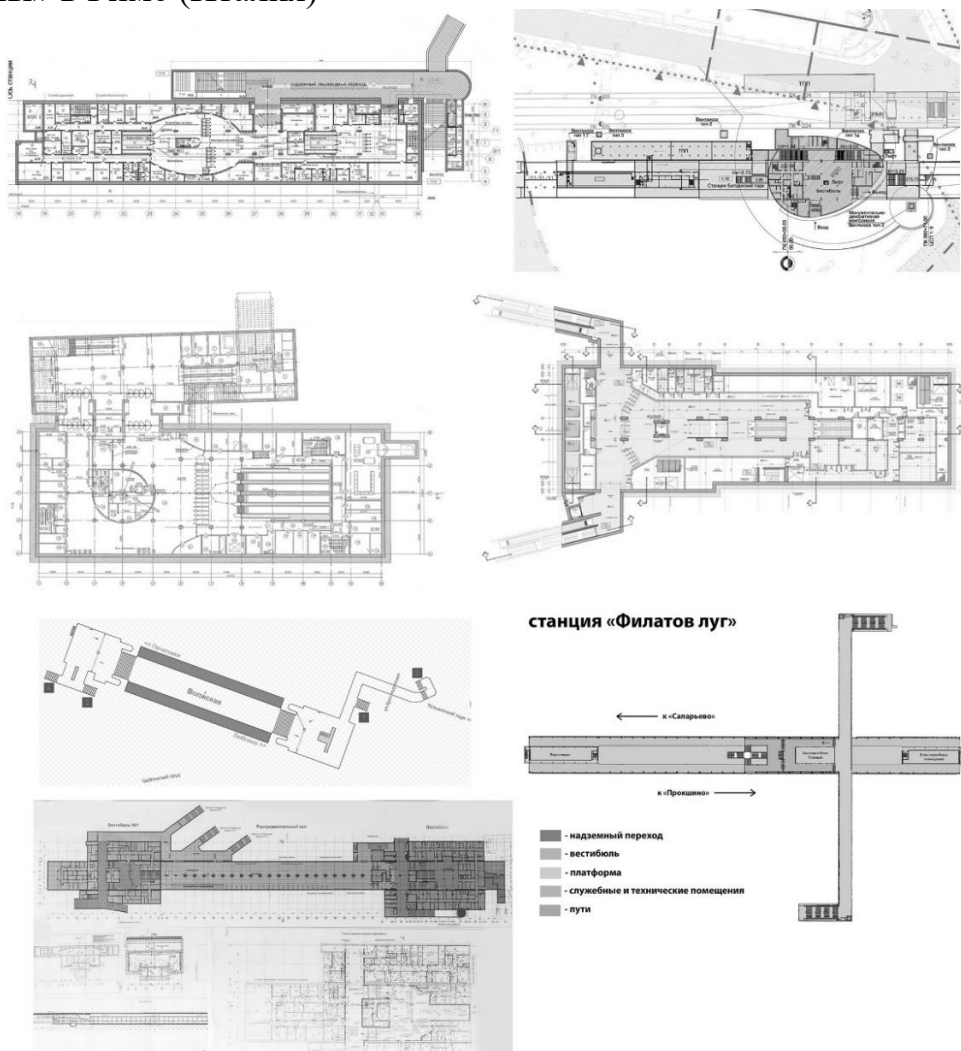


Рисунок 7. Подземные вестибюли станций, вестибюли с подуличными переходными переходами: станция «Битцевский парк», станция «Театральная» (Санкт-Петербург), вестибюль станции «Волжская», станции «Филатов луг», «Ховрино»

Х А.**Х Б.****Х В.****Х Г.****Х Д.**

Рисунок 8. Станции с береговыми платформами со стенами в междупутье по оси станции и различными по форме проёмами: а) станция «Стахановская»; б) станция «Давыдково»; в) станция «Окская»; г) станция «Юго-Восточная»; д) наземная станция в Дубае

Х

Рисунок 9. Ступенчатая станция «кармелита» (метрополитена-фуникулёра) в Израиле

Х

Рисунок 10. Станция «пещерного» типа метрополитена в Стокгольме, Хельсинки

1.2.2 НАЗЕМНЫЕ И ЭСТАКАДНЫЕ СТАНЦИИ

Эстакадные станции подняты над землёй на опорах (колоннах или пилонах)¹². Примечательны монорельсы навесные и подвесные. Путепровод может быть организован в виде металлических сквозных рам с пролётом 12м, либо в виде балочной системы пролётами до 20м с металлическими башенными опорами. Проектирование станций эстакадного метрополитена не создаёт препятствий для движения транспорта и горожан. Для обеспечения проезда наземного транспорта под линией метрополитена принимают минимальное расстояние до низа конструкций не менее 4,5м. Данный тип исполнения станций более экономичный при возведении сооружений из железобетона, по сравнению со стальными конструкциями.

Отличительными чертами наземных и эстакадных станций закрытого типа является наличие стен и перекрытий над платформой и путями (**рис.11**). Создание единого замкнутого тёплого контура, проектирование крытых станций и перегонов метрополитена позволяют уменьшить эксплуатационные затраты на отопление и обслуживание станций (**рис.19**). Экономичный «ангарный тип» применён на наземных станциях «Филатов луг», «Прокшино» с крытыми перегонами, «Технопарк», «Мякинино». Станции открытого типа представляют собой островную платформу с навесом или береговые платформы со стенами и навесами. Они экономичнее при строительстве, но более дорогостоящие при эксплуатации. Использование покрытий самоочищающихся навесов уменьшает затраты на обслуживание станций.

Уместно создание наземных вестибюлей. Форма наземных павильонов входа в метрополитен может быть разнообразной (**рис.12**). Актуально применение более округлых форм, плавных очертаний, динамичность композиции. Павильоны могут иметь большую высоту для лучшей визуальной навигации пассажиров (**рис.15**). Однако при этом увеличивается обогреваемый объём здания, а следовательно – и затраты на его эксплуатацию. Необходима разработка архитектуры павильонов с учётом конкретной градостроительной ситуации.

¹² Братищев, А.К. Тенденции развития архитектуры метрополитена (1823-2000 гг.) / А.К. Братищев // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2021. – Т.6 (№10). – С. 33-45. – URL: <https://bulletinbstu.editorum.ru/ru/nauka/article/45297/view#author1> DOI: <https://doi.org/10.34031/2071-7318-2021-6-10-33-45>.

В качестве примера эстакадного метрополитена можно привести Skytrain в Ванкувере. В Германии на конец 2018 г. эстакадный метрополитен составил 60 % от всей инфраструктуры. Использовались эстакады железных дорог. В Германии метрополитен образовывался и интегрирован со штадтбанами (трамвайной легкорельсовой скоростной системой, как в Волгограде, где имеется большое количество наземных станций метрополитена), а также с С-Бан (городскими электропоездами). Примечательны монорельс в Дрездене с архитектурой металлических опор, подвесной монорельс линии Ш-Бан с раздвижными дверями на станциях (станции Технического университета Дортмунда, аэропорта Дюссельдорфа). В Нью-Йорке вся система метрополитена проектировалась на эстакадах. Наземная станция «Пхая Тхай» в Тайланде, связывает город с аэропортом Суварнабхуми. Наземная крытая станция «Ист-Вэст лайн» в Сингапуре спроектирована на эстакаде. Метрополитен Чикаго построен в 1892 г. большей частью проходит над землёй. Станция «Морган» в 2010 г. вошла в программу реновации объектов метрополитена и расположена на металлических пилонах. Было решено её восстановить, так как в районе образовалось большое количество галерей и располагаются городские достопримечательности. Станция была выполнена с активным использованием витражного остекления [115, С.138-147]. Метрополитен в Дубае строился как наземный транспорт с применением типовых проектов станций, позволяющий обозревать городскую панораму.

Монорельсы в Москве не так актуальны из-за дорогостоящего обслуживания. В состав Московского метрополитена включёна эстакадная линия монорельса, курсирующего вдоль ВДНХ. Однако данная транспортная система себя не зарекомендовала из-за небольшой скорости движения подвижных составов, малой вместимости и большим интервалам движения. При этом необходимы меры по уменьшению воздействия шума на прилегающей территории. Данный тип станций хорош в условиях разреженной застройки, в промзонах и лесопарковых участках. Как например, Бутовская линия Московского метрополитена (станции «Скобелевская», «Бульвар Адмирала Ушакова», «Улица Горчакова», «Бунинская аллея» 2003 г.). При строительстве надземной Бутовской линии метрополитена в Москве проектировались экономичные станции в виде платформ на

железобетонных опорах с лёгким металлическим навесом и минимальным функциональным набором помещений. В центральной части Москвы отказались от строительства эстакадного метрополитена вследствие производимого поездами шума, нарушения исторической застройки, ухудшения инсоляции нижних этажей зданий.

Проектирование метромостов и расположение на них станций позволяет преодолевать наземные преграды (**рис.13**). Крупнейшие метромосты были построены в Киеве через Днепр (Х.Фукс, 1965 г.; длина – 684,5 м) и в Новосибирске через Обь (1978-85 г.; общая длина 2145 м). В проекте мостового перехода через Днепр в Киеве – Подольского моста, на верхнем ярусе предполагается движение автомобильного транспорта, а на нижнем – пройдёт четвёртая линия метрополитена, получившая название «Подольско-Вигуровская». На нижнем ярусе будут располагаться три станции метрополитена: «Судостроительная», «Труханов остров» и «Затока Десенка», а также станция «Радужная» на левом берегу (**рис.20**). Первоначальная цель данной линии – связать крупный левобережный спальный район «Троещина» с правым берегом и с железнодорожным вокзалом, а также разгрузить существующие пересадочные узлы. Для преодоления водных преград в Москве имеются метромосты (**рис.13**): «Смоленский» (арх. Яковлев К.Н., Яковлев Ю.Н.), «Лужнецкий», «Преображенский», «Юго-Западный», «Нагатинский», «Медведковский», «Черкизово», «Владыкино», «Митинский», крытый «Волжский», «Северное Бутово». Планируется строительство метромоста между станциями «Пыхтино» и «Внуково». Метромосты участвуют в формировании городских панорам, набережных. «Воробьевы горы» – единственная в своём роде станция, расположенная на мосту над Москва-рекой, спроектированная М.П. Бубновым, А.С. Маркеловым, М.Ф. Марковским.

На формирование архитектурного образа наземных станций влияют конструкции навесов: арочные, Г-, Т- и П-образные, двухскатные с внутренним водостоком. Для боковых платформ навесы делают односкатными. Навесы выполняются из железобетона, стали, клеёной древесины, полимеров и композиционных материалов. Навесы над платформами станций могут быть спроектированы в форме складок (к

примеру, цилиндрических). Возможно применение путепроводов в качестве навесов. На станции «Ист-Вэст Лайн» в Сингапуре навес выполнен из брезента. Проектирование тентовых конструкций в Москве не актуально вследствие климатических условий. Создание целостного визуального образа станций возможно благодаря использованию оболочек.

Вестибюли метрополитена могут быть наземными и надземными (конкорсы), отдельностоящими или интегрированными со зданиями. Конкорс – это площадь, на которую выходят сразу несколько улиц. К примеру, «Гранд-Конкорс» в Нью-Йорке. В своём нынешнем значении конкорс – это распределительный зал, устраиваемый между платформами и основными помещениями крупного транспортного сооружения. С помощью конкорса можно обеспечить беспрепятственное передвижение больших потоков пассажиров и распределять их по определённым направлениям¹³. Вестибюль станции метрополитена может представлять собой конкорс, нависающий над посадочными платформами (рис.15, 16). В Киевском метрополитене имеются пешеходные «мосты-конкорсы» между станциями "Театральная" и "Золотые ворота". На станции "Дарница" переход является частью вестибюля станции на другую сторону Броварского проспекта. Актуально проектирование конкорсов (распределительных залов на опорах), благодаря которым обеспечивается пересадка и экономится городская площадь (ТПУ «Марьино» и «Люблино» в Москве).

Выбор компактной формы плана и уменьшение площади поверхности фасадов наземных объёмов станций позволяют сократить эксплуатационные расходы на отопление. В качестве зарубежного аналога можно привести круглый в плане вестибюль станции Лондонского метрополитена «Соусгейт». Благодаря чему интерьер раскрывается, объединяясь с городским пейзажем. Интерьеры вестибюля станции «Ботанический сад» (1978 г.) и «Владыкино» (1991 г.), также имеют круг в плане и запроектированы в сплошном остеклении, что актуально в условиях нехватки солнечного света. Актуально проектирование открытых и светлых павильонов с экспериментальным

¹³ Братищев, А.К. Перспективные тенденции архитектурного формирования объектов метрополитена в Москве / А.К. Братищев // Международный электронный научно-образовательный журнал «Architecture and Modern Information Technologies». – 2021. – №2(55). – С. 181-195. – URL: https://marhi.ru/AMIT/2021/2kvart21/13_bratishchev/index.php DOI: 10.24412/1998-4839-2021-2-181-195.

дизайном потолка. Нестандартное решение принято для вестибюля станции «Соусвок» линии «Джубели», спроектированный архитекторами МДжиПи: изогнутый промежуточный вестибюль из четырех этажей с высоким верхом с коническими бетонными балками на верхнем уровне, отделанный полированным бетоном, с поверхностью из синего стекла.

Актуальны решения с применением цветного стекла или ацетатной плёнки на наземных павильонах, придающие эффект объёмного цветного света внутри. За счёт данного покрытия обеспечивается защита от солнечного света и уменьшаются затраты на кондиционирование воздуха. Для облицовки наземных павильонов вестибюлей и технических зданий метрополитена применяют стемалит, триплекс, перфорированный металл, алюминиевые фасадные панели, керамогранит, фиброцементные панели. Современные наземные вестибюли чаще выполняются в виде простых геометрических тел (стеклянных параллелепипедов). Динамичный образ навесов формируется благодаря наклонным очертаниям. Конструкция павильонов может быть выполнена из алюминиевых П-образных рам с тросовыми связями. К примеру, конструкции вестибюля станции «Жулебино» Московского метрополитена, треугольный навес над вестибюлем станции «Ольховая» в Москве (**рис.17**) [115, С.175]. Также асимметрия придаёт динамичность архитектурным формам. Павильоны могут представлять собой трубу, с обеих сторон открытую для входа и выхода. Для проектирования наземных вестибюлей применяют рамно-связевой каркас. Для устройства покрытия наземных вестибюлей могут использовать коробчатые конструкции, как на станции «Петровско-Разумовская». Для покрытия вестибюлей и наземных станций применяют конструкции в виде гиперболообразных параболоидов, структуры-оболочки (**рис.18**). Нетиповые решения приняты на станциях «Кэнэри-Уорф» архитектора Нормана Фостера и «Вестминстер» – Майкла Хопкинса: оболочка из клееной древесины с ячейками из фторопласта и многосветное пространство вестибюля с применением каркаса из металлических труб. Станция Юбилейной линии Лондонского метрополитена в квартале Канэри-Уорф имеет навес в виде гиперболического параболоида (седловидной поверхности). Покрытие входного павильона станции «Исани» (архитекторов Николос Ломидзе и Гиви Модсманишвили) в Тбилиси выполнено из

железобетонных криволинейных поверхностей. Возможно перекрытие вестибюлей крышей грибовидной формы. Наземный павильон станции «Ичери-Шехер» Бакинского метрополитена принял форму стеклянной пирамиды. Возможно проектирование «станций-клумб» (рис.39). В качестве примера можно привести станцию в Гаосюне на Тайване. Для преодоления больших перепадов высот рельефа возможно проектирование эскалаторных галерей, как на Воробьевых горах, а для преодоления водных препятствий – траволаторных тоннелей (станция «Спортивная» в Санкт-Петербурге).

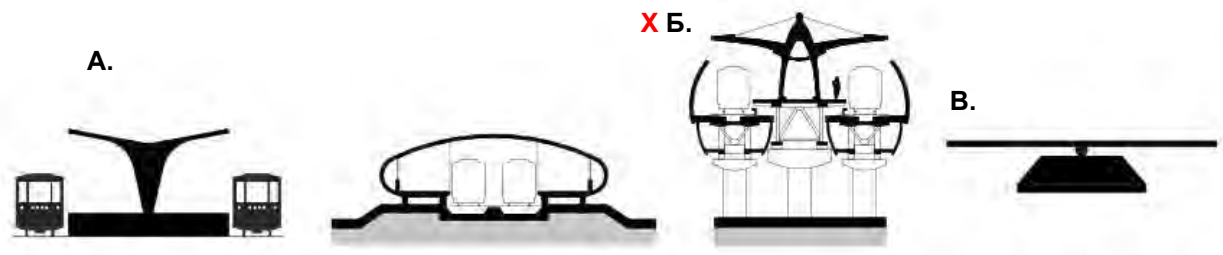


Рисунок 11. Типы наземных станций: а) наземные открытые, закрытые; б) эстакадные; в) канатные (струнные)

А.



Б.



Рисунок 12. Наземные павильоны станций: а) округлые плавные формы, использование арок при проектировании павильонов, наличие навеса над входами (станции «Кавальская слобода», «Уручье», «Петровщина» в Минске, «Ичери-Шехер» в Баку); б) эстакадные

«Аметьево» в Казани; станция «Спортивная», Санкт-Петербург; конкурсный проект станции «Кленовый бульвар», Москва; б) высокий павильон станции «Крюково» МЖД

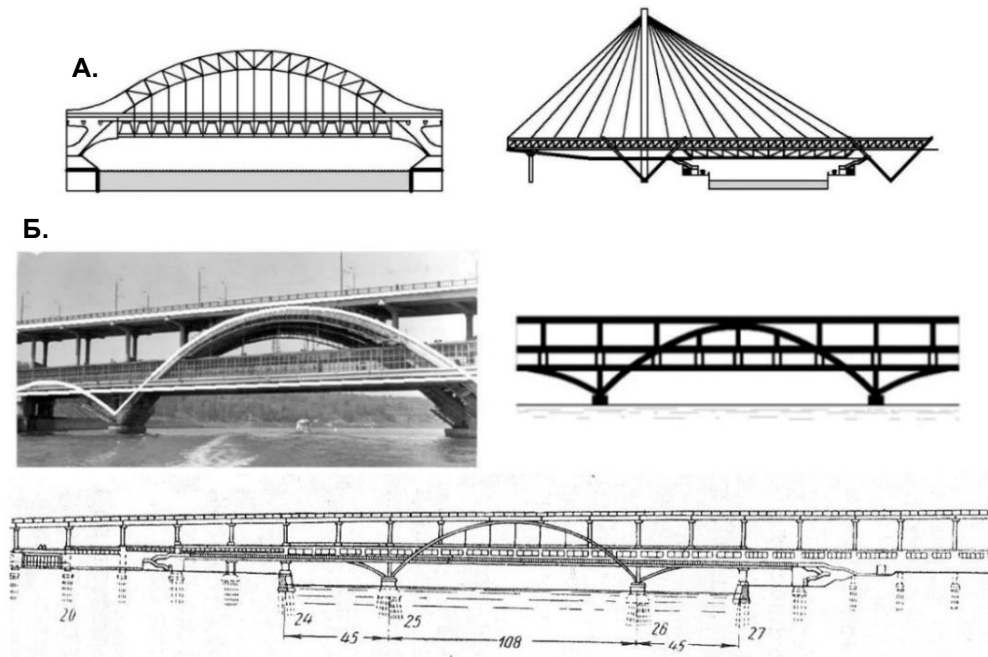


Рисунок 13. Метромосты: а) схемы фасадов метромостов; б) станция «Воробьевы горы» (арх. Бубнов М.П. 1959 г.)

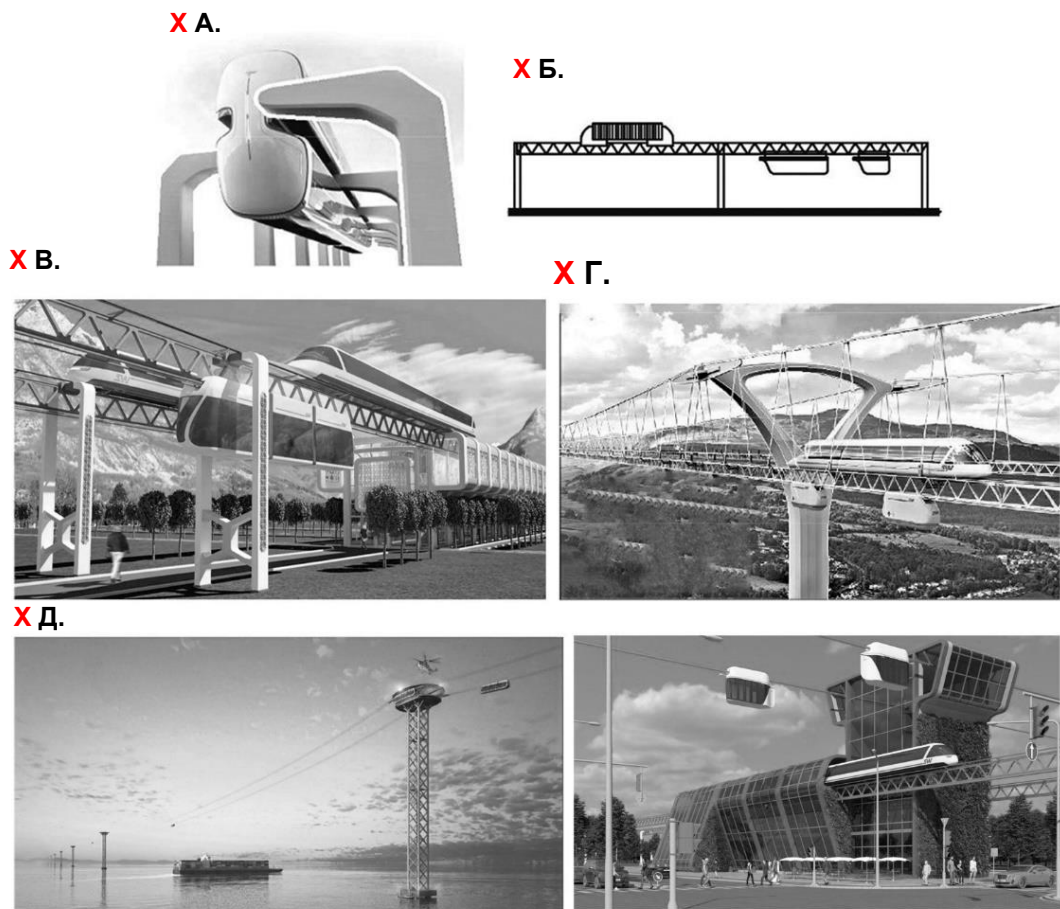
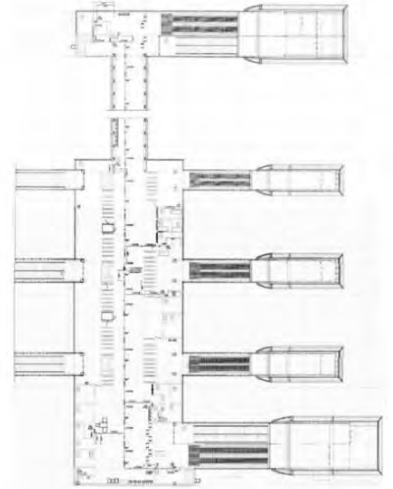


Рисунок 14. Станции и путепроводы эстакадного типа (монорельсы и

струнный транспорт): **а)** путепроводы с опорами для двухуровневого поезда «Твилинджер»; **б)** схема путепровода для струнного транспорта; **в)** общий вид комбинированного комплекса подвесного и навесного монорельса; **г)** опоры струнного транспорта; **д)** станция для пересадки с метрополитена на струнный вид транспорта

А.



Б.



В.



Г.



Д.



Е.



Ж.



З.



И.



К.



Х Л.



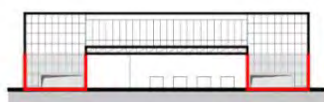
М.



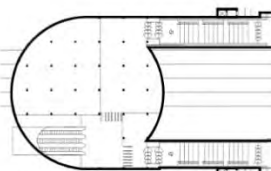
Рисунок 15. Проектирование конкорсов с залами ожидания, пересадочных мостов, эскалаторных галерей, рассредоточение объёмов станций: **а)** проект транспортно-пересадочного узла «Нахабино», «Печатники»; **б)** план конкорса (распределительного зала) ТПУ «Нахабино»; **в)** станция с наземной пешеходной галереей «Мичуринский проспект» в Москве; **г)** проект с заглублёнными общественными пространствами ТПУ в Нинбо, Иньчжоу; **д)** вестибюль станции МЦК «Балтийская»; **е)** проект вестибюля ТПУ «Рэйл Балтика»; **ж)** вестибюль станции «Лужники» Московского центрального кольца; **з)** транспортно-пересадочный узел «Канада Вотэ» в Лондоне; **и)** транспортно-пересадочный узел в Лобне; **к)** проект конкорса (наземного распределительного зала) станции «Одинцово» (МЦД-1 «Оденцово-Лобня»); **л)** проект пересадки; **м)** проект ТПУ «Петровско-Разумовская», Москва



ОБЩЕСТВЕННЫЕ ПРОСТРАНСТВА НАД ДОРОГОЙ
MIA QIANG BEI ROAD, ШАНХАЙ



ОБЩЕСТВЕННОЕ
ПРОСТРАНСТВО



ПЛАН ВЕСТИБЮЛЯ НА ОПОРАХ

ОБЩЕСТВЕННОЕ
ПРОСТРАНСТВО

ПОТОКИ

- ПЕШЕХОДНЫЙ ПОТОК НАД ЗЕМЛЕЙ
- ПЕШЕХОДНЫЙ ПОТОК ПОД ЗЕМЛЕЙ
- АТОМОБИЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ
- МЕТРО

САД ФОНАРЕЙ



ВОДА



СОЛНЦЕ



ВОЗДУХ



ЗЕМЛЯ

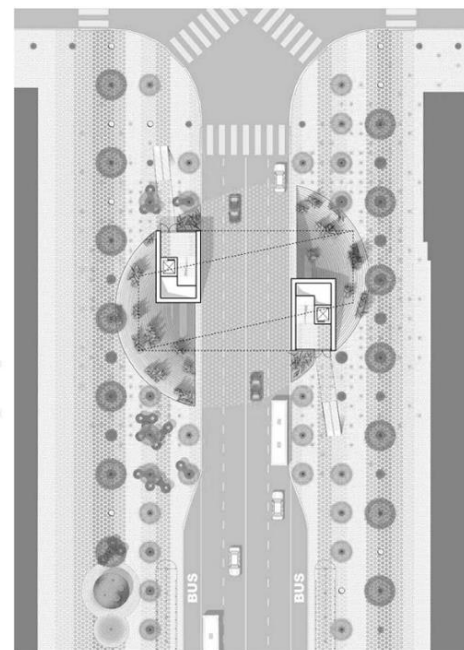
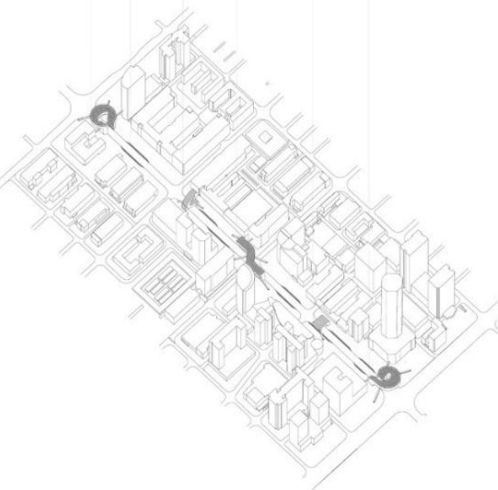
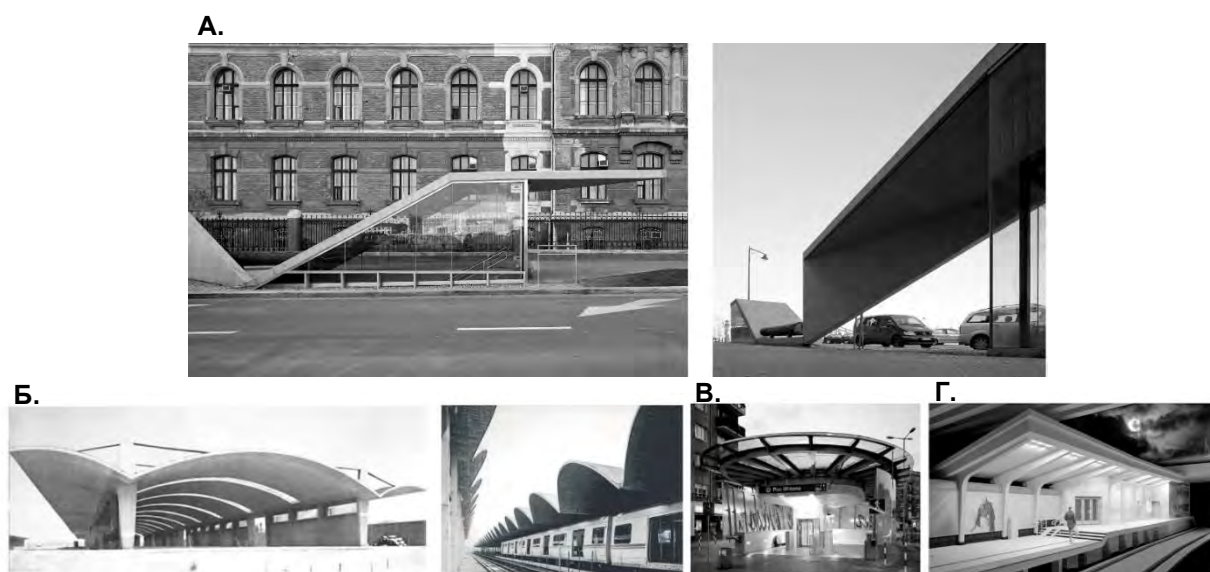




Рисунок 16. Расположение вестибюлей на опорах над автодорогой – общий вид, схема фасада и плана общественного пространства над «ХуаЧанБэй Род», Китай



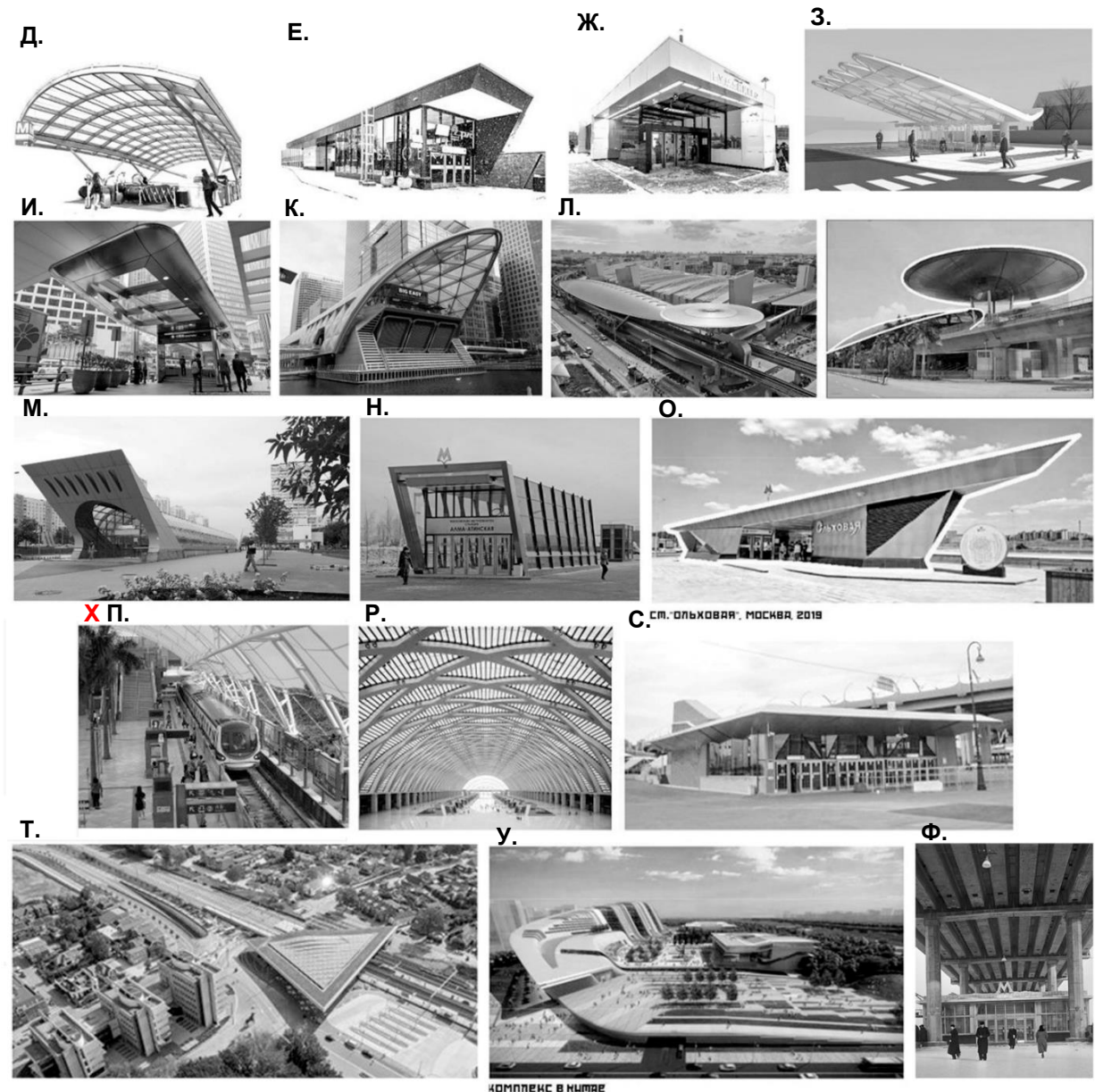
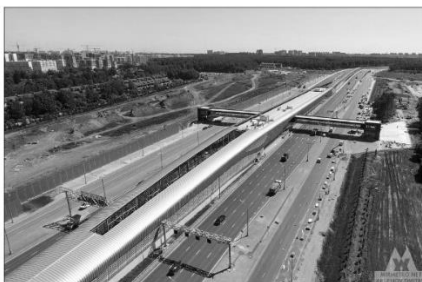


Рисунок 17. Вариативность архитектурных решений наземных вестибюлей станций: **а)** вестибюль станции «Твин Стэйшн», Будапешт, Венгрия; **б)** разнообразные формы навесов наземных станций метрополитена; **в)** навес над входом на станцию «Плац Вильсона», Варшава; **г)** навес из сборных элементов над платформой на станции «Кутузовская»; **д)** светопрозрачный навес на станции «Ланфан Плаза», Вашингтон; **е)** навес станции «Баковка» (МЦД, Москва); **ж)** навес вестибюля станции «Румянцево»; **з)** конкурсный проект светопрозрачного навеса над автобусной станцией в Чикаго; **и)** навес станции метрополитена в Гонконге; **к)** станция «Канэри-Уорф» в Лондоне; **л)** станция «Экспо» в Сингапуре; **м)** станция «Строгино» (Москва); **н)** станция «Алма-Атинская» (Москва); **о)** динамичный образ станция «Ольховая» (Москва); **п)** брезентовый навес на станция «Ист-Вэст Лайн» в Сингапуре – интерьер станции; **р)** покрытие Тяньцзиньского вокзала; **с)** динамичный образ вестибюля станции «Зенит»; **т)** ТПУ в Берлине; **у)** вокзал в Утрехте (Нидерланды); **ф)** навес в виде путепровода на станции «Воробьёвы горы»

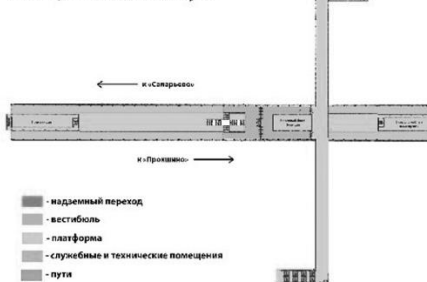


Рисунок 18. Проект транспортно пересадочного узла с применением кровли-оболочки

А.



станция «Филатов луг»



Б.



Рисунок 19. Наземные крытые станции: а) станция «Филатов луг»; б) архитектура крытых перегонов

А.



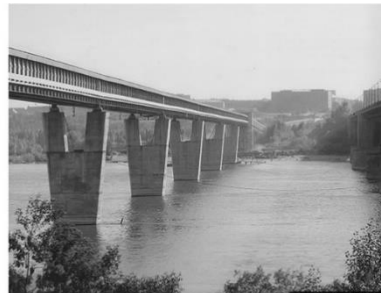
Б.



В.



Г.



д.

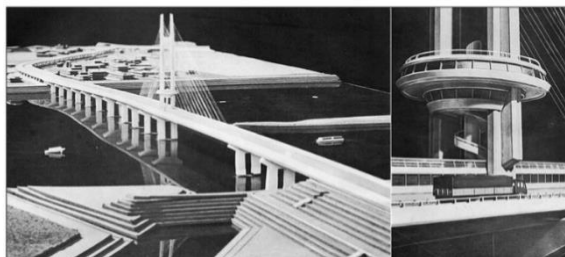


Рисунок 20. Станции, расположенные на мосту: а) переход со станциями «Судостроительная», «Труханов остров» и «Залив Десенка» в Киеве; б) станция «Аметьево» над автомагистралью – двухуровневый метромост с пешеходным переходом над станцией, Казань; в) станция Сергелийской линии метрополитена в Ташкенте; г) Новосибирский метромост; д) проект Южного метромоста в Киеве

1.2.3 БЕРЕГОВОЙ И ОСТРОВНОЙ ТИП ПЛАТФОРМ

Станции метрополитена в зависимости от размещения платформы, могут быть островного, берегового или комбинированного типов. Островные платформы (когда платформа расположена между прибывающими поездами) удобны для осуществления и распределения пассажиров. Однако при этом происходит пересечение пассажирских потоков. Береговые платформы менее удобны (когда на станции имеется отдельные платформы – две и более). Наличие одной островной платформы и двух береговых увеличивают пропускную способность станций за счёт одновременной высадки и посадки пассажиров. В Москве данный подход не актуален, так как является дорогостоящим.

За период с 1935 по 2025 гг. в Москве спроектировано 236 станций с островным типом платформ и 13 станций с береговым типом расположения платформ (**график 5**). За период с 1990 по 2025 гг. среди станций Московского метрополитена спроектировано 100 станций с островным типом платформ и 10 станций с береговым типом расположения платформ. Таким образом, 90 % станций в Москве имеют островные платформы. Однако доля станций с береговым типом платформ за последние 20 лет увеличилась до 10 %, что является негативной тенденцией из-за неудобства осуществления пересадок и выходов со станций.

Для колонных двухпролётных станций с одной островной платформой ширина платформы принимается 10, 12 м. Для колонных станций с двумя рядами колонн ширина платформы – не менее 12 м. Для односводчатых станций минимальная ширина островной платформы предполагается порядка 8 м. Для станций берегового типа (с боковыми платформами) – по 4 м (6 м) каждая. Платформы на глухих участках станций должны иметь ширину от 3,2 м (минимальная ширина платформ на станции «Международная» в Москве – 2 м). Длина платформ подземных станций Московского метрополитена предполагает принятия 8 вагонов подвижного состава метрополитена – в среднем от 155 до 162 м. Платформы наземных станций рассчитана на принятие составов из 4-6 вагонов. Поэтому их длина составляет от 90 м.

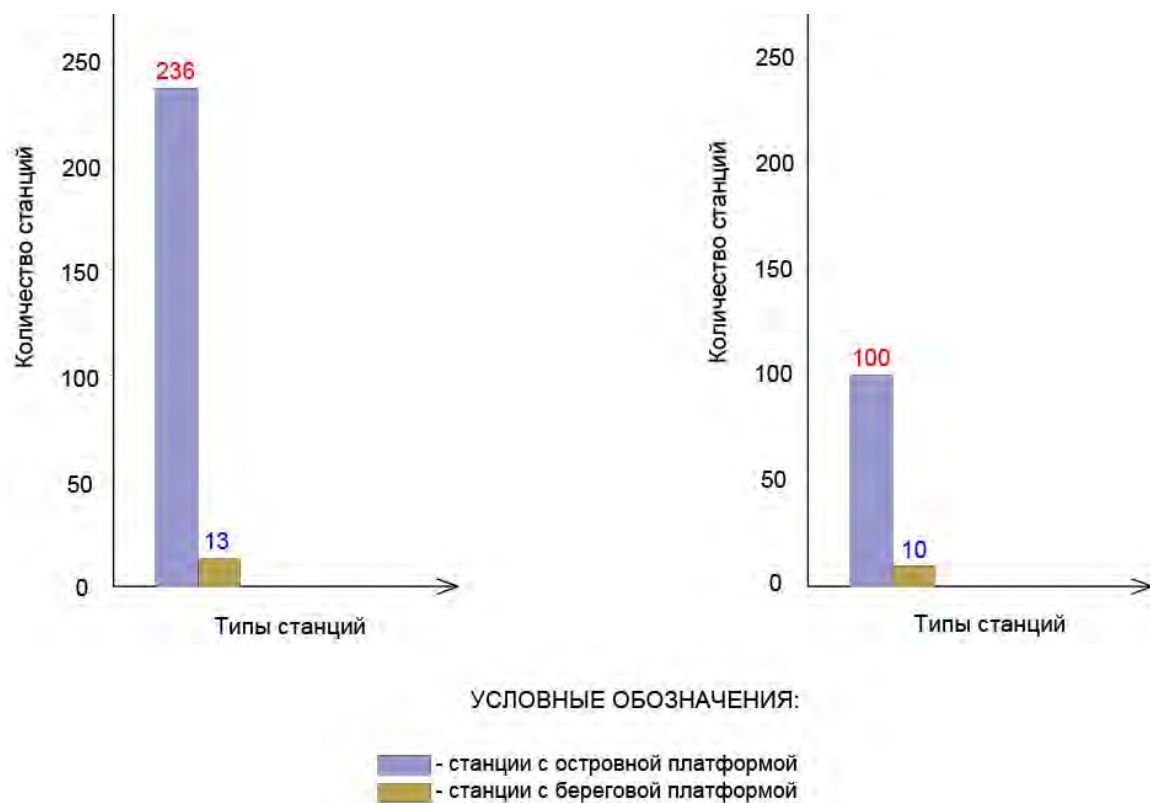


График 5. Соотношение станций Московского метрополитена с островным и береговым типом платформ, построенные в периоды с 1935 по 2025 гг. и современных станций – с 1990 по 2025 гг.

1.3 ТРАНСПОРТНО-ПЕРЕСАДОЧНЫЕ УЗЛЫ

В качестве крупнейших подземных транспортно-пересадочных узлов, объединённых с метрополитеном, можно привести «Ворд Трэйд Центр» в Нью-Йорке, «Сидзюку» в Токио, «Шатле – Ле-Аль» в Париже, «Т-Цэнтрален» в Стокгольме, Центральный вокзал в Берлине.

Транспортный узел «Ворд Трэйд Центр» в Нью-Йорке объединяет несколько линий метрополитена и подземной железной дороги.

Пассажиропоток транспортно-пересадочного узла «Синдзюку» в Токио превышает 3,5 миллиона человек в день. Транспортный хаб оборудован 36 наземными и 17 подземными платформами, а со станции ведут 200 выходов. Хаб объединяет железнодорожный транспорт, метрополитен и автобусные терминалы.

«Шатле – Ле-Аль» в Париже – один из крупнейших подземных пересадочных узлов Европы. Ежедневный пассажиропоток транспортного узла составляет 750 000 человек. «Шатле – Ле-Аль» объединяет три подземных линии РЭР и 5 линий парижского метрополитена. Поезда РЭР осуществляют связь с пригородами центра города.

«Т-Цэнтрален» – станция метрополитена Стокгольма, являющаяся частью центрального пересадочного узла. Под Центральным вокзалом на разных уровнях пересекаются три линии стокгольмской подземки, а самый нижний уровень занимает станция пригородных электропоездов "Стокгольм Сити". В транспортный узел также включен городской туристический трамвай, соединяющий пересадочный комплекс с музейным островом Юргорден. К 2026 году транспортный узел будет дополнен подземным уровнем со станцией узкоколейной железной дороги Рослагсбанан. В состав комплекса входит убежище на 8000 жителей. Уровни связаны траволаторами, эскалаторами и лифтами. Рядом со станцией метрополитена расположена подземная парковка на 296 парковочных мест площадью 6650 кв. метров.

Центральный вокзал в Берлине объединяет 3 островные платформы Штаттбан, 4 островные платформы магистрали «Север–Юг» и одну островную платформу метрополитена.

Транспортно-пересадочные узлы в Москве формировались на основе железнодорожных вокзалов (Курский, Белорусский, Киевский и Павелецкий

и т. д.), зон отдыха, промышленных предприятий, спортивных центров, лечебных и учебных учреждений¹⁴. В Москве метроузлы организованы на станциях «Библиотека им. Ленина», «Охотный ряд», «Тверская», «Курская», «Чистые пруды», «Третьяковская», «Таганская», «Киевская», «Китай-город». Для рационального проектирования и целесообразности размещения станций метрополитена необходим многофакторный анализ и расчёт пропускной способности. На современных станциях максимальная частота движения составов – 40 пар поездов в час. При средней вместимости вагона состава в 150 человек, станция может пропускать 60 тыс. пассажиров в час и 1 млн пассажиров – в сутки.

Период начала 21 в. характеризуется значительным увеличением плотности населения Москвы. Это происходит по ряду причин. Правительством Москвы реализуется программа реновации жилого фонда и освоения промышленных территорий, согласно которой дома средней этажности заменяются высотными зданиями. Расширяются административные границы города. Для сохранения целостности и единства городских территорий в Москве ведётся активное строительство станций метрополитена с последующим объединением с наземным железнодорожным транспортом. Показателем удобства расположения жилья в современных мегаполисах является шаговая доступность станций метрополитена. Происходит расширение и увеличение плотности сети Московского метрополитена. Активно ведётся новое строительство и реконструкция ранее построенных станций метрополитена для интеграции с разными типами зданий (общественных, жилых) и инфраструктурой различных видов транспорта (пригородных электропоездов, личного автотранспорта, самолётов, автобусов, речного такси) (**рис.21, 22**). Интермодальность и многофункциональность являются неотъемлемыми характеристиками современных станций метрополитена и метроузлов. Организация транспортно-пересадочных узлов позволяет уменьшить пассажирам время на пересадку вследствие компактного, а следовательно экономичного

¹⁴ 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 2019 г. – С. 101–104.

размещения разнообразных видов транспорта ¹⁵. *Рассредоточение пассажиропотоков на ТПУ, как правило, осуществляется через единый распределительный зал (Рис.21). В Москве в настоящее время реализуются проекты 34 ТПУ: «Нижегородская», «Измайлово», «Деловой центр», «Выхино», «Саларьево», «Ховрино», «Петровско-Разумовская», «Рассказовка», «Некрасовка», «Авиамоторная», «Лермонтовский проспект», «Технопарк», «Селигерская», «Пятницкое шоссе», «Киевская». Необходима интеграция станций метрополитена с новыми железнодорожными вокзалами («Восточный», «Нижегородская», «Печатники») и станциями Московских центральных диаметров (МЦД) (Рис.22), автобусными остановочными комплексами, фуникулёрами.* «Марьино» – это ТПУ, который объединяет Люблино-Дмитровскую линию Московского метрополитена, Большую кольцевую линию (БКЛ), Московский центральный диаметр (МЦД- 2) и остановочные пункты автобусов. *Интеграция речного вида транспорта с сетью метрополитена* позволила бы развивать туристический потенциал Москвы. *В Москве строятся новые линии метрополитена – Некрасовская, Коммунарская, Большая кольцевая линия (БКЛ), продлевают Сокольническую, Замоскворецкую линии, в состав метрополитена включили Московское центральное кольцо (МЦК).* Особое внимание уделяется наземным *пересадкам при проектировании Московского центрального кольца (МЦК) и по большей части подземных – с Большой кольцевой линии (БКЛ). Основная задача проектирования БКЛ – осуществление пересадок на радиальные ветки. Актуально продление существующих линий метрополитена* (Калининско-Солнцевской, Замоскворецкой, Серпуховско-Тимирязевской) *в сторону аэропортов и интеграция с аэровокзалами, платформами аэроэкспресса (рис.24).* Для связи новых территорий Москвы планируется проектирование Рублево-Архангельской, Бирюлёвской и Калининско-Солнцевской линий. *Необходим опережающий характер строительства метрополитена по отношению к городской инфраструктуре.* Станции метрополитена являются «точками

¹⁵ Братищев, А.К. Тенденции архитектурного проектирования станций Московского метрополитена (2000-2020 гг.) / А.К. Братищев // Международный электронный научно-образовательный журнал «Architecture and Modern Information Technologies». – 2021. – №3(56). – С. 158–175. – URL: https://marhi.ru/AMIT/2021/3kvart21/PDF/11_bratishchev.pdf DOI: 10.24412/1998-4839-2021-3-158-175.

роста», «центрами притяжения» в новых районах, которые должны в культурном, функциональном и архитектурно-эстетическом плане отвечать этим запросам [88, С.115]. При этом необходим учёт резервной территории для перспективного развития ТПУ. В зоне распределительных залов перед станцией может быть размещена библиотека. Если станция метрополитена расположена в историческом центре города, возможна организация музея археологических раскопок. В Монреале торговый центр используется как центральный узел сети метрополитена. Неиспользуемые утром кинозалы транспортно-пересадочных узлов, интегрированных со станциями метрополитена, возможно применять под учебные классы, лектории. ***Современные станции представляют собой «аудио-визуальные коммуникационные центры».*** Актуальна организация демонстрационно-выставочных площадей (станция «Воробьёвы горы» в Москве, «Зенит» – в Санкт-Петербурге), интеграция станций с образовательными центрами («Центр профорientации, библиотека и музей Московского метрополитена» на станции «Выставочная»), торгово-развлекательными комплексами и административными зданиями. ТПУ «Нижегородская» включает торговый центр и офисы. Пропускная способность узла – 600 тыс. пассажиров в сутки. Коммерческая часть ТПУ включает торговый центр, офисы. Пропускная способность узла будет превышать 100 тысяч человек. Станция «Мякинино» входит в состав общественно-делового центра. Необходима организация перехватывающих автостоянок. Расположение станции над автомобильной магистралью позволяет сократить время на пересадку. В качестве примера можно привести новые ***общественные пространства над дорогой*** «ХуаЧанБэй» в городе Шэньчжень в Китае. Примером проекта в Москве являются транспортно-пересадочный узел «Тропарёво» на Ленинском проспекте. Наземные станции и станции малого заложения уменьшают время на подъем/спуск на станции.

«Городской тоннель» – это многоуровневый многофункциональный путепровод, предназначенный для различных видов городского транспорта (рис.21) [1, С.89-105]. Однако при этом происходит дублирование транспортных потоков.

К негативным чертам проектирования ТПУ можно отнести сложность

регулирования транспортных и пассажирских потоков, обеспечение безопасности, большим энергозатратам на эксплуатацию, создание «зон отчуждения» из-за большого количества препятствий и создаваемого шума. *При большом скоплении людей создаётся неблагоприятный психологический климат.*

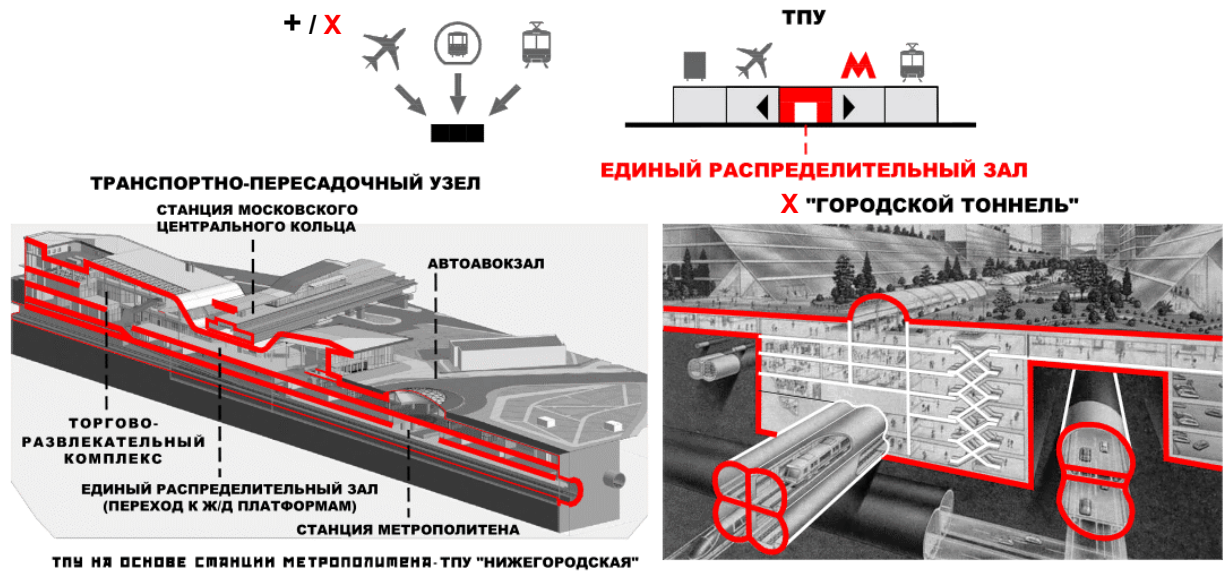


Рисунок 21. Создание многоуровневых транспортно-пересадочных узлов, многофункциональных и интермодальных «городских тоннелей»

+ / X А.



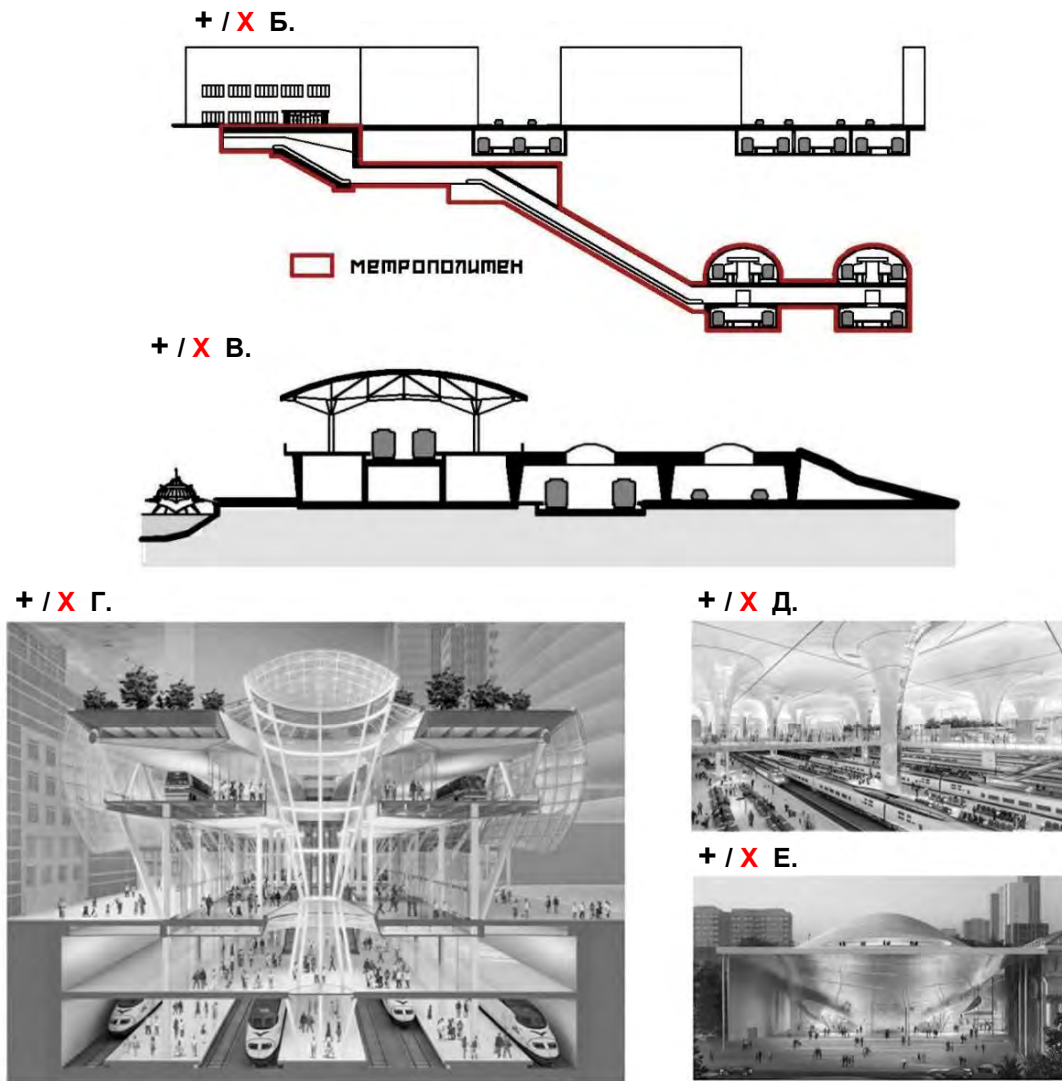


Рисунок 22. Транспортно-пересадочные узлы: а) транспортно-пересадочный узел «Нижегородская» в Москве: общий вид, интерьер распределительного зала; б) схема разреза транспортно-пересадочного узла с двухуровневыми станциями метрополитена; в) схема разреза станции метрополитена при интеграции с речным транспортом; г) схема разреза молла «Кэнери-Уорф», Лондон; д) вокзал в Дэли; е) возможная вариация фасада ТПУ – проект филармонии в Екатеринбурге (архитектор – Заха Хадид)



Рисунок 23. Совмещение станции метрополитена и аэровокзала в Дубае



Рисунок 24. Примеры станций метрополитена в составе ТПУ: проект ТПУ

(«Ленметрогипротранс»), ТПУ «Ростокино», конкурс железнодорожной станции «Крюково» в Зеленограде, станция «Береговая» МЦД-1, МЦД-4

1.4 МНОГОУРОВНЕВЫЕ СТАНЦИИ

В условиях плотной городской застройки актуально применение многомаршевых лестниц и эскалаторов в едином многосветном пространстве (стволе), взамен наклонному ходу – это энергоэффективно, так как экономится пространство подземной выработки, обеспечивается верхнее естественное освещение (**рис.25**). Для создания единого многосветного пространства на станциях малого заложения возможно проектирование тоннеля большего размера, чтобы лестницы на платформы располагались в одном пространстве с ними. Спуск может быть организован с промежуточными уровнями. Проектирование многоуровневых станций метрополитена связано с экономией строительных затрат в связи с уменьшением объема выработки. При этом возможно применение двухуровневых поездов с одновременной посадкой на два уровня. В качестве примера можно привести проект станции наземного метрополитена в районе Чиракас (Джакарта, Индонезия), станции с двухуровневым транспортным тоннелем на «оранжевой» линии метро «Л9» в Барселоне. Актуально проектирование двухъярусных станий метрополитена, балконов, антресолей, второго света. В Бильбао имеется пример подвешивания переходных мостиков на тросах к своду станции (проект компании «Фостер + Партнерс») (**рис.26**) [115, С.24-25]. Архитектурная компания «Росс Барни Акиэткс» в проектах продемонстрировала формирование свободного пространства на платформе односводчатой станции благодаря подвешиванию переходных мостиков на тросах к своду, обеспечив тем самым многоуровневость.

В Москве проектируются многоуровневые станции (в 3-4 уровня) с прямоугольными в разрезе одним центральным и двумя путевыми залами с посадочными платформами. Возможна организация атриумов с многомаршевыми эскалаторами, устройство второго света, проектирование балконов (**рис.26**). Планировка многоуровневых станций сложна, также как

требует размещения пассажирских, служебных и технологических помещений один над другим, совмещение которых не всегда возможно по санитарно-гигиеническим и технологическим требованиям.

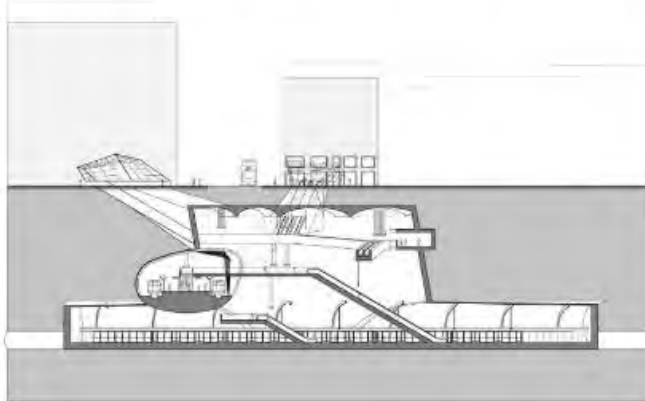
А.



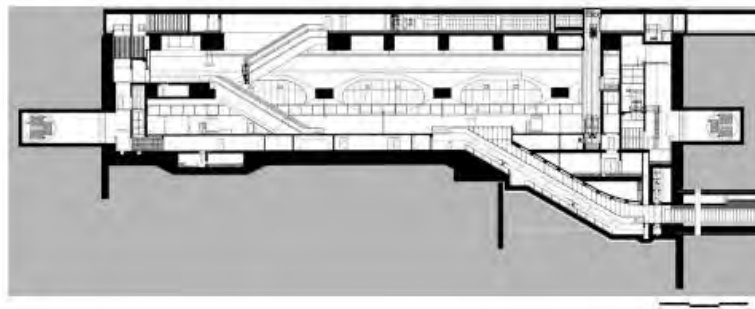
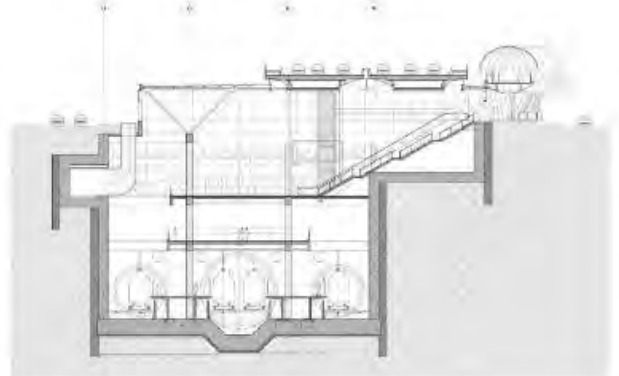
Б.



В.



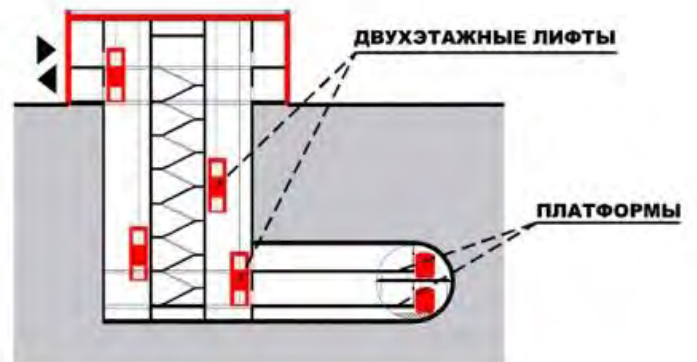
Г.



Х Д.



Х Е.



Х Ж.

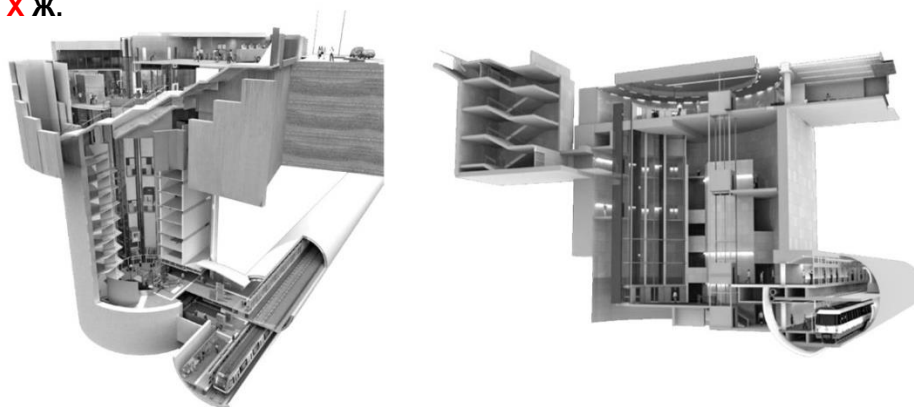
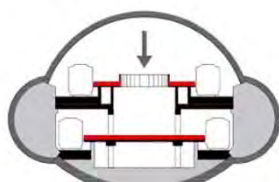


Рисунок 25. Проекты станций с атриумами: а) студенческий проект; б) станция «Западный Коулун», Гонконг; в) схема разреза станции «Бонд-стрит»; г) схемы разрезов станций с многосветным пространством; д) разрез вестибюля с применением многомаршевого эскалятора на станции «ЦСКА» в Москве; е) схема вестибюля с применением двухуровневых лифтов; ж) схемы аксонометрических разрезов станций с устройством двухуровневых лифтов и двухэтажных платформ

Х А.



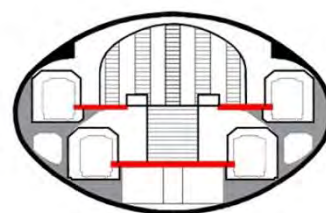
СТАНЦИЯ «СПОРТИВНАЯ» САНКТ-ПЕТЕРБУРГ,
1997, АРХ. А.С. КОНСТАНТИНОВ

Х Б.



ДВУХУРОВНЕВАЯ СТАНЦИЯ ЛИНИИ
МЕТРО L9 В БАРСЕЛОНЕ

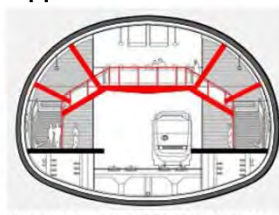
Х В.



Х Г.



Х Д.

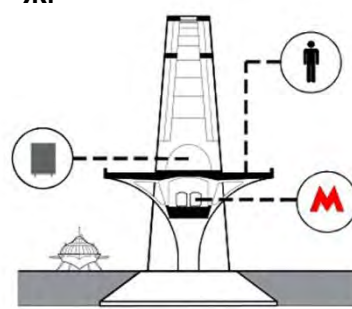


СТАНЦИЯ В БИЛЬБАО, АРХ. FOSTER + PARTNERS

Е.



Ж.



3.

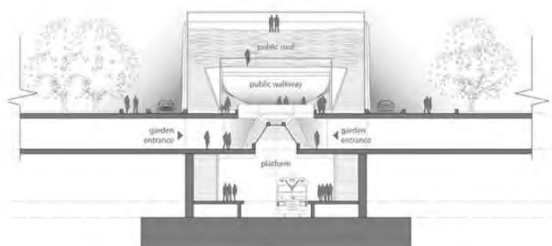
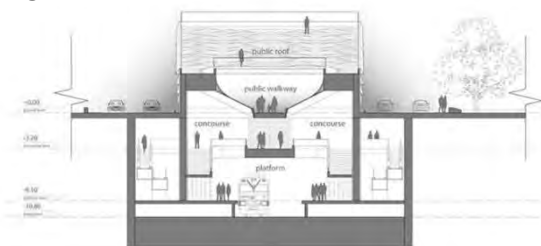


Рисунок 26. Многоуровневость: а) схема разреза станции «Спортивная» в Санкт-Петербурге (1997 г. арх. Константинов А.С); б) схема разреза двухуровневой станции линии Л9 в Барселоне; в) схема разреза

двухуровневой станции; г) проект двухъярусной пересадочной станции (арх. Таранов И.); д) подвесной переходной мост на станции в Бильбао (арх. Фостер+Партнерс); е) схема разреза многоуровневого транспортно-пересадочных узла «Трасбэй транзит центр» в Сан-Франциско; ж) схема разреза многоуровневого метромоста; з) схемы многоуровневых пересадочных узлов

1.5 РЕКОНСТРУКЦИЯ И ИНТЕГРАЦИЯ СТАНЦИЙ МЕТРОПОЛИТЕНА

Современные тенденции по оптимизации, увеличению пропускной способности и улучшению качества транспортных перевозок связаны с применением вставок (встройек), пристроек, надстроек, приспособлением, техническим перевооружением, маскировкой. Актуальна тема сохранения памятников. Памятник – это историческое свидетельство происходящего. Он может передавать исторические обстоятельства или события, в пределах своей исторической эпохи, имеет историческое, научное, градостроительное и художественное значение. Поэтому необходимы оправданные требования модернизации и расширения, которые изменяют характер исторических станций и в разной степени влияют на них. Сорок четыре станции Московского метрополитена являются объектами культурного наследия, особенно это касается первых тринадцати станций Кольцевой линии. В процессе модернизаций станций метрополитена происходит утрата архитектурных деталей, оригинальных вывесок, мебели, витрин, поручней, которые были индивидуально спроектированы в период строительства. Они заменяются на стандартные элементы, не имеющими отношения к архитектурному языку станции. Поэтому следует рационально подходить к архитектурным изменениям исторических облика.

1.5.1 ВСТРОЙКА, ПРИСТРОЙКА, НАДСТРОЙКА

Возможна вставка (встройка) станций метрополитена в здание или сооружение¹⁶. В условиях наличия существующей городской застройки для снижения затрат на переселение жителей ветка метрополитена в наземной

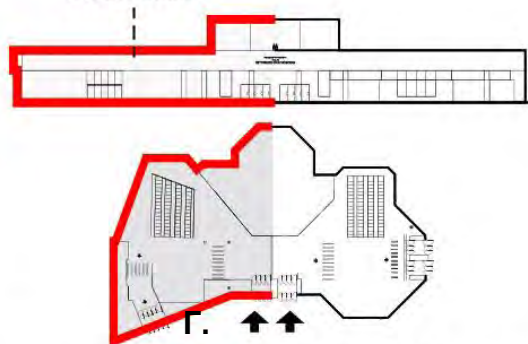
¹⁶ Братищев, А.К. Тенденции развития архитектуры метрополитена (1823-2000 гг.) / А.К. Братищев // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2021. – Т.6 (№10). – С. 33-45. – URL: <https://bulletinbstu.editorum.ru/ru/nauka/article/45297/view#author1> DOI: <https://doi.org/10.34031/2071-7318-2021-6-10-33-45>.

части может проходить под жилыми домами сквозь арки. Для увеличения пассажирской зоны на уже существующих станциях может быть выполнено раскрытие центрального зала. Из-за увеличения пассажиропотока на станции «Лубянка» и «Павелецкая» в Москве было предпринято решение раскрытия центрального зала станции. Таким образом после реконструкции станции выбрали стилистику новых архитектурных решений. Для обеспечения прямооточности входы и выходы из метрополитена могут располагаться в общественных и жилых зданиях (к примеру, объединение с железнодорожными вокзалами). Возможно проектирование станций метрополитена как части будущего здания. Станции монорельса в Сиднее за счёт пристройки интегрированы в общественные здания и расположены вдоль фасадов вплотную. Монорельс в Чунцин в Китае при помощи вставки (встройки) проходит сквозь жилой дом. В Москве не прибегают к схожим проектным решениям из-за нецелесообразности и создаваемых негативных факторов (шум, сложностей разграничения личного и общественного пространств). Варианты встройки станции метрополитена можно наблюдать в Германии. Архитектор Питер Кулк поместил портик разрушенного в 1842 году Баварского вокзала над углублённой платформой (рис.27). Проходы к подземному этажу расположены рядом с ним и не «соперничают» с памятником архитектуры. Проёмы над лестнично-эскалаторными проходами к станции, заглублённой на 20м, перекрыты ярко окрашенными металлическими трубами, которые, являясь распорками, воспринимают давление грунта. Дневной свет проходит по бокам станции благодаря неплотному примыканию лестничных сходов к стенам. Здание железнодорожного вокзала было надстроено над вестибюлем станции «Павелецкая». Допустимы пристройка станций метрополитена к зданию или сооружению в качестве нового архитектурного объёма. Пристройка выполнена при объединении нового вестибюля станции «Петровско-Разумовская» Люблино-Дмитровской линии к существующему одноимённой станции Серпуховско-Тимирязевской линии (рис.27)¹⁷.

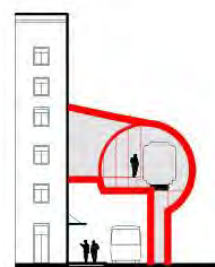
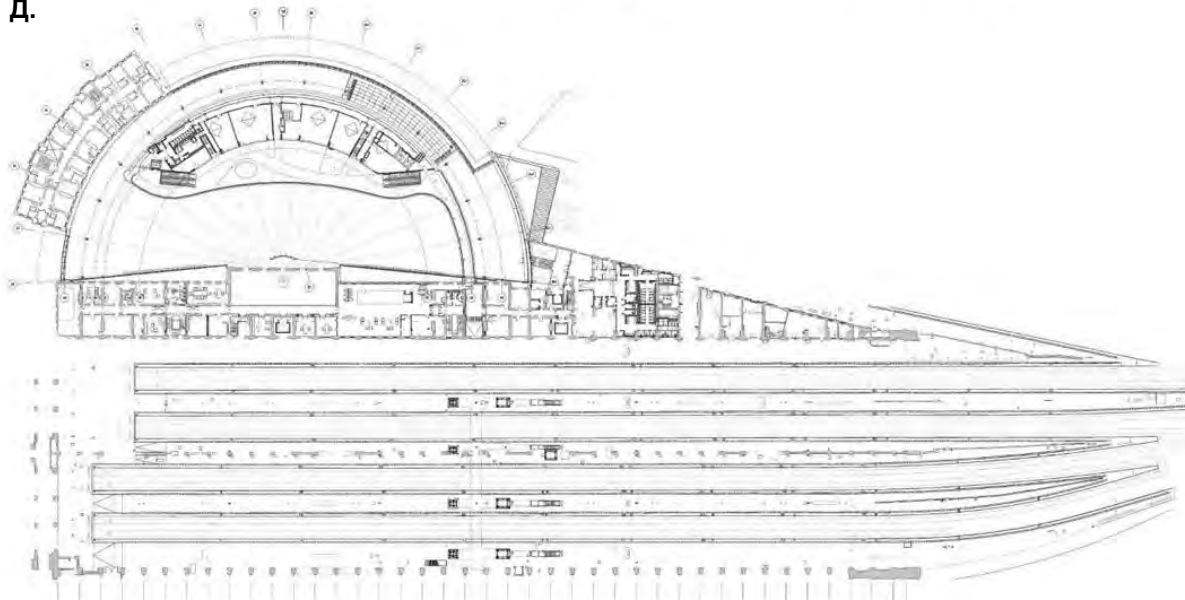
¹⁷ Братищев, А.К. Влияние подземного транспорта на формирование современной городской среды / А.К. Братищев // Наука, образование и экспериментальное проектирование 2019 г. Труды МАРХИ: материалы международной научно-практической конференции 2019г. – С. 101–104.

**Б.**

СТАНЦИЯ CANARY WHARF DLR ЛЁГКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

ПРИСТРОЙКА

ВЕСТИБЮЛЬ СТАНЦИИ «ПЕТРОВСКО-РАЗУМОВСКАЯ», МОСКВА

Х В.**Д.**

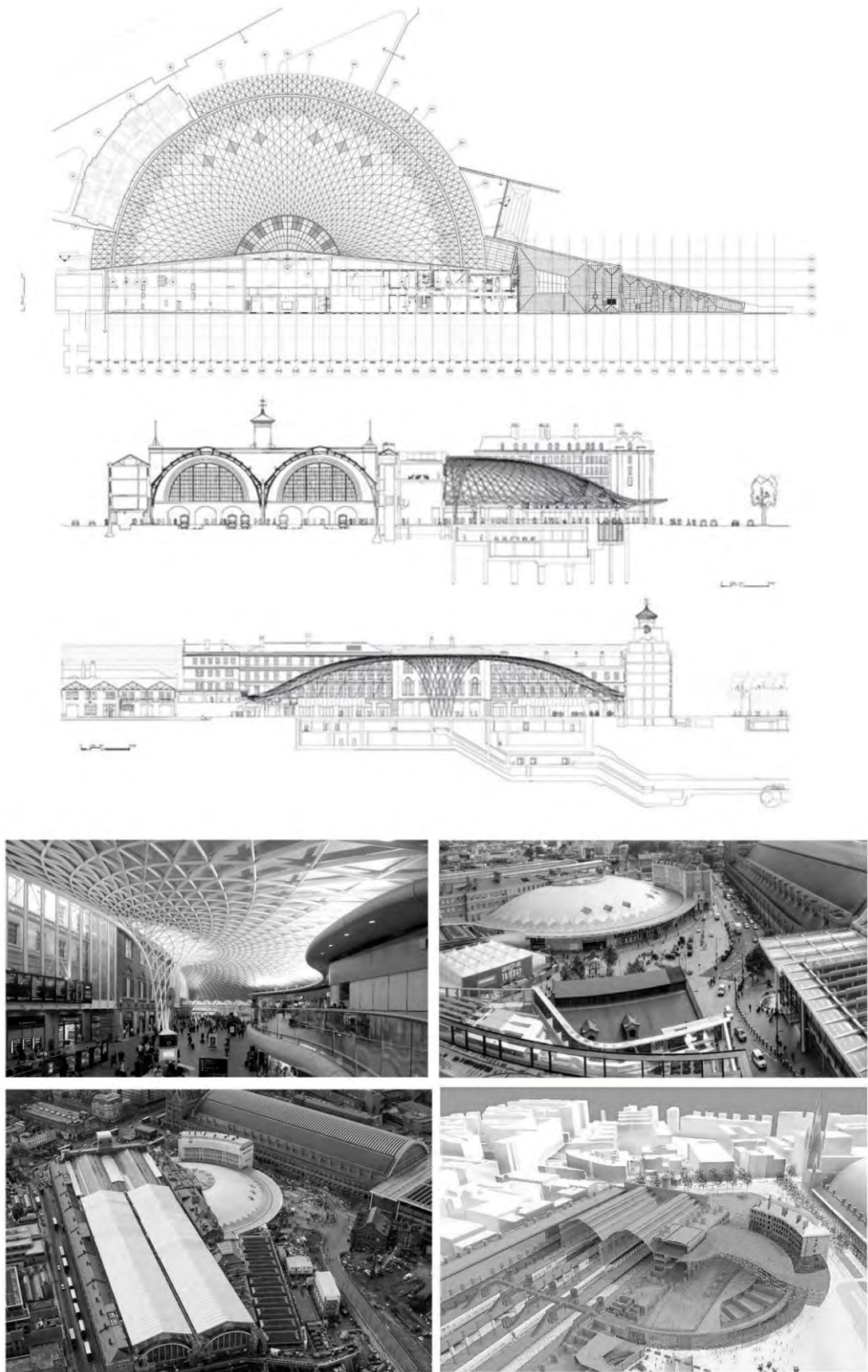


Рисунок 27. Варианты реконструкции станций: **а)** вставка (встройка); **б)** пристройка; **в)** пристройка станции легкого метрополитена (монорельса) к общественному зданию в Сиднее; **г)** встройка станции монорельса в жилой

дом в Чунцин, Китай; д) проект реконструкции станции «Кингс Кросс» в Лондоне (арх. Джон МакАслан + Партнерс)

1.5.2 ПРИСПОСОБЛЕНИЕ, ТЕХНИЧЕСКОЕ ПЕРЕВООРУЖЕНИЕ, МАСКИРОВКА

Приспособление – это изменение функционального назначения объектов метрополитена. К примеру, приспособление наземных станций под электродепо, музейный комплекс, хранилище, военный пункт связи. Возможно **вторичное использование технологических выработок метрополитена** (подходных штолен и залов, образованных при строительстве станций) (рис.28). Допустимо использование подходных штолен и залов для размещения объектов общественного и промышленного назначения: производств, чувствительных к вибрационным нагрузкам и пылеобразованию (высокоточных объектов радиолэктроники), требующих стабильных показателей температуры и влажности воздуха (складов продовольственных и промышленных товаров, холодильников, хранилищ сырья, сельскохозяйственной продукции, культурных ценностей, архивной документации), прокладки городских инженерных сетей, резервуаров для очистки и хранения питьевой воды, автоматизированных подземных паркингов, парков отстоя вагонов, находящихся в центральной и срединной части города, охлаждающих бассейнов для эффективной работы инженерного оборудования на станции, спортивных, выставочных, учебно-испытательных сооружений. **На подземных сооружениях сокращаются расходы на отопление и охлаждение. Стоимость хранения на подземных складах составляет 30-50 % от стоимости хранения на поверхностных объектах** [69, С.143]. Следовательно, они энергоэффективны. Подземные объекты компактны, прочны, долговечны, защищены от непогоды и землетрясений. Данные архитектурные решения позволяют рационально использовать природные и трудовые ресурсы. Основным условием, обеспечивающим эффективное использование выработок является комплексный подход, учитывающий на стадии проектирования метрополитена вторичное

использование подземных пространств в комплексе со станциями или в автономном режиме.¹⁸

Станция «Уругвай» (2014 г., Рио-де-Жанейро (Бразилия)) – двухъярусная станция с расположенными на промежуточном уровне распределительными вестибюлями, кассами, турникетами и платформой – на нижнем уровне. Развитая сеть подземных пешеходных переходов выводит пассажиров на разные улицы. Это первая станция в городе, оснащенная лифтами для маломобильных групп населения. За счёт приспособления станция «Уругвай» была реконструирована из бывшего отстойного подземного депо [115, С.148-158]. Данный подход позволил не перекрывать транспортное движение в городе. Задача стояла в переоборудовании технического цеха в пассажирскую зону с платформами. Большое количество часто расположенных колонн объединено в более крупные и разветвлённые. Пассажирская платформа выполнена отдельно как островная со спрятанными под ней инженерными коммуникациями – вентиляционными каналами. Шпунтовые сваи в зоне вестибюля окрашены в яркие цвета и гармонично вписываются в интерьер станции.

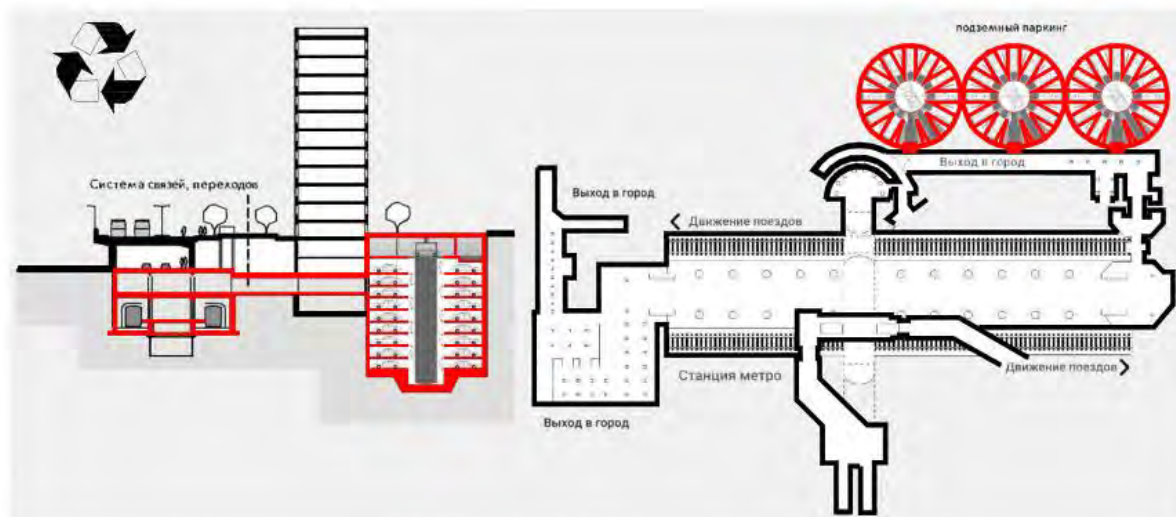
Техническое перевооружение – усовершенствование транспортных процессов метрополитена может привести к модернизации архитектурно-планировочных решений станции: к примеру, введение в эксплуатацию нового типа подвижных составов, использование интерактивных средств навигации и информирования. Техническое перевооружение использовалось в Осло (Норвегии), где метрополитен был построен по большей части надземный и образован из сети трамвайных линий. Все линии в центре проходят в одном туннеле, где имеется единый пересадочный узел, а затем расходятся на 8 веток. Станции «Бенимамет» в Валенсии (Испания) и «Каролинес» (2010 г.), спроектированные Луисом Феррером, были преобразованы из станций

¹⁸ 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.

узкокалейных поездов в станции метрополитена.

Актуальна модернизация с точки зрения доступности, безопасности, противопожарной защиты и комфорта: деление станций на секции и добавление стеклянных дымозащитных барьеров, новые решения входных групп и замена потолочных панелей. Возможно удаление и добавление оборудования: барьерных заградительных систем, киосков и рекламных систем. При этом необходимые изменения также должны быть сделаны как можно более деликатно и в соответствии с существующей концепцией архитектурного проекта и качеством. Так, к примеру, расширение линий в Германии шло с постоянной перестройкой и ремонтом старых железнодорожных станций, ни одна из которых не должна была быть полностью сохранена в первоначальном виде, так как функциональная эффективность важнее. Прагматичность зачастую оказывается первоочередной – необходимо обеспечить большой пассажиропоток и повысить требования безопасности.

Маскировка – многофункциональность объектов метрополитена. К примеру, использование инженерных сооружений станций в качестве малых архитектурных форм для благоустройства прилегающей территории. Вентиляционные павильоны могут быть отдельностоящими (в форме скульптур, фонтанов, скамей) или интегрированы в фасады зданий (вестибюлей, павильонов над лестничными ходами и др.).



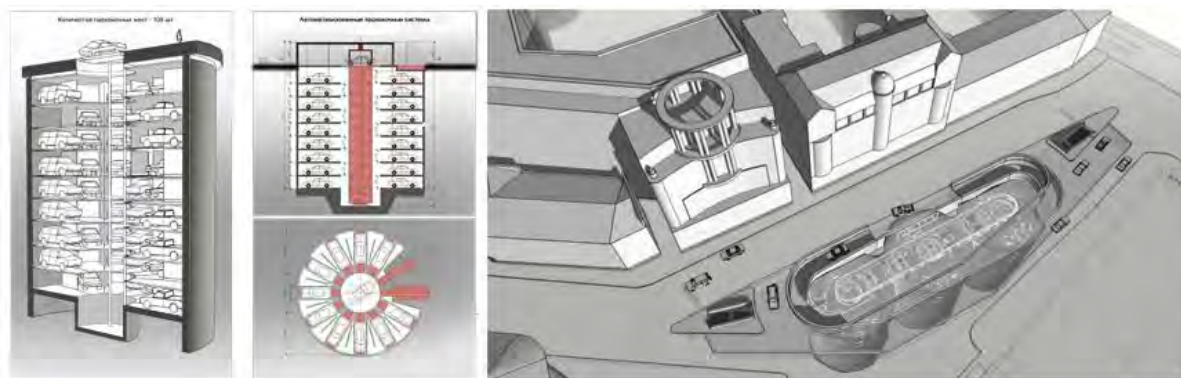


Рисунок 28. Приспособление (вторичное использование) выработок, подходов штолен метрополитена для устройства автоматизированных паркингов: схема плана и разреза станции метрополитена с интеграцией подземного автоматизированного паркинга. Схема размещения подземного паркинга под площадью вокзала

1.6 МОДУЛЬНОСТЬ, УНИФИКАЦИЯ

Индустриальность – типовое строительство, унификация, типизация, блочное и модульное проектирование позволяют увеличить качество проектных и строительных работ, уменьшить трудозатраты, снизить стоимость и повысить темпы возведения объектов. В качестве примера можно привести проекты электродепо в Москве, где используются сборные конструктивные однослойные и многослойные энергоэффективные стеновые панели, произведённые в заводских условиях¹⁹ (рис.29). Применение монолитного железобетона в условиях изменчивого климата в Москве не позволяет достичь схожего качества работ. Поэтому актуально сборно-монолитное строительство. При *модульном подходе* (использовании различных функциональных модулей и схем блокировки) возможно наращивание и замена архитектурных объёмов станции (рис.30). Актуально использование ячеистых структур. При этом необходимо проектирование зданий метрополитена в основе плана имеющие простые геометрические формы (рис.30). Перспективное развитие станционного комплекса возможно

¹⁹ Братищев, А.К. Тенденции развития архитектуры метрополитена (1823- 2000 гг.) / А.К. Братищев // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2021. – Т.6 (№10). – С. 33-45. – URL: <https://bulletinbstu.editorum.ru/ru/nauka/article/45297/view#author1> DOI: <https://doi.org/10.34031/2071-7318-2021-6-10-33-45>.

за счёт использования каркасной и комбинированной конструктивных систем. Гибкость планировок (использование мобильных трансформируемых перегородок и ограждений) позволяет адаптировать станцию под меняющийся пассажиропоток и современные требования эксплуатации (организацию зон досмотра, дезинфекции, проектирование центров диспетчеризации).

Актуально использование типовых быстрозаменяемых, антивандальных материалов. Возможно применение алюминиевых композитных панелей, керамогранита, металлокассет, металлоэмалевых декоративных панелей. Экономично и экологично использование местных природных строительных и отделочных материалов. К примеру, керамического кирпича, бетона (конструктивного и декоративного), штукатурки (декоративной и т. д.), натурального камня (плит из гранита, мрамора, туфа), стекла (панорамного остекления с применением различных витражных систем), металла, чугунных конструкций, тюбингов и бетонных блоков. В Неаполе в качестве строительного материала для станций метрополитена применялся местный туф. Московский метрополитен отличается от других мировых аналогов использованием долговечных отделочных материалов.

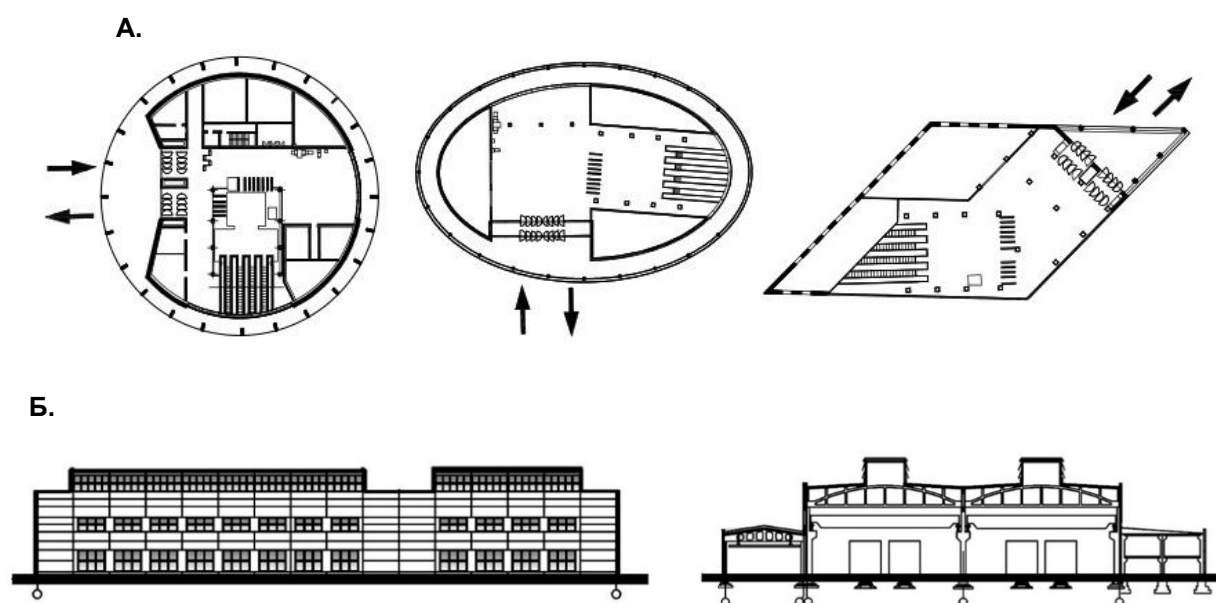


Рисунок 29. Типовое проектирование: а) компактная форма наземных вестибюлей метрополитена; б) типовый проект электродепо с использованием сборных элементов

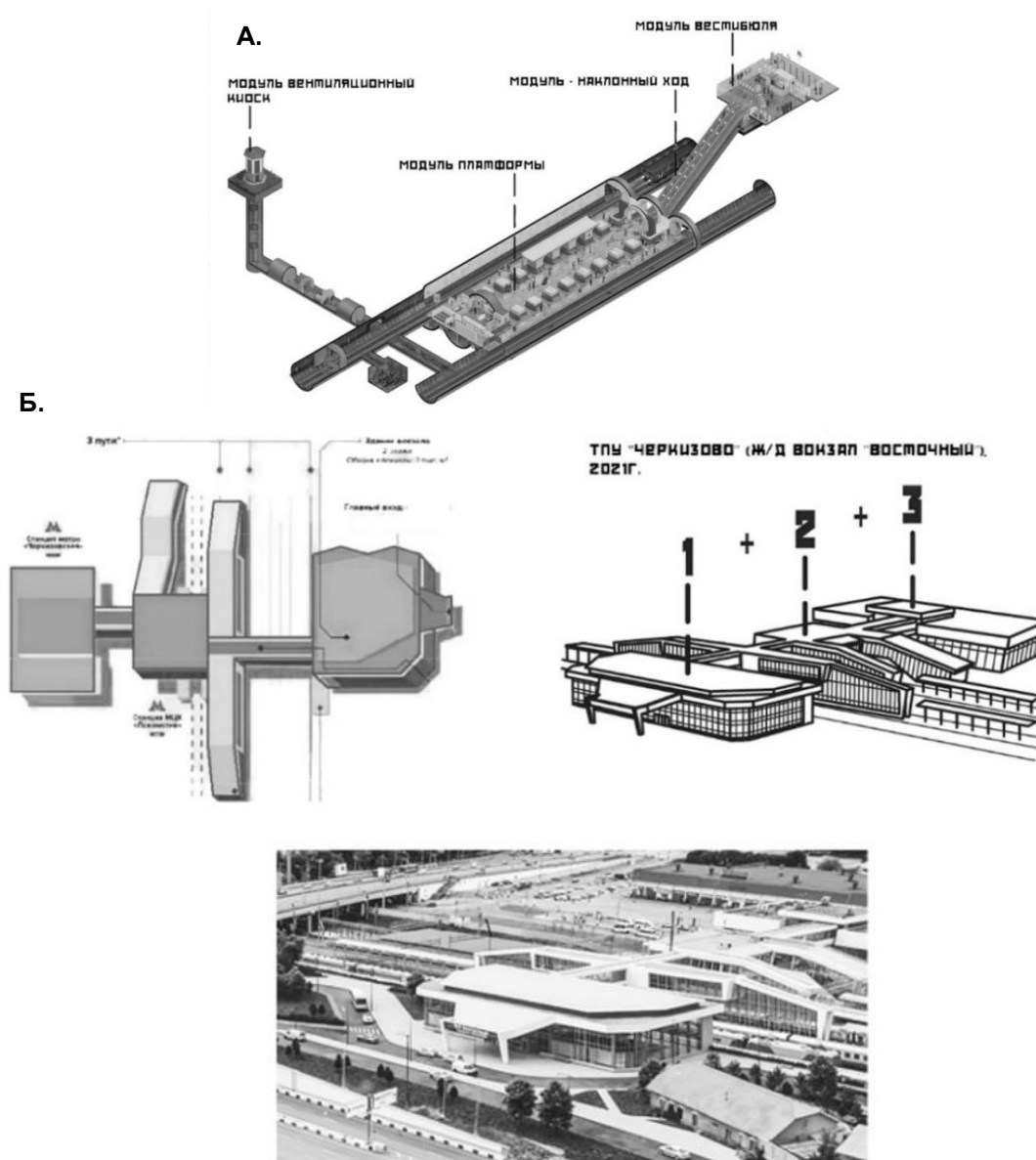


Рисунок 30. Схемы модулей станций: а) схема модулей подземной станции; б) схема компоновки модулей («рассредоточение») наземного станционного комплекса ТПУ «Черкизово»

1.7 ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СЛУЖЕБНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ МЕТРОПОЛИТЕНА

К техническим зданиям и сооружениям метрополитена можно отнести электродепо, склады, центры диспетчеризации, вентиляционные киоски, трассы инженерных сетей, тягово-понижительные подстанции. Рост городов приводит к тому, что инфраструктура метрополитена, ранее расположенная вне зоны видимости или за городом, теперь оказывается в плотно застроенной городской среде. В условиях высотных зданий и малых разрывов между

домами возникает просматриваемость общественных и служебных объектов метрополитена с разных сторон. Поэтому *необходима «эстетизация» технических сооружений метрополитена*. Недостатком современных метрополитенов является клиентоориентированность – недостаточная архитектурная проработанность служебно-технических зданий и сооружений, помещений, зон для персонала. Архитектором может акцентироваться визуальная ценность служебных пространств. Как утверждал Луис Кан – американский архитектор: «Здание как человек. У архитектора есть возможность создать жизнь. Соединение костяшек пальцев делает каждую руку интересной и прекрасной. В здании эти детали не должны прятаться в рукавицы. Пространство является архитектурным, когда видно и понятно, как оно образовано. Необходимо чтить материал и форму, которые используются для создания образа постройки». В качестве примера можно привести архитектурное решение вентиляционных каналов в интерьере станции «Байконур» (Алмата, Казахстан) (**рис.35**). В Москве последние годы чаще проектируют станции малого заложения. Однако при этом возникают сложности с перекладкой инженерных сетей. Поэтому, коллекторы, которые проходят в интерьере станции, могут решаться в виде коробчатых балок. Металлические панно-вставки на путевых стенах, кабельных шкафах задают тематику станциям. Так на станции «Пролетарская» (1966 г., арх. Ю.А. Колесников, Ю.В. Вдовин) изображён серп и молот, на станции «Волгоградский проспект» (1966 г., арх. В.Г. Поликарпов, А.А. Маров) – Сталинградская битва, «Кузьминки» (1966 г., арх. Л.А. Шагурин, М.Н. Корнеев) – животные, «Текстильщики» (1966 г., арх. Р.И. Погребной) – панно в виде полотна из стемалита (закалённого стекла, которое было применено на объектах метрополитена впервые). Данные архитектурные решения вставок актуальны для применения на современных станциях метрополитена.

Ведётся активное проектирование административно-производственных объектов метрополитена: объединённых зданий эксплуатационного персонала

(ОЗЭП «Нижегородская», «Печатники», «Косино»), многофункциональных электродепо, ситуационных центров видеонаблюдения и диспетчеризации.²⁰

1.7.1 ОБЪЕДИНЁННЫЕ ЗДАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО ПЕРСОНАЛА

Трехэтажное здание ОЗЭП «Нижегородская» предназначено для служб метрополитена и Московского центрального диаметра (МЦД). Административная часть включает более 500 помещений для сотрудников, которые обеспечивают обслуживание БКЛ. ОЗЭП «Нижегородская» площадью 18 тыс. кв. метров входит в состав технологической части транспортно-пересадочного узла (рис.31). Транспортно-пересадочный узел «Нижегородская» расположен на границе районов Нижегородский и Лефортово. ОЗЭП выполняет функцию вокзала. Через распределительный зал ОЗЭП пассажиры могут пройти на станцию метрополитена «Нижегородская», станцию МЦК, на платформу «МЦД-4», к остановкам наземного городского транспорта. ТПУ «Нижегородская» включает зал ожидания, кассы, зоны автоматов с быстрым питанием, службы быта, кафе и магазины. ОЗЭП также позволяет обслуживать пассажиров пригородных электричек и поездов дальнего следования Горьковского направления МЖД. Здание эксплуатационного персонала предназначено для служб Московского метрополитена и Московского центрального диаметра. Административная часть ОЗЭП включает более 570 помещений для сотрудников. Здание имеет параметрический фасад. Все элементы транспортно-пересадочного узла «Нижегородская» выполнены в общей стилистике и образуют единый архитектурный ансамбль. Главной особенностью здания эксплуатационного персонала является атриум с прозрачным куполом. В качестве ограждающих систем применены витражи. Характеристики остекления обеспечивают защиту от чрезмерного солнечного света и нагрева фасадной поверхности.

В состав транспортно-пересадочного узла «Печатники» входит

²⁰ Братищев, А.К. Тенденции архитектурного формирования станций Большой кольцевой линии Московского метрополитена / А.К. Братищев // Международный электронный научно-образовательный журнал «Architecture and Modern Information Technologies». – 2023. – №4(65). – С. 180-202. – URL: https://marhi.ru/AMIT/2023/4kvart23/PDF/13_bratishev.pdf DOI: 10.24412/1998-4839-2023-4-180-202. (K2)

объединенное здание эксплуатационного персонала для размещения служб восточного участка Большой кольцевой линии (БКЛ) метрополитена. Здание состоит из шести наземных этажей и одного подземного технического – для размещения инженерных коммуникаций. Общая площадь сооружения – 6,6 тыс.кв.м. ТПУ «Печатники» объединяет станцию БКЛ, действующую станцию Люблинско-Дмитровской линии (ЛДЛ), а также станцию МЦД-2. На станции «Косино» спроектировано трёхэтажное здание эксплуатационного персонала, совмещенное со входом на станцию. В ОЗЭП «Владыкино» спроектировано 40 комнат отдыха для локомотивных бригад, спортзал, аудитории для организации обучения и психологической разгрузки персонала, стиральные и сушильные отделения.

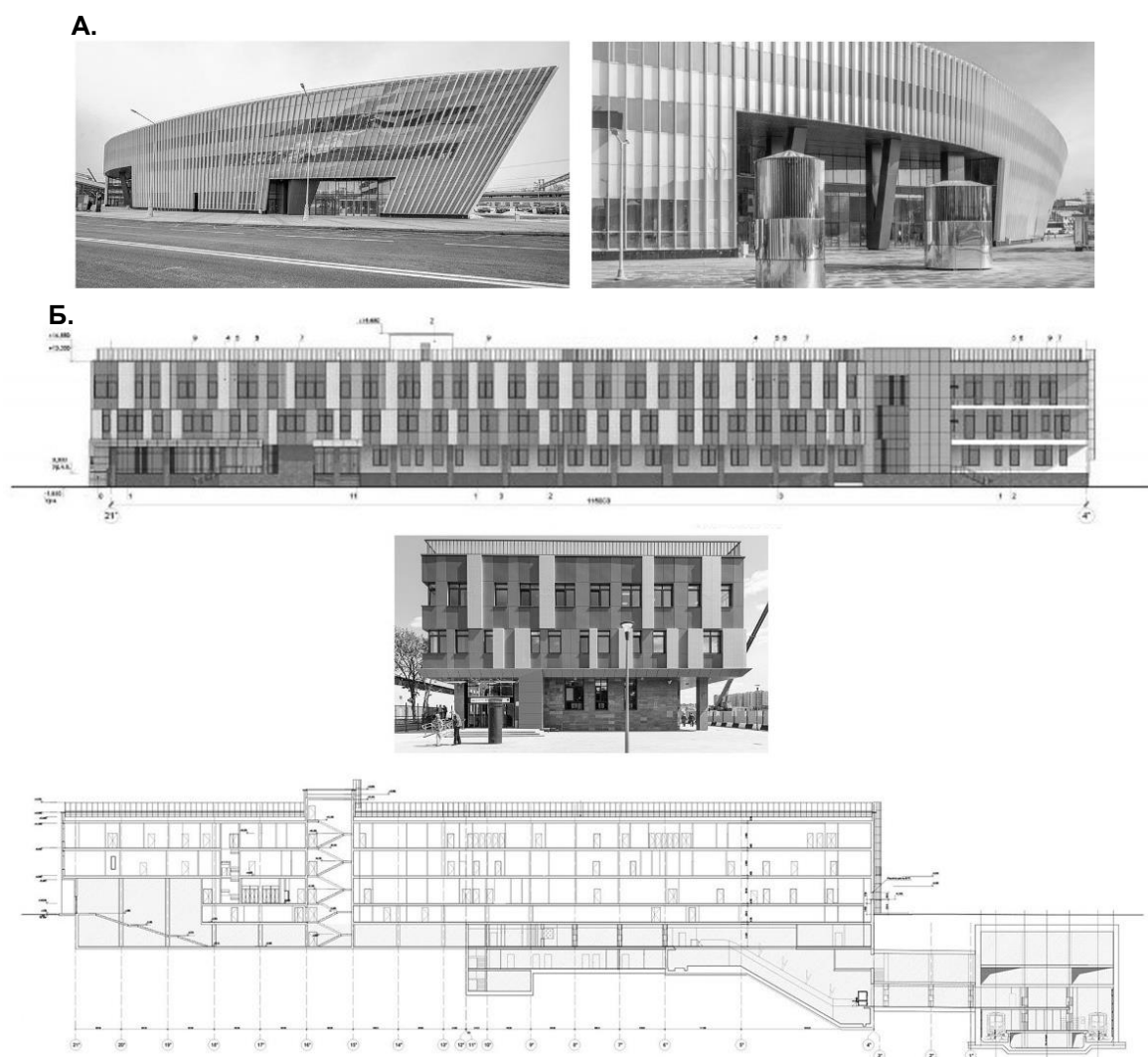


Рисунок 31. Объединённые здания эксплуатационного персонала (ОЗЭП): **а)** ОЗЭП «Нижегородская» (параметрическое формообразование фасадов); **б)** ОЗЭП «Косино»

1.7.2 МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРОДЕПО

При условии увеличения количества подвижных составов и пассажиропотока в Москве необходимо проектирование служебно-технологических зданий электродепо. В Москве имеется 11 электродепо. Они оснащены развитой многофункциональной административной частью, помещениями технического обслуживания и отстоя подвижных составов, зданиями и блоками помещений для отдыха, подготовки и обучения персонала и локомотивных бригад (ОЗЭП) (рис.32).

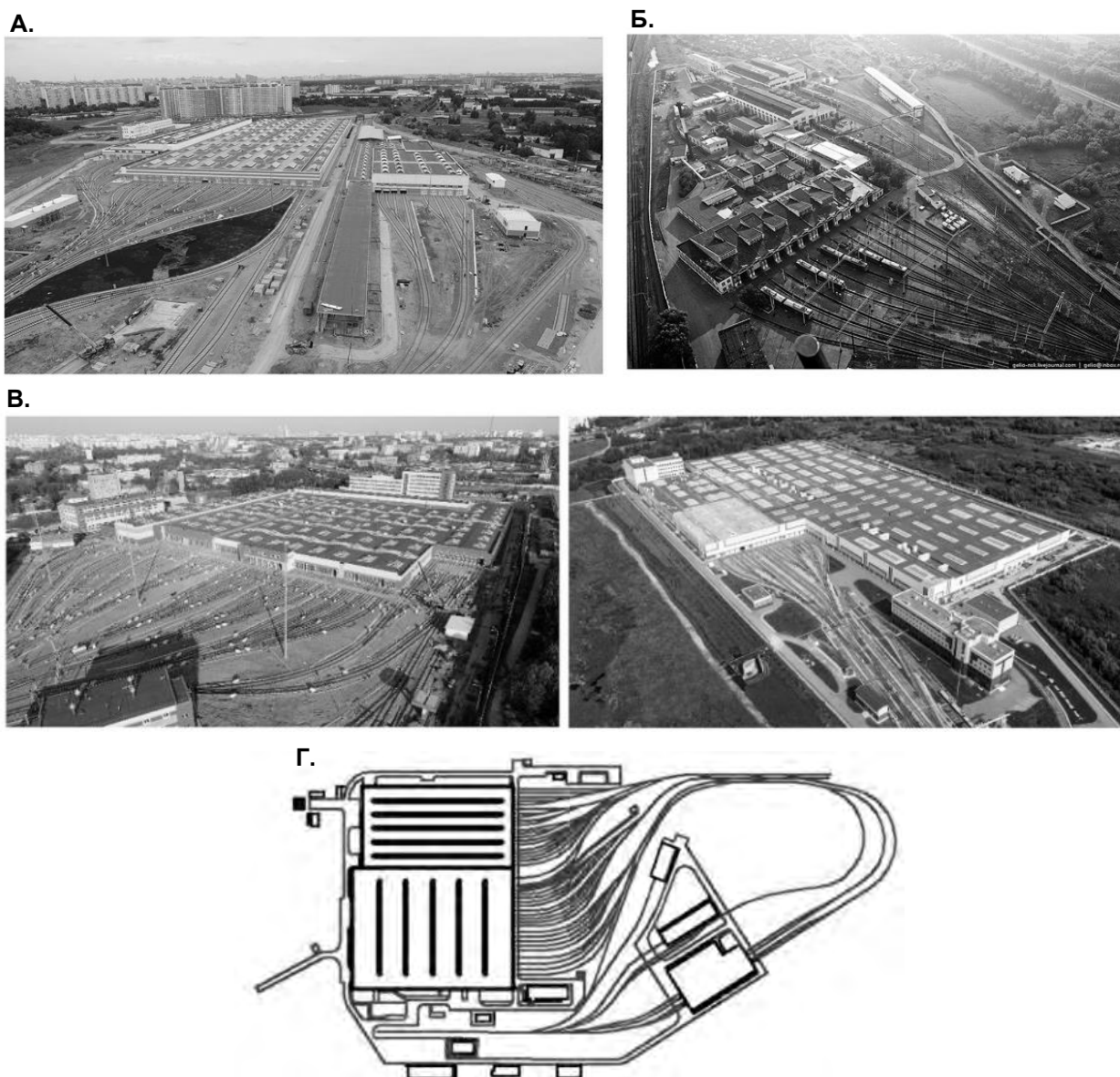


Рисунок 32. Примеры электродепо: а) электродепо Солнцево, Москва; б) депо, Омск; в) общий вид многофункциональных комплексов электродепо «Лихоборы», «Братеево»; г) схема генерального плана электродепо: ремонтные цеха, здания для отдыха локомотивных бригад

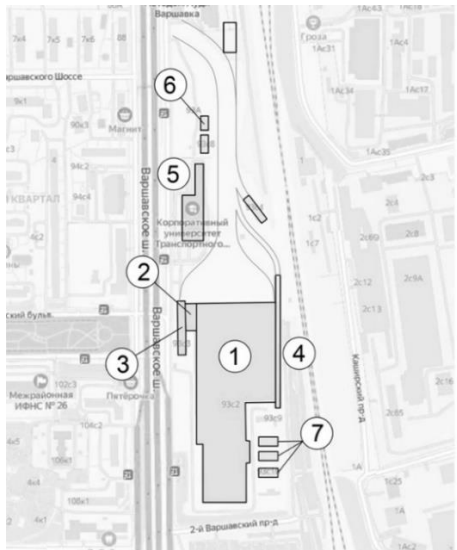
Для обслуживания Большой кольцевой линии (БКЛ) в Москве реализовано три проекта многофункциональных электродепо: реконструкция электродепо «Замоскворецкое», построены электродепо «Аминьевское» и «Нижегородское».

Модернизировано электродепо «Замоскворецкое», расположенное рядом со станцией «Варшавская». Электродепо обслуживало Замоскворецкую линию Московского метрополитена. После чего было переведено для функционирования в составе БКЛ. В состав электродепо «Замоскворецкое» входят отстойно-ремонтный корпус, мотодепо, административно-бытовой корпус, механизированная мойка вагонов, учебно-производственный центр Московского метрополитена и складские ангары (**таблица 1**).

На западе Москвы расположено электродепо «Аминьевское» (**таблица 1**). Электродепо имеет две проходные с досмотровыми площадками. Главное здание – отстойно-ремонтный одноэтажный корпус площадью 36 тыс. кв.м с камерой мойки и дезинфекции вагонов предназначено для 30 составов. В двухэтажной пристройке размещаются административные помещения, лаборатории, технические классы. Административно-бытовой корпус (АБК) связан с отстойно-ремонтным корпусом крытой пешеходной галереей. АБК представляет собой семиэтажное здание и включает столовую на 140 мест, комнаты отдыха локомотивных бригад, медицинский блок, процедурную, прививочную, спортивный и тренажёрный залы, актовый зал на 180 мест и хозяйственные помещения (прачечные, гладильные, помещения для хранения спецодежды). Метродепо имеет прямоугольную форму в плане. Внутренние помещения: одноэтажная часть – цех для ремонта спецтехники, трёхэтажная часть – производственные помещения. Трёхэтажное здание поста электрической централизации прямоугольной формы со служебными и техническими помещениями для размещения инженерного оборудования. В состав зданий электродепо включена рельсосварочная станция. Метромосты сооружены на соединительных ветках к электродепо от станций «Аминьевская» и «Давыдково», представляющие собой П-образные галереи из металлических конструкций на железобетонных опорах. Комплекс зданий электродепо выполнен с применением единого цветового решения фасадов из сэндвич-панелей.

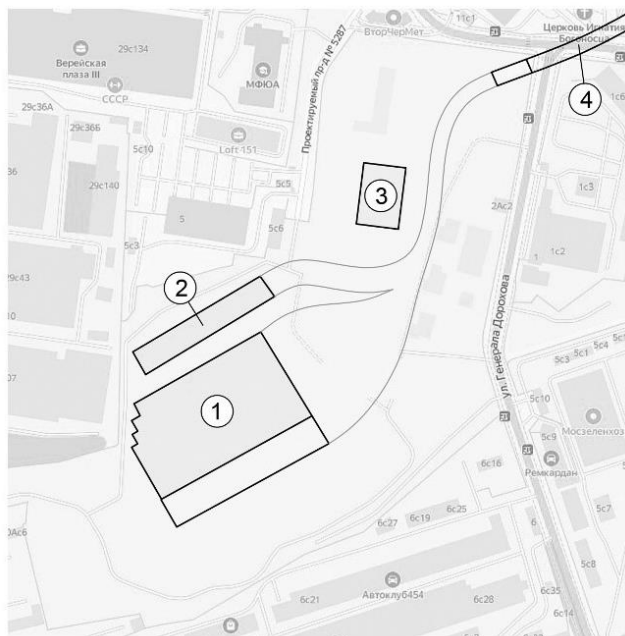
В состав электродепо «Нижегородское» входит отстойно-ремонтный корпус с производственными мастерскими, моторное депо, камера мойки подвижных составов, здание эксплуатационного персонала (**таблица 1**). Предусмотрено около 30 комнат отдыха для персонала, комнаты медицинского обслуживания. Имеется физкультурно-оздоровительный блок с залами и спортивными площадками, актовый зал на 170 мест, столовая на 100 персон и хозяйственно-бытовой блок (прачечные, гладильные, помещения для хранения спецодежды). Наземная часть ОЗЭП «Нижегородская» размещает административные службы и коммерческие помещения. Имеется развитая подземная инфраструктура, обеспечивающая доступ к станциям Московского центрального кольца (МЦК), железнодорожной станции Казанского направления, БКЛ и Некрасовской линии метрополитена. На станции «Печатники» введено в эксплуатацию шестиэтажное служебно-административное здание ОЗЭП с 250 помещениями для 300 человек персонала, обслуживающих восточный участок БКЛ.

Электродепо Большой кольцевой линии Московского метрополитена

ЭЛЕКТРОДЕПО «ЗАМОСКВОРЕЦКОЕ»	
Электродепо расположено на юге Москвы, рядом со станцией «Варшавская».	
	
Экспликация зданий и сооружений электродепо «Замоскворецкое»: 1 – отстойно-ремонтный корпус (ОРК); 2 – моторное депо; 3 – административно-бытовой корпус; 4 – механизированная мойка вагонов; 5 – учебно-производственный центр Московского метрополитена; 6 – аварийный источник электроснабжения; 7 – складские ангары	

ЭЛЕКТРОДЕПО «АМИНЬЕВСКОЕ»

Электродепо расположено на западе Москвы и имеет соединение со станциями «Давыдково» и «Аминьевская»



Экспликация зданий и сооружений: 1 – отстойно-ремонтный корпус (ОРК); 2 – административно-бытовой корпус; 3 – мотодепо; 4 – метромосты

ЭЛЕКТРОДЕПО «НИЖЕГОРОДСКОЕ»

Электродепо расположено на востоке Москвы рядом со станцией «Нижегородская»



Экспликация зданий и сооружений: 1 – отстойно-ремонтный корпус (ОРК); 2 – пост электрической централизации и камера мойки подвижных составов; 3 – мотодепо; 4 – административно-бытовой корпус; 5 – стрелочный пост; 6 – тягово-понижительная подстанция; 7 – газовая котельная и компрессорная; 8 – здание для базирования аварийных бригад, техники (АВС); 9 – рампа тоннеля служебно-соединительной ветви; 10 – склад горюче-смазочных материалов; 11, 12 – КПП

Таблица 1. Электродепо Большой кольцевой линии Московского метрополитена

1.7.3 СИТУАЦИОННЫЕ ЦЕНТРЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ И ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ

Транспортная безопасность – оперативное реагирование, профилактика и контроль функционирования метрополитена, фиксация и решение внештатных ситуаций, – обеспечивается благодаря проектированию диспетчерских центров. За счёт диспетчерских центров возможно уменьшение количества служебных помещений. Необходима устойчивость транспортной системы метрополитена в условиях неопределённости политических, экономических социальных и природных факторов, её адаптивность. Автоматизация и саморегулирование возможны при помощи применения интеллектуальных систем (ИТС). Для этого ведётся проектирование диспетчерских центров (Единый диспетчерский центр метрополитена в Москве, реконструированный из кинотеатра «Ереван» (рис.33)).

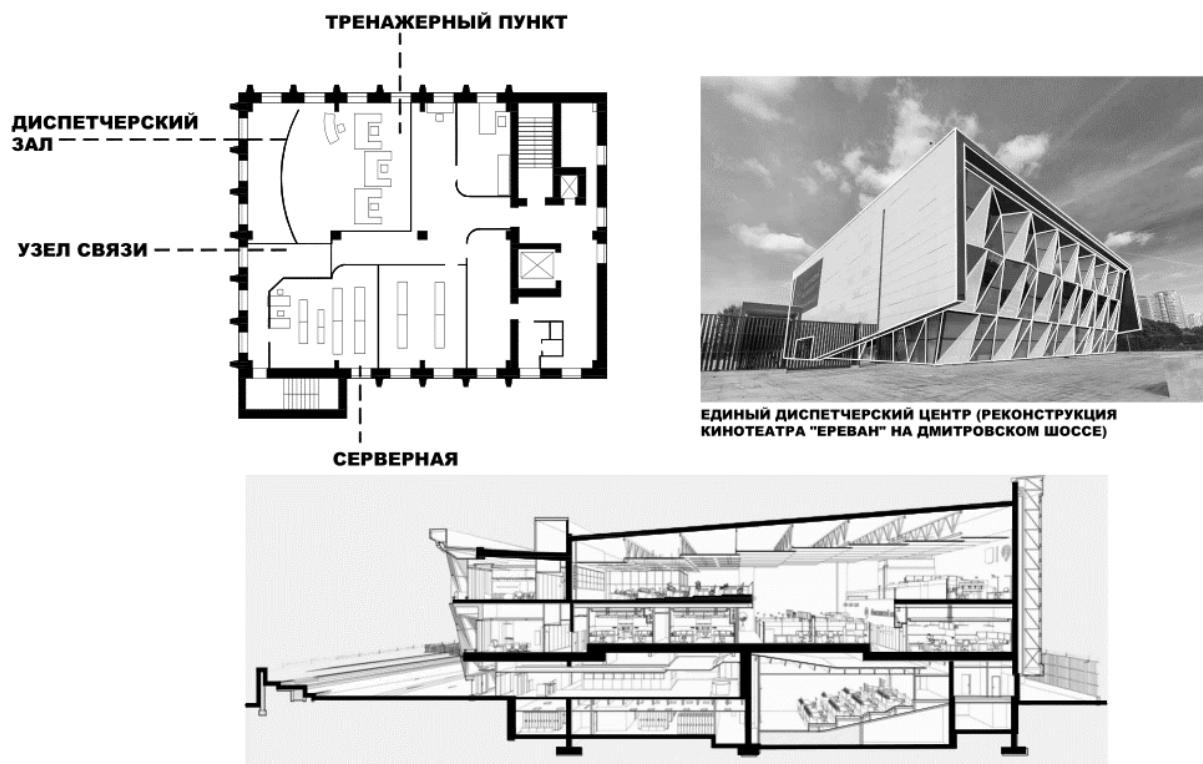


Рисунок 33. Единый диспетчерский центр метрополитена в Москве: схема плана, общий вид, схема разреза

1.7.4 ВЕНТИЛЯЦИОННЫЕ ПАВИЛЬОНЫ, ПОДПОРНЫЕ СТЕНКИ

Вентиляционные киоски могут быть отдельностоящими (рис.34) или интегрированы в павильоны над лестничными сходами и вестибюли²¹. Вентиляционные павильоны станции «Новокрестовская» в Санкт-Петербурге облицованы зеркальными металлическими панелями с перфорацией и имеют навесы для защиты пассажиров от атмосферных осадков (рис.34). Актуальны эстетические решения подпорных стенок (габионов), насыпей и отвалов.

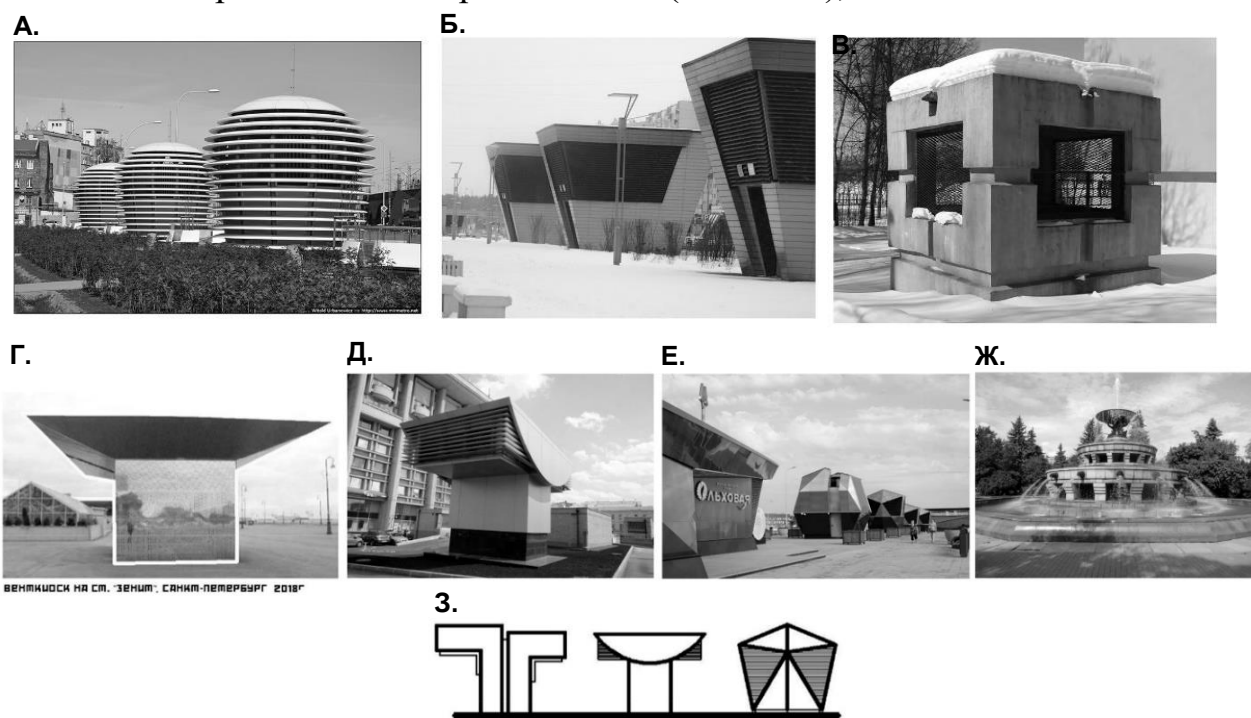


Рисунок 34. Разнообразная форма вентиляционных павильонов: а) «Стадион Народовы», Варшава; б) «Лермонтовский проспект», Москва; в) вентиляционный павильон; г) вентиляционный павильон-скульптура на станции «Зенит», Санкт-Петербург 2018 г.; д) вентиляционные павильоны на Люблино-Дмитровской линии, Москва; е) павильоны на станции «Ольховая», Москва; ж) вентиляционная шахта в виде фонтана, МГУ, Москва; з) схемы фасадов вентиляционных киосков Московского метрополитена



Рисунок 35. Решение вентиляционных каналов в интерьере станции «Байконур», Алмата, Казахстан

²¹ 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.

Глава II. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ НА СТАНЦИЯХ МОСКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

Безопасность – это состояние, при котором жизни человека не угрожает опасность, есть защита от опасности, недопустимость развития заболеваний и ущерба здоровью. **Обеспечение безопасности** на станциях Московского метрополитена возможно за счёт организации удобных переходов, интуитивной навигации, интеграции с перехватывающими парковками, устройством просторных распределительных залов, ограждений на платформах, современных решений в области искусственного и естественного освещения, формирования доступной среды для маломобильных групп населения, обеспечения пожарной безопасности, уменьшения уровня шума на станциях, использования станций в качестве убежищ, создания благоприятной психологической обстановки, снижения криминогенности благодаря благоустройству прилегающей к станциям территории ²².

2.1 ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕСАДОК

Для организации пересадок необходимо соблюдение **принципа прямоточности** – проектирование кратчайших маршрутов для осуществления пересадок, спрямление трасс общественного транспорта и пассажирских потоков, отсутствие их пересечений. Пересадка на станциях метрополитена может осуществляться посредством проектирования таких архитектурных сооружений, как **галереи, подземные пешеходные переходы, балконы, ходки, конкорсы**. В Москве введена в эксплуатацию Большая кольцевая линия (БКЛ – 31 станция), позволяющая осуществлять 47 пересадок на радиальные линии метрополитена (рис.1). Реализуются **проекты интеграции Московских центральных диаметров (МЦД), Московского центрального кольца (МЦК) и станций метрополитена**. Особую актуальность получили **наземные пересадки (галереи) с МЦК и подземные**

²² Братищев, А.К. Тенденции архитектурного проектирования станций Московского метрополитена (2000-2020 гг.) / А.К. Братищев // Международный электронный научно-образовательный журнал «Architecture and Modern Information Technologies». – 2021. – №3(56). – С. 158-175. – URL: https://marhi.ru/AMIT/2021/3kvart21/PDF/11_bratishchev.pdf DOI: 10.24412/1998-4839-2021-3-158-175.

переходы – с БКЛ ²³. Применение на станциях метрополитена средств монументального искусства позволяет избежать монотонности, недопустить притупления внимания пассажиров. При проектировании пересадок необходима *просматриваемость движения, наличие плавных переходов, накопителей* там, где возможно скопление людей. Возможно проектирование изолированных от шума зон ожидания, оснащение Вай-Фай, зон досмотра, дезинфекции, ожидания с зарядными стойками, интерактивными информационными стеллами. *Архитектурная композиция для осуществления пересадок может быть лучевой, анфиладной, галерейной.* При проектировании пересадок и входных групп следует учитывать перспективное планирование возможных переходов. *Зальность, панорамное остекление* и использование светлых тонов в отделке благотворно сказываются на навигации пассажиров. *Отсутствие бутафорных форм, заужающих пассажирское пространство, устройство пилостр и скругление острых углов, соразмерность человеку позволяют уменьшить травмоопасность на станции и обеспечить эргономичность для обслуживания пассажиров.* На станциях необходимо предусматривать наличие минимум двух путей эвакуации пассажиров (включая пересадки на соседние станции). Пересадка может быть обеспечена при помощи проектирования *галерей-мостов, подуличных переходов, организации кросс-платформ, эскалаторных ходов, балконов, перехватывающих парковок, траволаторных галерей, «станций-спутников».*

2.1.1 ГАЛЕРЕИ-МОСТЫ, ПОДУЛИЧНЫЕ ПЕРЕХОДЫ, ГОРОДСКИЕ ПОДЗЕМНЫЕ ПЛОЩАДИ

Галереи – это достаточно высокие сооружения, которые хорошо просматриваются с большого расстояния и участвуют в формировании городской панорамы. При этом для доступности наземных переходов необходимо проектирование лифтовых павильонов. Конструкции галерей могут быть балочные или с использованием различных конструктивных

²³ Братищев, А.К. Тенденции архитектурного формирования станций Большой кольцевой линии Московского метрополитена / А.К. Братищев // Международный электронный научно-образовательный журнал «Architecture and Modern Information Technologies». – 2023. – №4(65). – С. 180–202. – URL: https://marhi.ru/AMIT/2023/4kvart23/PDF/13_bratishev.pdf DOI: 10.24412/1998-4839-2023-4-180-202. (K2)

элементов (сборных, сборно-монолитных и монолитных). В качестве примера можно привести галерею-мост станции «Мичуринский проспект» Солнцевской линии в Москве, которая связывает части городского жилого массива (рис.36). *Пешеходные галереи активно участвуют в формировании городской панорамы, создании силуэта станций, объединяют разрозненные объёмы в общую композицию.* Проект конкурса (наземного распределительного зала) станции «Одинцово» имеет большую высоту (рис.15). Благодаря данному решению вестибюль является ориентиром и виден с большого расстояния, что уместно и при проектировании объектов метрополитена. Наземные переходы чаще используют в пригородной зоне. Пешеходный мост в Шэньчжэне в Китае с лифтами и эскалаторами представляет собой тор, нависающий над транспортной развязкой (рис.40). Массивное сооружение имеет эстетический архитектурный образ. Схожий пешеходный переход построен в Москве в г.Химки.

Чтобы не нарушать исторической городской застройки, прибегают к проектированию подземных вестибюлей (рис.39), подуличных пешеходных переходов [1, С.105-111]. В зависимости от направления основных пассажиропотоков и градостроительной ситуации возможна вариативность компоновок подземных пешеходных переходов. Подземные вестибюли интегрируют с подуличными переходами. *Подземные пешеходные переходы, площади* – это коридоры с уширениями, залами для распределения пассажиропотоков, устройства служебных, технических и общественных помещений, входов в здания, на транспортные объекты (рис.73). В качестве примера можно привести пешеходный переход в Амстердаме с применением плавных бетонных форм, металлических реек и листов, световых панелей на стенах для обеспечения освещения (рис.37). Возможны компоновочные схемы подземных пешеходных переходов: Т-образная, Н-образная, П-образная (рис.42).

А.



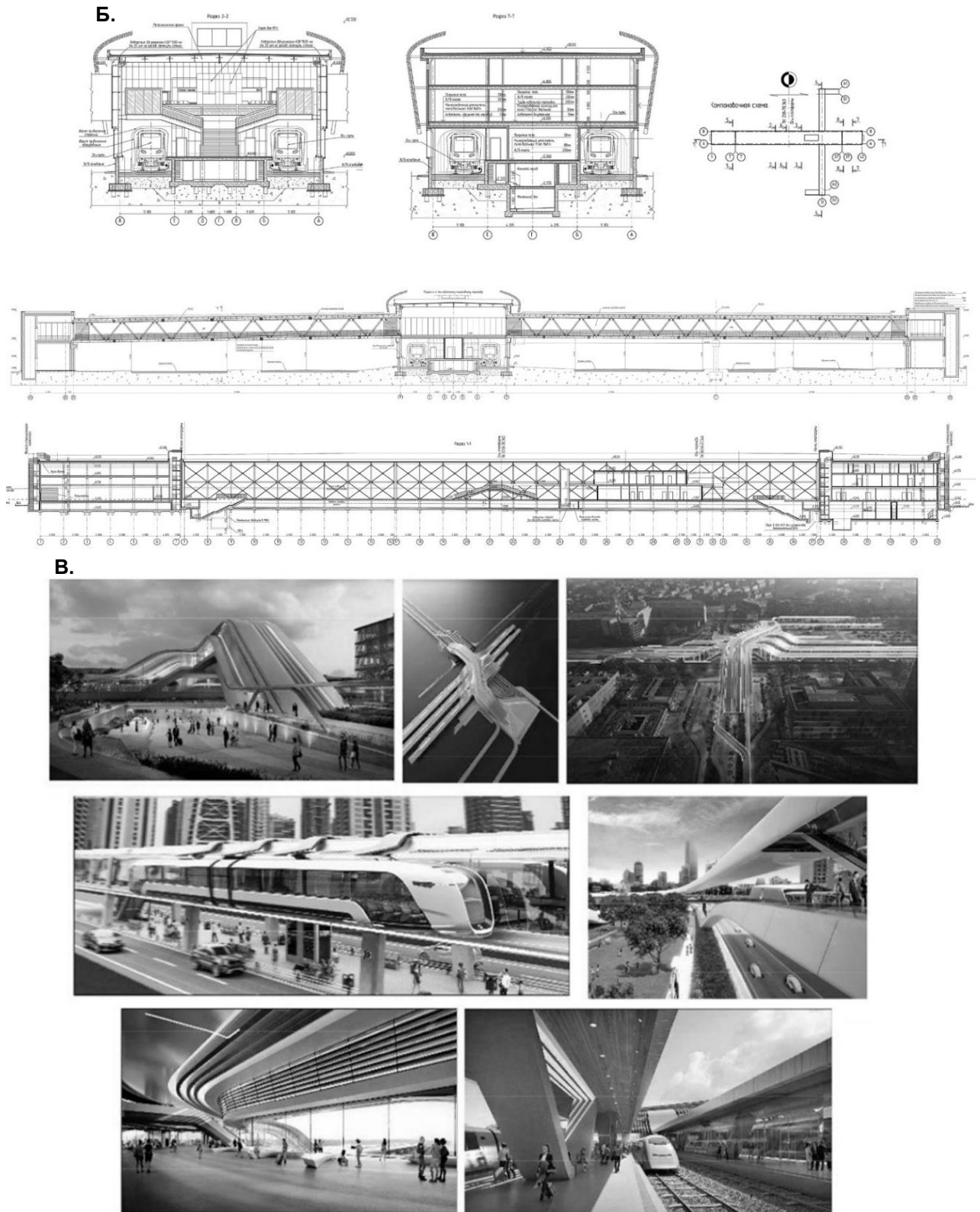


Рисунок 36. Применение галерей в объёмно-планировочных решениях станций: **а)** пешеходная галерея – мост-пересадка на станции «Мичуринский проспект» в Москве – общий вид и интерьер; **б)** схемы разрезов станции «Филатов луг» с рассредоточением пассажиров на разные виды транспорта; **в)** станция «Rail Baltic» («мост-вокзал») в Таллине, арх. Заха Хадид



Рисунок 37. Подуличный пешеходный переход с интерактивными экранами



Рисунок 38. Прогулочная галерея-навес вокруг вестибюля станции «Орехово», арх. Л.Н. Попов



Рисунок 39. «Вестибюль-клумба» станции метрополитена, Гаосюн, остров Тайвань, Китай

А.



Б.



В.



Рисунок 40. Наземные пешеходные переходы: а) пешеходный мост в

Химках; б) пешеходный мост Чуньхуа «Весенний цветок» над перекрёстком в Шэньчжэне, Китай; в) кольцевой пешеходный мост на автодорогой в Лючжайзю в районе Пудонг Шанхая

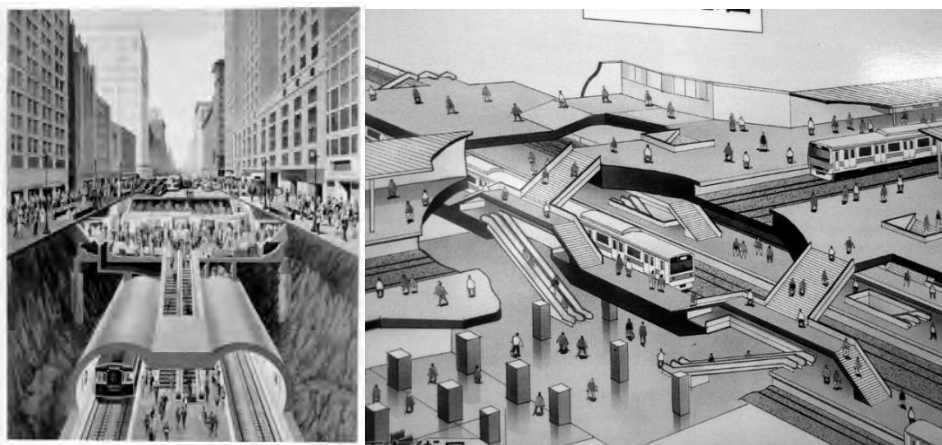


Рисунок 41. Вестибюли метрополитена – «Городские подземные площади»



Рисунок 42. Компоновочные схемы подземных пешеходных переходов

2.1.2 КРОСС-ПЛАТФОРМЫ, РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ЗАЛЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ БОЛЬШЕПРОЛЁТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Кросс-платформенная пересадка позволяет оперативно осуществлять переход с одного направления движения на другое посредством перехода на другую сторону той же платформы (станция «Нижегородская») (рис.43) [1, С.143-152]. При этом в пересадочный узел входят две платформы. При этом существует два типа пересадок: когда одной линии принадлежат оба «левых» пути, а другой — оба «правых» (станции «Китай-город», «Третьяковская», «Петровско-Разумовская») и когда одной линии принадлежат центральные пути, а другой — боковые (станции «Каширская», «Парк Победы» и

«Кунцевская»)²⁴ [70, С.13].

Модернизировалась технология перехода подвижных составов метрополитена на противоположный путь – разворотные кольца для подвижных составов. Проектирование разворотных петель и станций на них в Москве не практикуется, к примеру, как на станции «Сити-холл» в Нью-Йорке. На объектах Московского метрополитена проектируют оборотные тупики. Некоторые станции располагаются на криволинейных участках: «Пятницкое шоссе», «Александровский сад», «Кутузовская», «Выставочная», «Международная» и «Зябликово». При этом необходимо помнить, что радиус кривизны пути в Московском метрополитене от 500м. Для обеспечения безопасности предпочтительно расположение станций в Москве на прямолинейных участках. Платформы должны быть просматриваемыми. Это позволяет оперативно реагировать в чрезвычайных ситуациях.

Для выбора пассажиром направления движения проектируются распределительные залы как в уровне вестибюлей и платформ, так и на промежуточных уровнях. Объём распределительного зала представляет собой образ центра, где происходит встреча людей, откуда человек отправляется в путь. Цель передвижения человека в пространстве ансамбля станции метрополитена – платформа, куда сходятся все пути и элементы ансамбля станции метрополитена. Проявляется осевое движение, что даёт человеку возможность правильно и быстро ориентироваться на станции. Необходимо проектирование просторных распределительных кассовых залов (станция «Битцевский парк»), применение скруглённых криволинейных стен (вестибюль станции «Бутырская» в Москве). Визуально просматриваемые интерьеры дают возможность пассажирам лучше ориентироваться на станции. Для обеспечения данного условия необходимо проектирование большепролётных конструкций (балок, шпренгельных ферм, оболочек,

²⁴ Братищев, А.К. Тенденции архитектурного проектирования станций Московского метрополитена (2000-2020 гг.) / А.К. Братищев // Международный электронный научно-образовательный журнал «Architecture and Modern Information Technologies». – 2021. – №3(56). – С. 158-175. – URL: https://marhi.ru/AMIT/2021/3kvart21/PDF/11_bratishchev.pdf DOI: 10.24412/1998-4839-2021-3-158-175.

перекрёстно-ребристых конструкций покрытий, перекрытий в виде структурных оболочек) (рис.44). Предпочтительно проектирование односводчатых («Лермонтовский проспект», «Новокосино») (рис.44) и однопролётных станций («Волжская», «Прокшино»), использование прозрачных перегородок. В качестве примера можно привести покрытие-оболочку на станции «Эльбрюке» в Гамбурге (рис.44). На транспортном узле "Льеж-Гильемин" в Льеж (Бельгия) имеется единое многосветное пространство (рис.45, 51). Станция «Волжская» перекрыта унифицированными балками с пролётом 20м – жёсткая однопролётная рамная конструкция. Станция ангарного типа «Прокшино» Сокольнической линии спроектирована с использованием большепролётных двутавровых балок. На современных станциях в Барселоне, Шанхае (Китай) часто проектируют многосветные пространства с верхним естественным светом. Возможна организация рубок наблюдения, балконов.

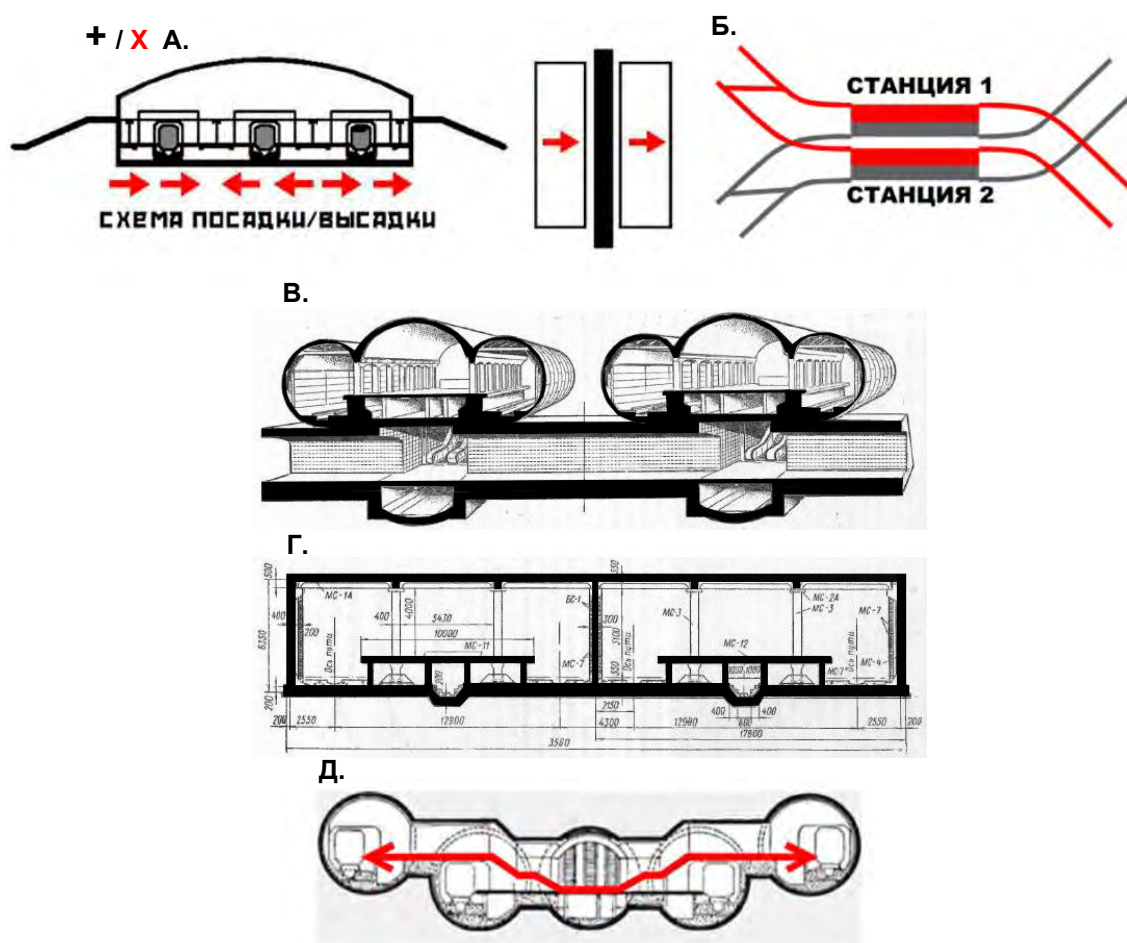
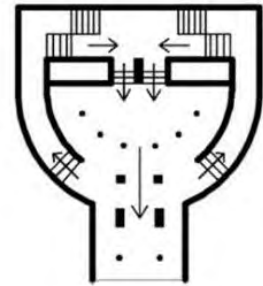
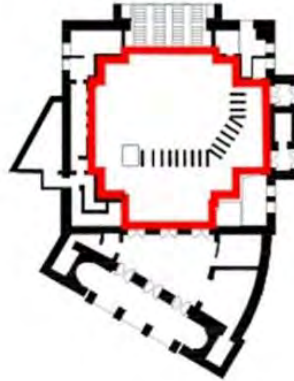
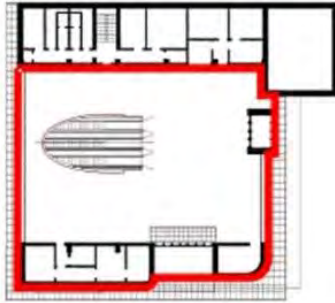


Рисунок 43. Кросс-платформенные пересадки: а) схема станции с

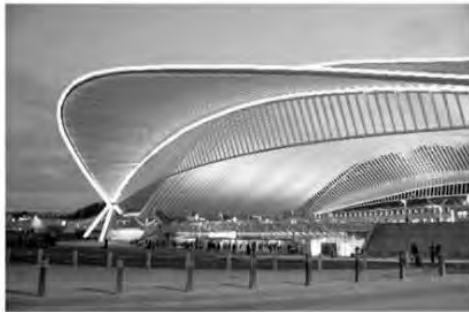
одновременной посадкой и высадкой пассажиров («испанское решение»); **б)** схема «кросс-платформенной» пересадки; **в)** схема расположения переходных тоннелей под станционными тоннелями; **г)** схема разреза четырёхпутной пересадочной станции мелкого заложения; **д)** схема разреза станции с пересадкой в одном уровне



Б.



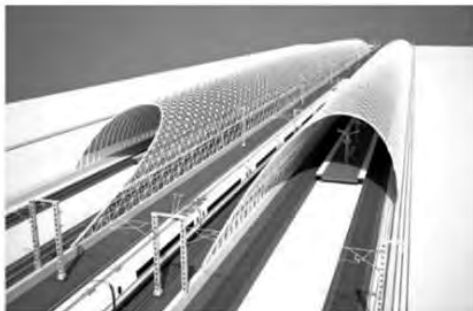
В.



Г.

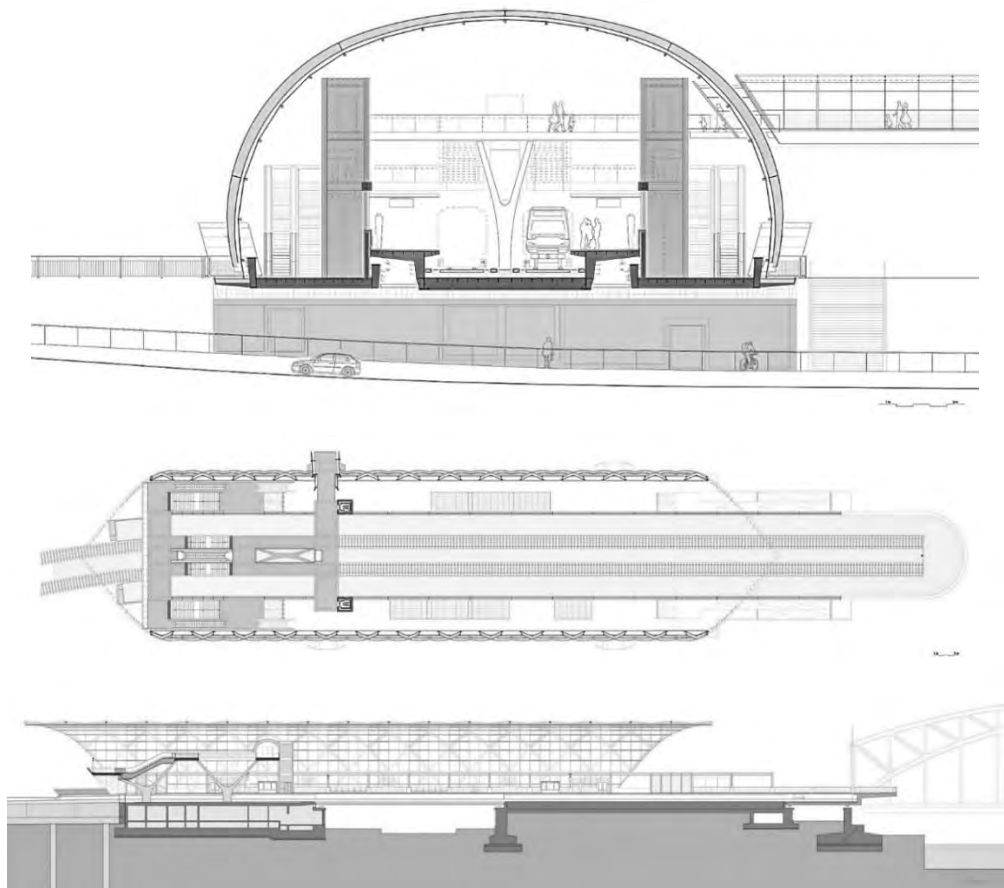


Д.



Е.





ж.

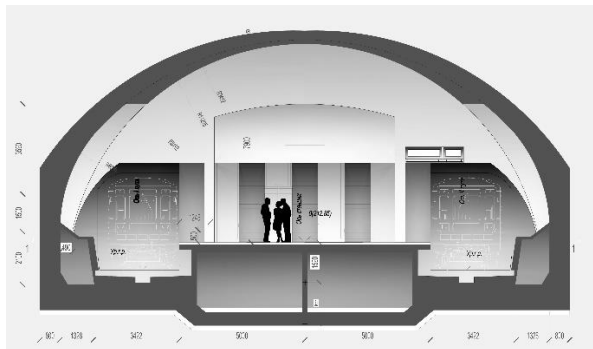


Рисунок 44. Большепролётные конструкции: **а)** схема разреза станционного зала; **б)** просторные распределительные залы на станциях «Баррикадная», «Бауманская», «Сокольники»; **в)** общий вид ТПУ «Льеж-Гильемин» Льеж, Бельгия; **г)** большепролётные покрытия – интерьер конечной станции «Западный Коулун» в Гонконге; **д)** оболочка-покрытие над платформами Высокоскоростной магистрали «Москва-Казань»; **е)** «Эльбрюкен», Гамбург, Германия (компания «ДжиЭмПи»); **ж)** схема поперечного разреза одноводчатой станции метрополитена

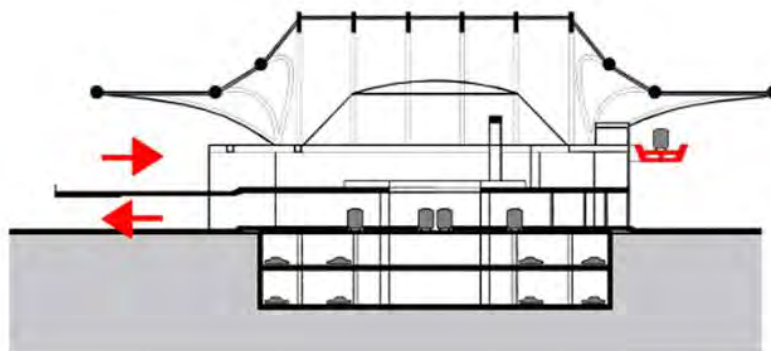


Рисунок 45. Распределение пассажиров по уровням – транспортно-пересадочный узел «Льеж-Гильемиин» Льеж, Бельгия

2.1.3 ЭСКАЛАТОРНЫЕ ХОДЫ, АТРИУМЫ, БАЛКОНЫ, СТАНЦИОННЫЕ ПЕРЕХОДЫ

Необходимо дублирование путей эвакуации (эскалаторов, лестничных сходов), архитектурных объёмов для обеспечения бесперебойности функционирования станций метрополитена. На станциях в Гонконге и Москве эскалаторы взаимодополняют лестничные сходы. Более компактно проектирование винтовых лестниц в едином многосветном пространстве «стволе» взамен наклонному ходу (**рис.46**). Однако для проектной практики в Москве это недопустимо в соответствии с нормами проектирования. Для транспортировки пассажиров чаще применяются одномаршевые эскалаторы (**рис.46**). Однако в условиях стесненной городской застройки могут прибегать к многомаршевым. Вестибюль станции «ЦСКА» в Москве спроектирован в виде вертикальной шахты с атриумом и многомаршевыми эскалаторами, что является небезопасным при больших пассажиропотоках, так как на подъём/спуск тратится больше времени, чем при устройстве одномаршевых. В состав наклонных эскалаторных ходов входят аванзалы в зоне натяжной камеры и машинного отделения, промежуточные разделительные площадки в объёме эскалаторного наклона (распределительные залы), тоннели с траволаторами. Наклонные лифты вдоль наклонных эскалаторных ходов не применяют вследствие нецелесообразности и высокой стоимости эксплуатации (**рис.46**). Пересадки в виде последовательных маршей эскалаторов, разделенных промежуточной

распределительной площадкой чаще проектируют при глубоком заложении станций метрополитена. На длинных пересадках-переходах актуально использование траволаторов. При наличии атриума в зарубежной практике применяют зеркальные купола, отражающие интерьер подземной части станции для обеспечения обзора пассажирам прибывающих поездов с наземного уровня при подходе к станции (**рис.47**).

Возможно устройство балконов (**рис.48**), антресолей, использование подвесных вантовых конструкций, закрепленных к своду (станция в Бильбао). Современные станции в Москве проектируют с пешеходными галереями (балконами): «Бульвар Дмитрия Донского», «Выставочная» и «Зябликово». На станции «Кутузовская» имеется пересадочный мостик для пересадки на примыкающую станцию Московского центрального кольца (МЦК) (**рис.49**). Актуально проектирование двухуровневых станций с переходными балконами (к примеру, станция «Одесская» в Харькове) при условии грамотной организации пересадок по кратчайшему расстоянию. Станции БКЛ имеют пешеходные балконы над путями для распределения пассажирских потоков и осуществления пересадок («Зябликово», «Бульвар Дмитрия Донского», «Деловой центр», «Петровский парк», «Выставочная», «Электrozаводская»). Они эффективны при наличии спусков в середине и торцах платформы. Актуально проектирование пересадок в виде коридоров с лестничными сходами – станционных переходов («Петровско-Разумовская») (**рис.50**).

При использовании многоуровневых лифтов необходимо проектирование лифтовых вестибюлей. В Московском метрополитене лифты как основной вид доставки пассажиров на платформу не применяется, так как они обладают малой пропускной способностью. На данный момент лифты активно используются для маломобильных групп населения.

Модернизация подъёмно-транспортного оборудования влияет на архитектурные решения пересадок. Первый в истории экспериментальный спиральный эскалатор был установлен на станции «Холовэй Роад» в

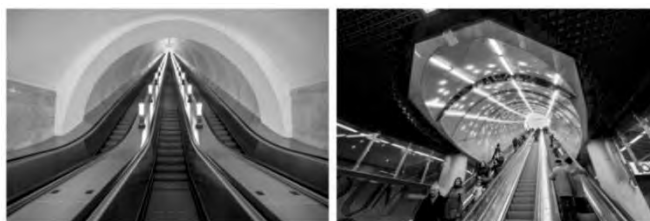
Лондонском метрополитене в 1906 году. В 2010 году в журнале «Энджиниэ» было описано изобретение израильского инженера Михаэля Давида – «движущаяся по спирали лестница», которая получила название «Геликсатор»²⁵. Испытательная модель геликсатора, собранная в Германии, поднимает на высоту 100м и спускает обратно до 20 тыс. человек в час, что сопоставимо с пропускной способностью 15 скоростных лифтов. В качестве примера реализации технологии можно привести устройство семиэтажного спирального эскалатора «Митсубиси Электрик» в молле "Ист Наньцзин Род" в Шанхае, Китае (**рис.46**). При наличии положительных эстетических характеристик для архитектурного решения общественных пространств станций метрополитена, использование спиральных эскалаторов является дорогостоящим и сложным процессом в эксплуатации.

Актуально устройство станционных переходов (коридоров с лестничными сходами) (**рис.50**). В качестве примера можно привести станцию «Петровско-Разумовская» в Москве. При этом проход над путями решается в виде балкона с глухими или светопрозрачными перегородками с ограждениями.

А.



Б.



²⁵ Братищев, А.К. Перспективные тенденции архитектурного формирования объектов метрополитена в Москве / А.К. Братищев // Международный электронный научно-образовательный журнал «Architecture and Modern Information Technologies». – 2021. – №2(55). – С. 181-195. – URL: https://marhi.ru/AMIT/2021/2kvart21/13_bratishchev/index.php DOI: 10.24412/1998-4839-2021-2-181-195.

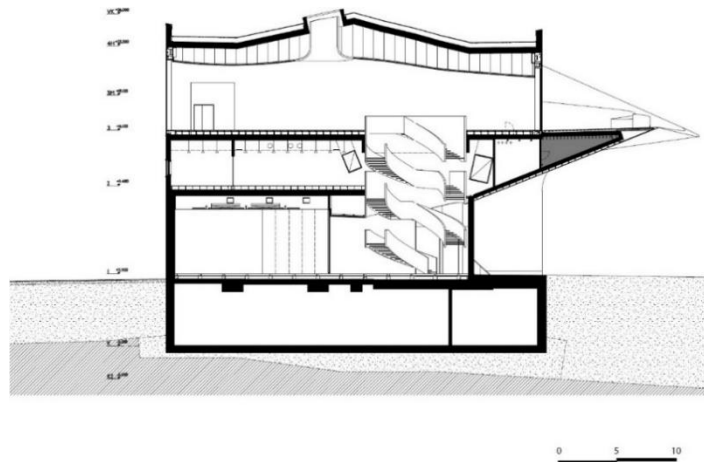
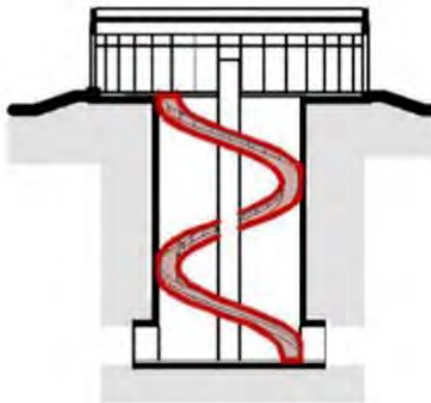
Х В.**Х Г.****Х Д.****Х Е.**

Рисунок 46. Эскалаторные ходы, атриумы: **а)** эскалаторный ход на станции «Ицхак Навон» в Иерусалиме; **б)** архитектурные решения эскалаторного хода на станции «Парк Победы» в Москве и на второй линии в Варшаве; **в)** вестибюли с применением винтовых лестниц; **г)** схема наклонного лифта и спирального эскалатора; **д)** вестибюль со спиральным эскалатором; **е)** общий вид винтового эскалатора (молл «Ист Наньцзин Роад», Китай)

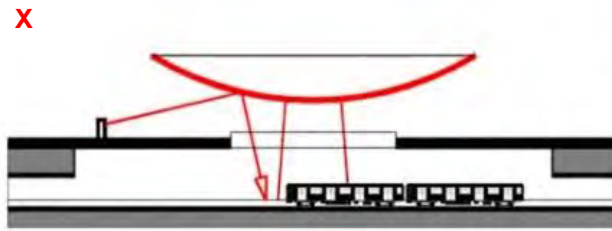


Рисунок 47. Применение зеркального купола, отражающего интерьер подземной части станции и обеспечивающий обзор пассажирам прибывающих поездов

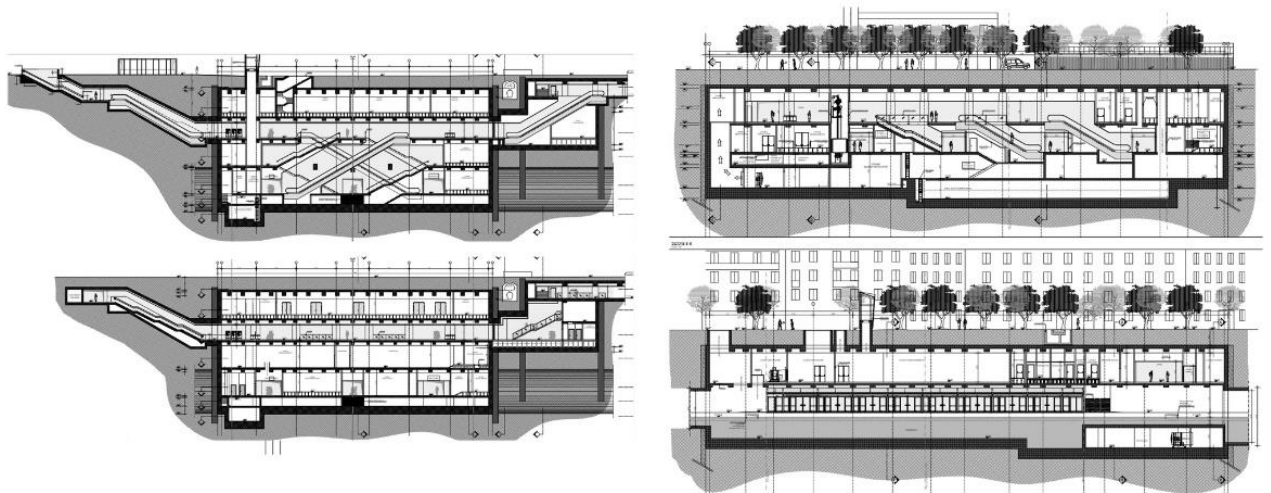


Рисунок 48. Проектирование балконов на станциях для осуществления пересадок

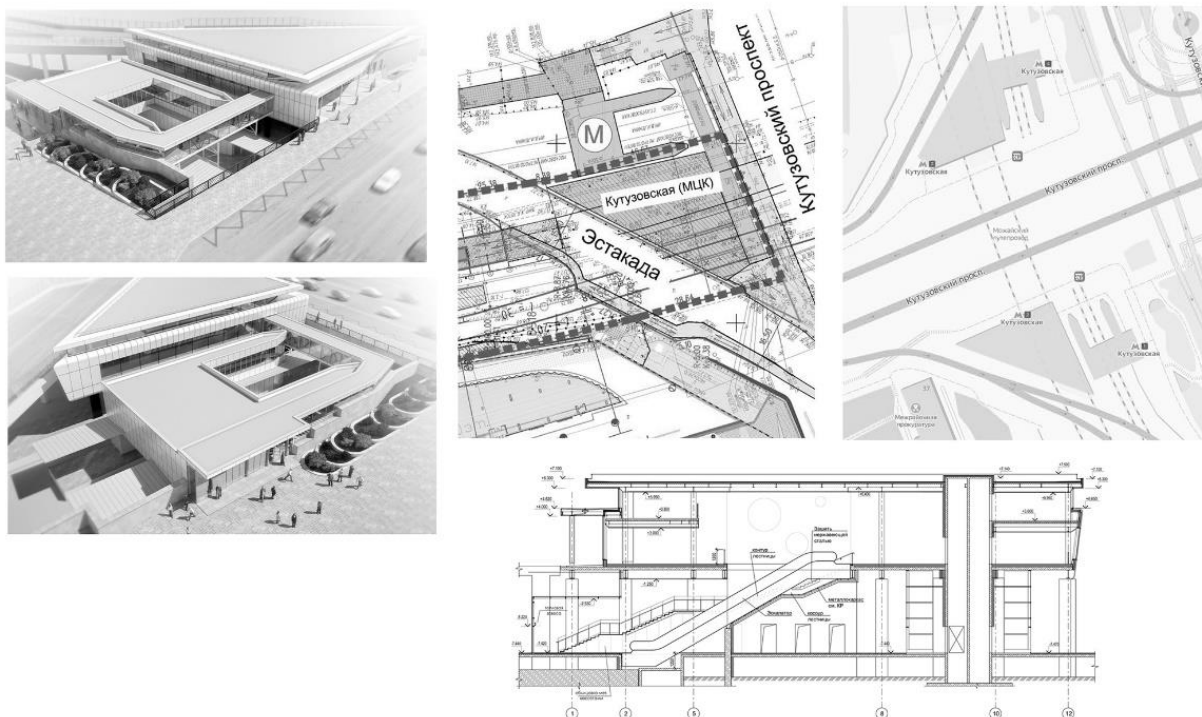
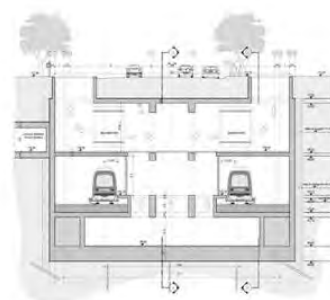
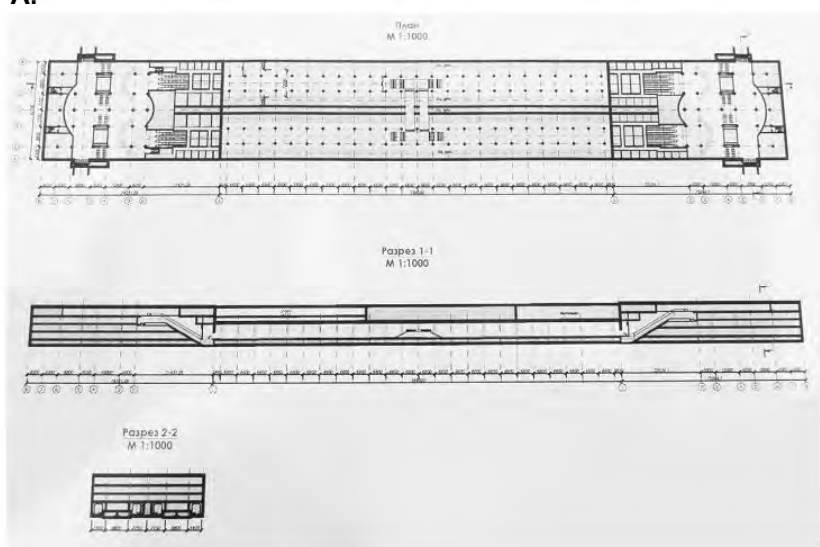


Рисунок 49. Интеграция вестибюля станции метрополитена «Кутузовская» Филёвской линии со станцией Московского центрального кольца

А.



Б.



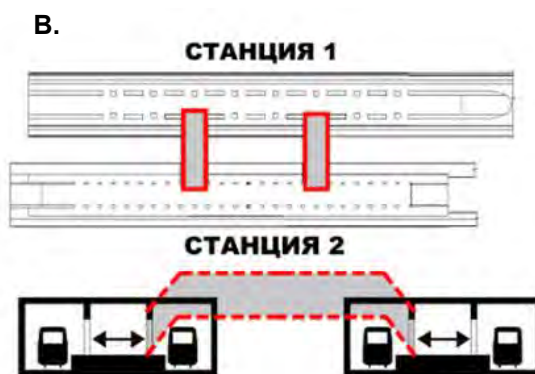


Рисунок 50. Переходы на станциях: а) ходки на станции «Косино»; б) схема плана и разреза станции с переходами; в) пересадка на станции «Петровско-Разумовская» Тимирязевско-Серпуховской и Люблино-Дмитровской линий

2.1.4 НАПРАВЛЯЮЩИЕ ПОЛОСЫ, ПОРТАЛЫ

Отсутствие городской среды, других построек и особенно дневного света делает практически невозможным ориентирование на подземных станциях. Для распределения пассажирских потоков возможно применение световых, тактильных, цветовых, звуковых архитектурных приёмов в различных комбинациях. Станции метрополитена представляют собой коммуникативное пространство знаков и сигналов. В этом помогает разметка на полу, стенах, потолке. Современные станции – это *мультимедийная информационная архитектура*, состоящая из слайд-проекций и стен-мониторов, на которых можно увидеть текущие сообщения о дорожном движении, новости и прогнозы погоды. Актуально использование света/темноты для направления, а также предупреждения. Требуется «удобочитаемость» систем навигации. Маршрутные полосы и названия станций на путевой стене следует располагать таким образом, чтобы они были видны из вагона поезда.

Необходимо определение архитектурных приёмов, которые бы допускали варианты ориентации как в пределах всей сети, так и в пределах отдельной станции. Ориентация в сети метрополитена Вены организована по единому принципу окраски металлических перил между панелями, деталей конструкции, таких как вывески и поручни. Каждой линии назначается свой цвет, который также отображается как цвет линии на карте метрополитена.

Произведения искусства упрощают навигацию, делают места в метрополитене более узнаваемыми. Возможно выделение отдельных станций яркой цветовой гаммой. Интуитивность навигации обеспечивается при помощи контекстуальности подземного и наземного городских пространств, уникальности архитектурных решений на станциях (запоминающемуся, узнаваемому образу), продуманной и простой планировочной схеме.

Актуально устройство *маршрутных полос, шрифтовых композиций названий станций, информационных стел (рис.51)*. К примеру, на станциях «Раменки», «Жулебино», «Новокосино» спроектированы направляющие световые полосы на потолке, ведущие из кассового зала по направлению к станционному [115, С.171-174]. При этом художественное оформление систем навигации должно модернизироваться и сочетаться с архитектурным образом станций.

Вариативность установки временных ограждений даёт возможность оперативно регулировать пассажиропотоки. Использование прозрачных перегородок улучшает ориентацию на станции.

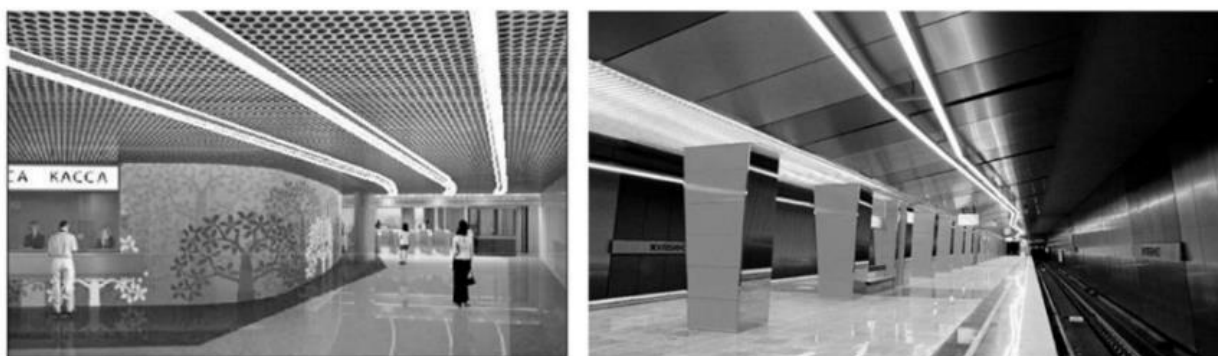


Рисунок 51. Световые направляющие линии в кассовом зале станции «Раменки» и на платформе станции «Жулебино» в Москве

2.1.5 ДОСТУПНОСТЬ ДЛЯ МАЛОМОБИЛЬНЫХ ГРУПП НАСЕЛЕНИЯ

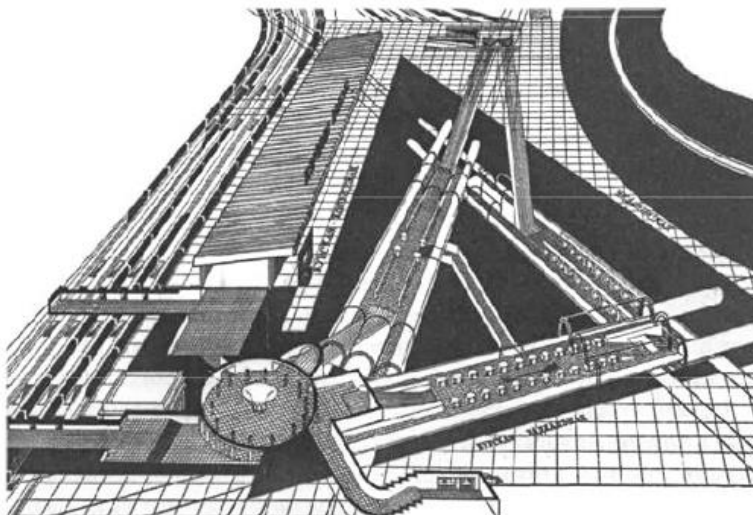
В Москве доля маломобильных групп населения (дети до 4-х лет, пожилые люди старше 60 лет, инвалиды) составляет около 30% – более 3,6 млн человек. Следовательно, необходимо создание безбарьерной среды на

станциях метрополитена. Для этого требуется расчёт оптимальной высоты помещений для уменьшения количества ступеней лестничных сходов, длины и формы пандусов, проектирование лифтовых вестибюлей, подъёмных платформ, организация на платформах отдельных посадочных зон для маломобильных групп населения. Возможно применение тактильной навигации: накладных или встроенных тактильных плит (шук-линий, полос, контрастных по цвету и обработке), шрифта Брайля. Возможно чередование полированных, термообработанных покрытий. Благодаря установке лифтов (включая наклонные в европейской практике) стало возможно доставлять пассажиров с уровня земли сразу в уровень платформы. Это потребовало проектирования коридоров для прохода на пассажирскую платформа. Наземные, заглублённые или полузаглублённые станции метрополитена позволяют обеспечить минимальные трудозатраты на передвижение пассажиров, связь с поверхностью. Также возможна организация зон безопасности, создание залов и открытых пространств с применением технологии индукционной петли (усилителей звука для слабослышащих).

2.1.6 КОМПАНОВОЧНЫЕ СХЕМЫ МЕТРОУЗЛОВ

Станции подразделяются на конечные, пересадочные (узловые), промежуточные. В зависимости от компоновки пересадочного узла метрополитена и расположения станций можно выделить преобладание горизонтальных связей (коридоров и лестниц) или вертикальных связей при размещении станций одна над другой (при помощи эскалаторов, лифтов), что заметно сокращает время на пересадку [1, С.143-152]. К примеру, возможно расположение станций над автомобильной магистралью (проект ТПУ "Тропарёво"). На пересечении нескольких линий метрополитена возможно создание крупных разноуровневых станционных комплексов с возможностью осуществления большого количества пересадок. Станции в составе метроузла могут компоноваться в форме треугольника, в виде П-образной, Н-образной, Х-образной схем, располагаться параллельно (**рис.52**). В Париже появление узловых пересадок с большим количеством станций позволило связать разные направления. Парижские станции «Републик» и «Шатле» объединяют 5 линий метрополитена, что является мировым рекордом.

А.



Б.

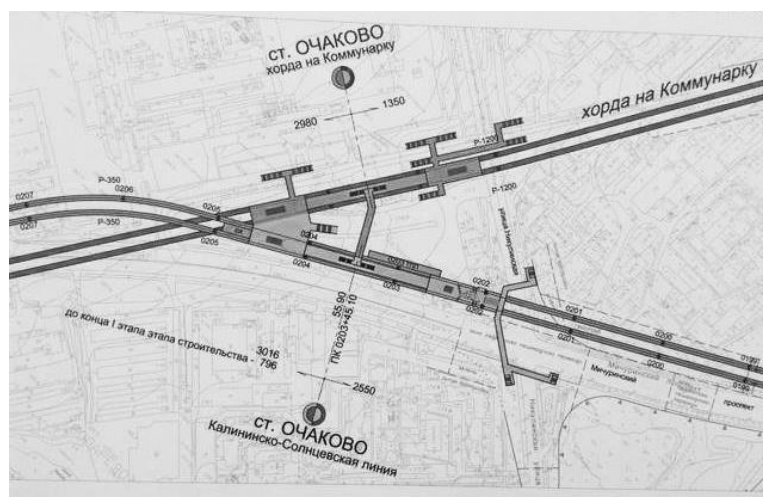


Рисунок 52. Схемы многоуровневых пересадочных узлов: а) пересадочный узел «треугольник» – «Курская-Курская-Чкаловская», 1950 г.; б) схема организации пересадки на станции «Очаково»

2.1.7 ПЕРЕХВАТЫВАЮЩИЕ ПАРКОВКИ, ВЕЛОПАРКОВКИ

Необходимо проектировать организованные паркинги, перехватывающие парковки по периметру города вблизи станций метрополитена и в составе станций и ТПУ (**рис.53**). К примеру, над станцией «Мякинино» сооружена автостоянка. На кровле транспортно-пересадочного узла «Щёлковская» (2020 г.) в Москве организована автобусная станция, а в подземной части – трёхэтажный паркинг. Наличие организованных автомобильных стоянок позволяет упорядочить пассажирские потоки на пересадке, а следовательно, сделать её более безопасной [1, С.152-168]. Эргономичность, мобильность населения обеспечивается за счёт проектирования на станциях крытых

стоянок и помещений для хранения велосипедов (рис.54).

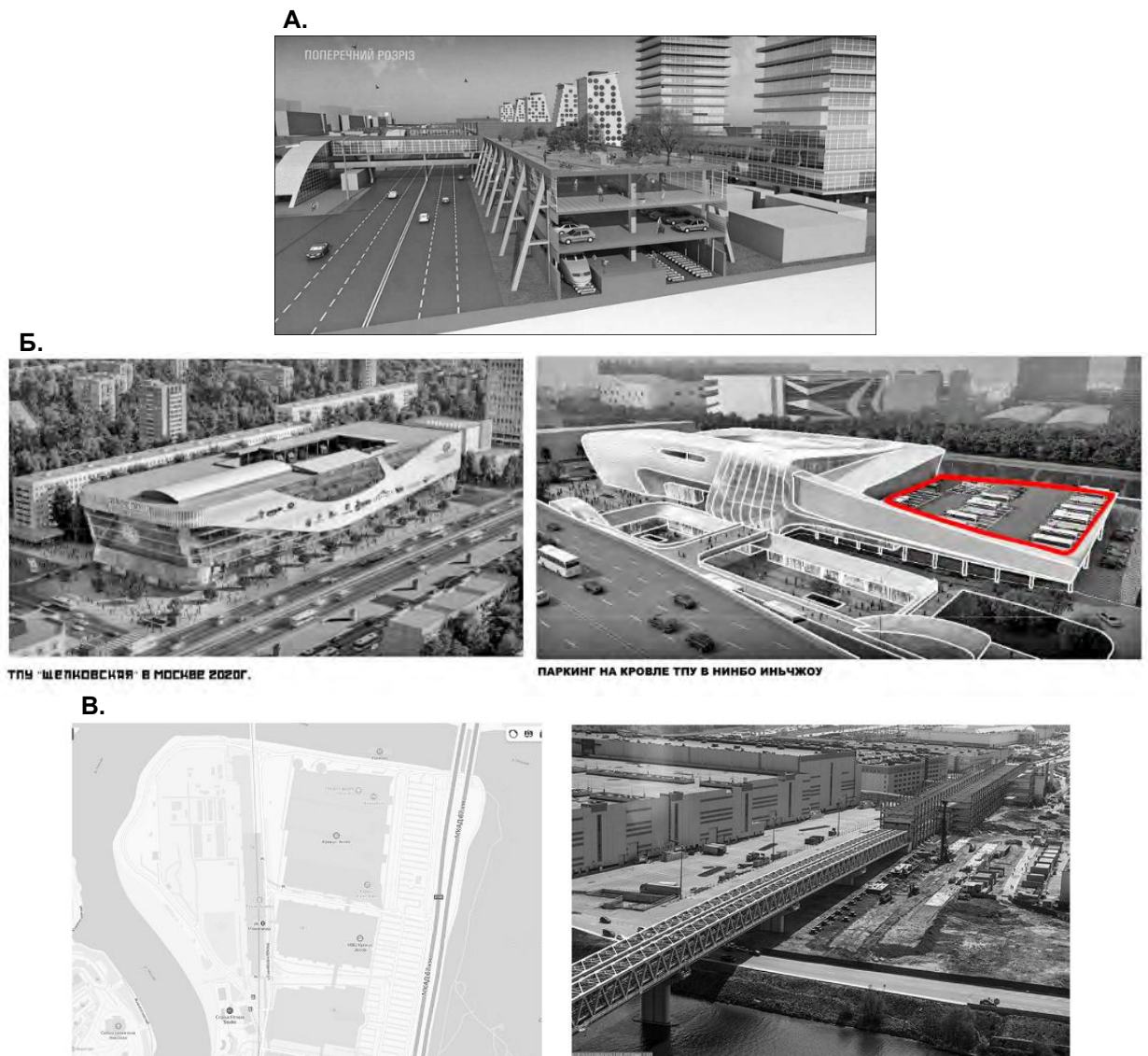


Рисунок 53. Интеграция станций метрополитена и ТПУ с автомобильными стоянками: **а)** проект расположения паркинга над станцией; **б)** паркинг и автобусная станция на кровле транспортно-пересадочного узла «Щёлковская» в Москве и в Нинбо (Иньчжоу); **в)** станции в составе крупных ТПУ: генеральный план станции «Мякинино» со связями (пешеходными мостами) и устроенным над станцией многоуровневым паркингом

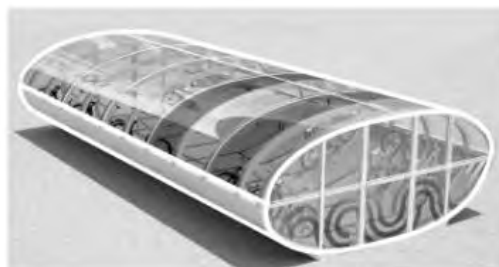


Рисунок 54. Крытая велопарковка

2.1.8 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРИЛЕГАЮЩЕЙ ТЕРРИТОРИИ: НАЗЕМНЫЕ ЭСКАЛАТОРНЫЕ И ТРАВОЛАТОРНЫЕ ГАЛЕРЕИ, НАВЕСЫ, «ЗЕЛЁНЫЕ МОСТЫ»

Станции метрополитена необходимо располагать в ключевых точках города: на основных транспортных магистралях, у вокзалов, на площадях, рядом со значимыми общественными зданиями. Внимание пассажиров возможно акцентировать за счёт проектирования арок, портиков, развитого стилобата, проектирования подходов к станции, аркад, альков (ниш) со скамьями, цветников. Возможно выделение входных зон метрополитена при помощи иллюминации. Благодаря устройству павильонов над лестничными сходами уменьшается травмоопасность из-за обледенения.

Организация территории, прилегающей к станциям метрополитена, влияет на безопасность пассажиров и криминогенность обстановки. Недопустимо организовывать выходы со станций на проезжие или оживлённые части улиц. Вблизи от проезжей части необходимо устанавливать защитные ограждения. Требуется нормативное освещение путей движения и отдыха пассажиров. Возможно выделение движения пассажиров и автотранспорта при помощи малых архитектурных форм.

Озеленение прилегающей территории позволяет создать комфортную зону ожидания. Необходимо обеспечение связи вестибюлей метрополитена с зелёным пешеходным и велодорожным «каркасом» города: парковыми зонами, бульварами, скверами, набережными, интеграция с ландшафтом (**рис.58**). Прилегающие территории к станции метрополитена желательно обустроить как для осуществления поездок, ожидания, проведения деловых встреч, так и для отдыха пассажиров и персонала. В подходных зонах к вестибюлям желательно применение садово-паркового искусства: разноуровневых газонов и цветников, наклонных клумб, вертикального озеленения, амфитеатров, зелёных скульптур – топиари, скамей, навесов, пергол, навигационных стел и разных типов освещения, устройство тематических временных экспозиций, общественных уборных. К примеру, вестибюль станции метрополитена в Гаосюне выполнен в виде многоярусной клумбы (**рис.58**). На прилегающей территории к метрополитену

возможно проектирование амфитеатров, как в Минском ландшафтном парке (**рис.58**). Связь общественных пространств может осуществляться за счёт разноуровневых парков. В качестве связующего элемента культурного центра Афин, состоящий из Византийского и военного музеев, Национальной галереи, Национального исследовательского института и Афинской консерватории выступает природный парк и станция метрополитена.

Недопустимо при проектировании наземных пересадок направлять пассажирские потоки через дворы жилых домов, пересекать выходы из подъездов. Особенно актуален данный подход при организации пересадок с Московского центрального кольца на станции метрополитена. При этом первые этажи жилых домов, выходящие в зону осуществления пересадки необходимо использовать для общественного назначения: библиотек, зон отдыха, колясочных, галерей с зимними садами. Мероприятия для защиты жилых домов от шума и светового загрязнения включают озеленение, устройство шумозащитных конструкций (экранов, акустических барьеров). Вдоль пересадок актуально проектировать зелёные благоустроенные зоны с живописным ландшафтом. Желательно избегать визуально однообразных путей движения. В качестве звукоотражающих зданий могут выступать промышленные, административные здания и сооружения, гаражи, шумозащитные серии жилых домов. Возможна интеграция станции с ландшафтом благодаря обвалованным и полуобвалованным станциям мелкого заложения, организации шумозащитных валов, эксплуатируемой кровле над станцией, устройству рекреационных зон (парков), пешеходных мостов. При этом не нарушается целостность городской среды, не создаются «территориальные разрывы», «зоны отчуждения» между районами.

Для большей доступности станций метрополитена и возможности укрыться пассажирам от неблагоприятных климатических условий допустимо устройство крытых эскалаторных галерей, пешеходных мостов, навесов по периметру вестибюлей, тоннелей с траволаторами. Станция «Орехово» имеет открытую прогулочную галерею по периметру южного вестибюля (**рис.38**). В комплекс станции «Воробьёвы горы» входит эскалаторная галерея (арх. Н.А. Алёшина, А.Ф. Стрельников), ведущая ко Дворцу пионеров,

которая была возведена в 1959 году из железобетона в стиле «Конструктивизм»²⁶ (рис.55). Данное архитектурное решение не утрачивает своей актуальности и по сей день, упрощая пассажирам передвижение по территории, имеющей большой перепад высот. Для преодоления водных преград возможно проектирование траволаторных тоннелей (станция «Спортивная» в Санкт-Петербурге).

Вестибюль станции «ЦСКА» Московского метрополитена спроектирован с применением эксплуатируемой кровли (рис.57). Для вестибюлей возможно устройство террас. Данное архитектурное решение неактуально вследствие повышенных мер безопасности к объектам метрополитена в Москве. Подземная станция метрополитена «Площадь Гарегина Нжде» («Молодежная», Ереван) представляет собой единый с городской площадью разноуровневый комплекс (рис.56). Интеграция станции метрополитена «Чертановская» в Москве с ландшафтом и устройство эксплуатируемой кровли позволяют организовать беспрепятственное наземное передвижение пешеходов.

Проектирование *экодуков – зелёных мостов*, даёт возможность пассажирам и животным беспрепятственно преодолевать трассу и станции метрополитена. В качестве примера можно привести экодуки на трассе «Таллинн-Тарту», над автострадой «Париж-Рейн-Рона А77» во Франции (1999 г.) На территории России в Калужской области на трассе М3 «Украина» также имеются подобные сооружения (рис.58). На территории Москвы экодук реализован под Северо-Восточной хордой.

Необходимо проектирование *сквозных структур на опорах* для обеспечения связи территорий. Интересны архитектурные решения Лондонской Юбилейной линии. Пройдя с востока на запад, она присоединила к общей сети районы к югу от реки Темза. Линия была посвящена серебряному юбилею правления Елизаветы II. Пересекая Темзу в 4-х местах, ветка метрополиена в наземной части проходит под жилыми домами сквозь арки.

²⁶ Братищев, А.К. Тенденции развития архитектуры метрополитена (1823-2000 гг.) / А.К. Братищев // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2021. – Т.6 (№10). – С. 33-45. – URL: <https://bulletinbstu.editorum.ru/ru/nauka/article/45297/view#author1> DOI: <https://doi.org/10.34031/2071-7318-2021-6-10-33-45>.

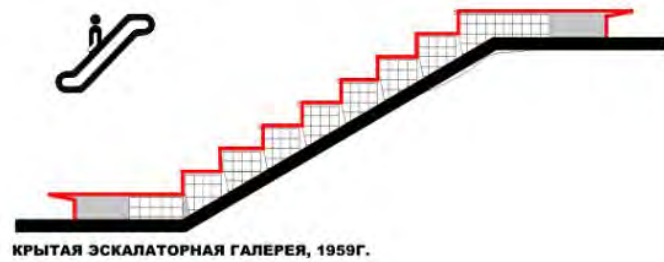


Рисунок 55. Крытая эскалаторная галерея на Воробьёвых горах, Москва



Рисунок 56. Интеграция станции и площади Гарегина Нжде в Ереване

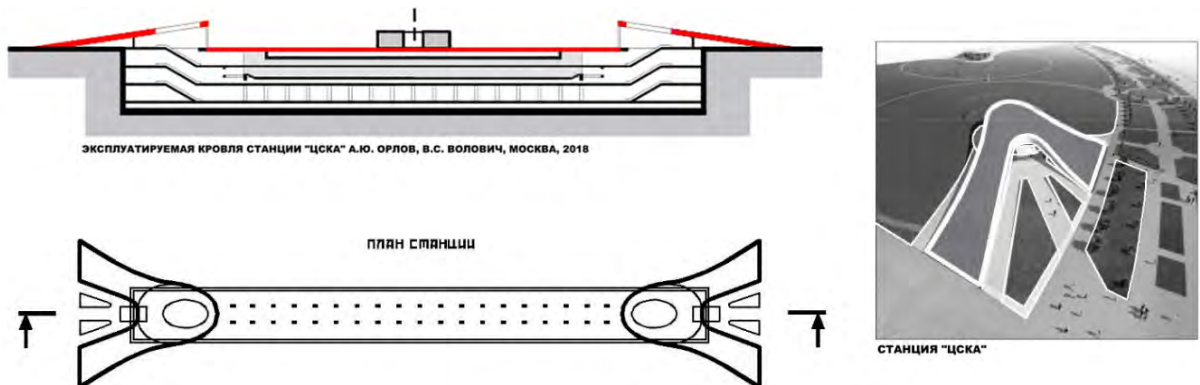
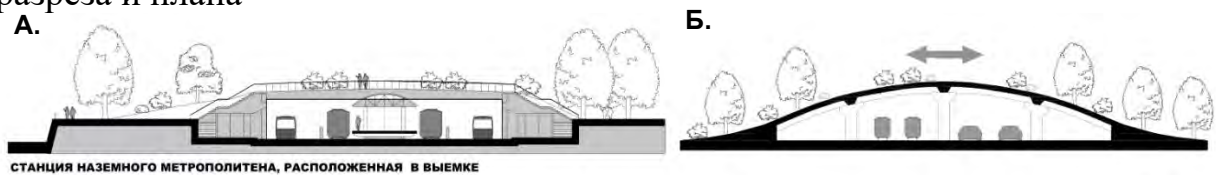


Рисунок 57. Эксплуатируемая кровля на станции «ЦСКА» – схема разреза и плана



В.



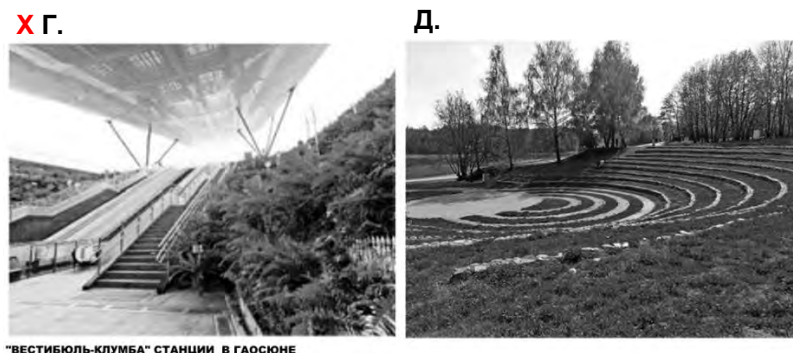
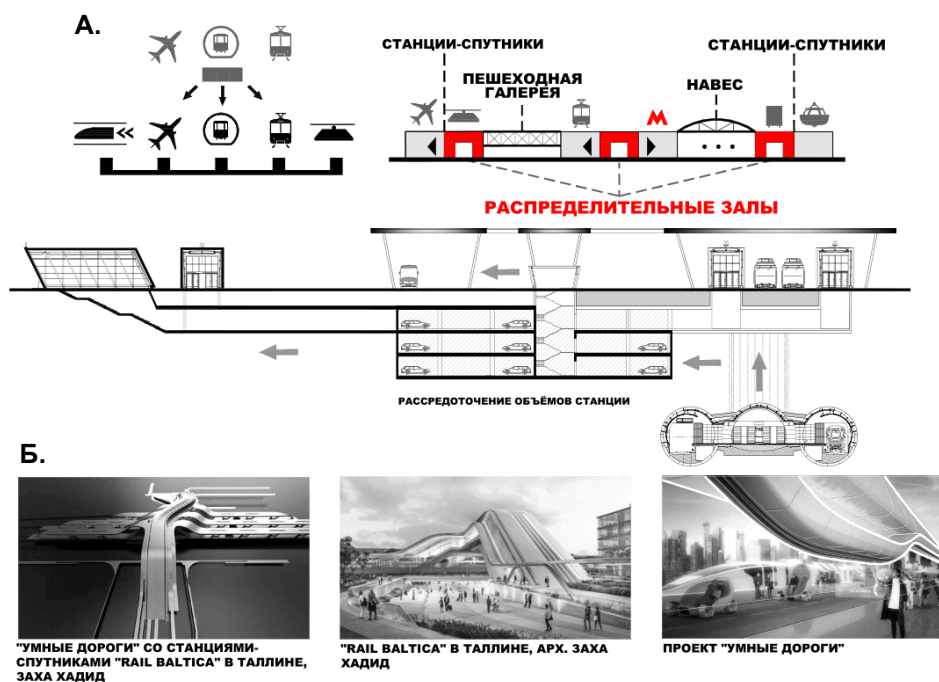


Рисунок 58. Интеграция станций с ландшафтом: а) разрез станции, расположенной в выемке; б) схема разреза экодука; в) общий вид экодуков в Нидерландах и России (Калужской области); г) «вестибюль-клумба» на станции в Гаосюне; д) амфитеатр в ландшафтном парке, Минск

2.1.9 «СТАНЦИИ-СПУТНИКИ»

Проектирование «станций-спутников» (рис.60) позволяет рассредоточить пассажирские потоки вдоль трассы метрополитена, разгрузить крупные ТПУ, организовать более комфортные пересадки за счёт наличия нескольких рассредоточенных распределительных залов²⁷. Проект «Умные дороги» позволяет систематизировать транспортные и пассажирские потоки на современных станциях метрополитена (рис.59).



²⁷ Братищев, А.К. Перспективные тенденции архитектурного формирования объектов метрополитена в Москве / А.К. Братищев // Международный электронный научно-образовательный журнал «Architecture and Modern Information Technologies». – 2021. – №2(55). – С. 181-195. – URL: https://marhi.ru/AMIT/2021/2kvart21/13_bratishchev/index.php DOI: 10.24412/1998-4839-2021-2-181-195.

Рисунок 59. Рассредоточение пассажирских потоков: **а)** создание «станций-спутников»; **б)** проект автоматизированных транспортных систем – «Умные дороги»



Рисунок 60. Схемы разрезов станций метрополитена с рассредоточением пассажиров на разные виды транспорта – интеграция с автобусными остановочными пунктами, перехватывающими парковками

2.2 ПЛАТФОРМЕННЫЕ ДВЕРИ, ВОРОТА, КАНАТНЫЕ БАРЬЕРЫ

По статистике в Московском метрополитене от суицида и несчастных случаев от падения на рельсы гибнет до 150 человек в год. Поэтому необходимы меры по их снижению: платформенные двери, ворота канатные барьеры.

Безопасность на станциях может быть обеспечена при помощи проектирования **платформенных раздвижных дверей** (технологии «горизонтальный лифт») (рис.61). При этом снижаются расходы на проектирование путевых залов (посадочных платформ), улучшается климат-контроль (уменьшается отапливаемый объём станции), вентиляция, снижается возможность попадания мусора на пути, сокращается штат сотрудников (количество диспетчеров), уменьшается фоновый шум на станциях. Платформенные двери могут быть в светопрозрачном и глухом исполнении. При установке прозрачных платформенных дверей пассажиры могут видеть прибывающие поезда. В качестве примера можно привести наземные станции берегового закрытого типа в Дубае с использованием платформенных раздвижных дверей. «Горизонтальный лифт» с радиальными опорами применён на станции РЭР «Шатле» линии 14 в Париже. В России платформенные двери с закрытым центральным залом применены на девяти

станциях в Санкт-Петербурге: «Новокрестовская», «Беговая» и др.

На станциях в Шанхае используются **платформенные ворота и подъёмные металлические барьеры**. Благодаря небольшой высоте платформенных ворот (1,2 м) в отличие от платформенных дверей становится возможна естественная вентиляция на станции. Платформенные ворота применены на станциях новой третьей линии Минского метрополитена «Зелёнолужская», в Токийском метрополитене на станциях «Сироканэдай», «Син-Накано» в Сеуле (столице республики Южная Корея), Гонконге, на наземной станции «Роузэ Хилл» Сиднейского метрополитена. Подъёмные металлические и канатные барьеры были применены на станции «Такацуки» и на линии «Токайдо» в Осака (Японии). Подъёмные барьеры удобны, так как, в отличие от платформенных дверей и ворот, не зависят от расстояния между дверями посадки и высадки подвижного состава. Особенно актуальны металлические и канатные барьеры для Москвы, где функционируют различные типы подвижных составов. В Пекинском метрополитене наблюдается комплексный подход к обеспечению безопасности: для посадки и высадки проектировщики применяют платформенные ворота и двери, гибкие подъёмные ограждения, выделяют зоны на платформе для пассажиров с багажом, велосипедами, а также для беременных женщин и детей (подвижные составы оборудуют специальными вагонами).

А.



Б.



В.



Г.





Рисунок 61. Ограждения платформенной части станции: **а)** схема устройства платформенных ворот, дверей; **б)** платформенные ворота на станциях в Шанхае, Японии; **в)** подъёмные канатные барьеры на станции в Японии; **г)** «горизонтальный лифт» в глухом исполнении на станции «Маяковская» в Санкт-Петербурге; **д)** «горизонтальный лифт» в светопрозрачном исполнении на станции в Гонконге; **е)** «горизонтальный лифт» с радиальными опорами на станции РЭР «Шатле» линии 14 в Париже

2.3 ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ОСВЕЩЕНИЮ СТАНЦИЙ

Использование энергоэффективных систем освещения приводит к значительной экономии эксплуатационных затрат и обеспечению безопасности на станциях метрополитена. *Свет – это важнейшее структурное средство формирования пространства, влияющее на восприятие материала и образа архитектуры.* Освещённость, светопрозрачность, лёгкость – качества современной архитектуры. На станциях метрополитена актуальны архитектурные решения систем естественного, искусственного и комбинированного освещения ²⁸.

2.3.1 АРХИТЕКТУРНЫЕ РЕШЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Естественный свет, проникающий в интерьер станции через проёмы значительно улучшает навигацию для пассажиров. Это возможно благодаря проектированию *витражного и ленточного остекления, световым проёмам, планарному, спайдерному и структурному остеклению, светопрозрачным геодезическим куполам, зенитным фонарям, шедам,*

²⁸ Братищев, А.К. Тенденции архитектурного формирования станций Большой кольцевой линии Московского метрополитена / А.К. Братищев // Международный электронный научно-образовательный журнал «Architecture and Modern Information Technologies». – 2023. – №4(65). – С. 180–202. – URL: https://marhi.ru/AMIT/2023/4kvart23/PDF/13_bratishev.pdf DOI: 10.24412/1998-4839-2023-4-180-202. (K2)

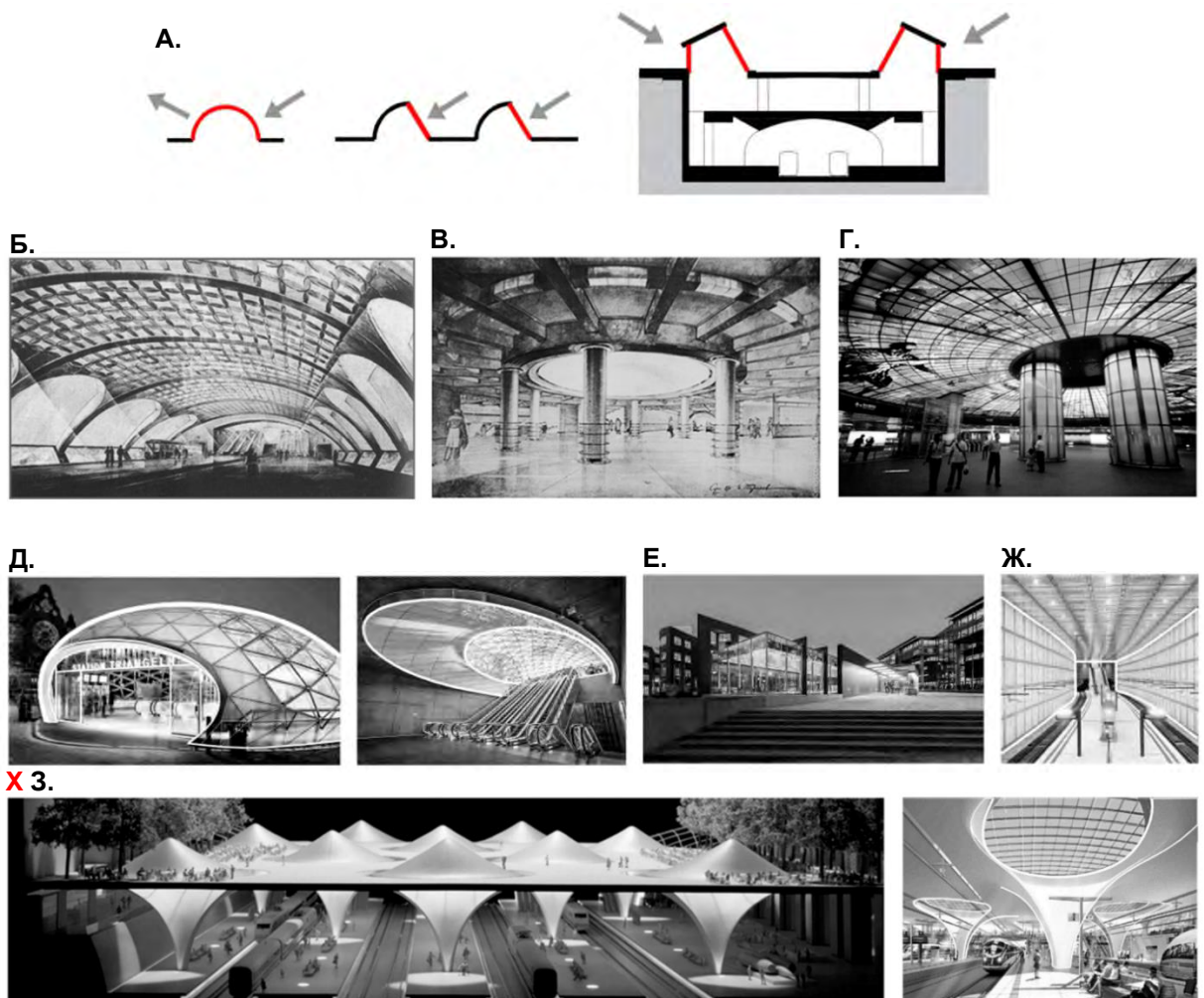
светопрозрачному бетону, приямкам с использованием линз Люксфера, панелям просечного металла, стеклоблокам и стеклопрофилиту, применению полых световодов с отражающими поверхностями (рис.62) [190, С.140-178]. Возможно устройство обвалованных и полуобвалованных (т.е. частично заглубленных в землю) станций. Актуально увеличение светового фронта здания. Использование теплосберегающих и звукоизолирующих стеклопакетов уменьшает теплопотери.

В кровле вестибюля станции «Еритасардакан» («Молодёжная») в Ереване имеется цилиндрический *зенитный фонарь*, освещающий эскалаторный наклонный ход. Подземное многосветное пространство «Трансбэй. Транзит центр» в Сан-Франциско – проект перестройки железнодорожного узла и пассажирского вокзала в Штутгарте (Германии) демонстрирует возможность обеспечения верхним светом за счёт архитектурного решения *световодов*²⁹. В Мюнхене на станции малого заложения «Обервизенфельд» естественное освещение осуществляется при помощи *световых колодцев* [115, С.31]. Станция «У-Банхоф Хаупбанхоф» в Нюрнберге освещается *световыми фонарями*. Актуально применение *световых колодцев, фонарей для электродепо* (электродепо «Лихоборы» Люблино-Дмитровской линии в Москве). Электродепо на линиях Л9, Л10 в Барселоне спроектировано с шедами в виде дуг. На станциях световоды могут быть расположены в поперечном и продольном направлениях. Благодаря проектированию световодов в виде стеклянных конусов свет поступает в подземное пространство музея Ионнеум. В Мальмё, Швеции, наземный вестибюль станции «Триангельн» представляет собой *светопрозрачный геодезический купол*. В Мюнхене на станции малого заложения «Санкт-Квирин-Плац» светопрозрачный купол расположен над станционным залом и освещает прилегающий парк в ночное время [115, С.31].

Станция «Площадь Вильгельма Лейшнера» в Лейпциге (Германия) выполнена в железобетонном каркасе и облицована *стеклоблоками, стеклопрофилитом*, благодаря чему обеспечивается равномерный свет на

²⁹ 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.

станции [115, С.104-117]. В Москве при продлении Сокольнической линии стеклопрофилит был применён при облицовке станционного зала наземной станции ангарного типа «Филатов луг». На станции «Морган» в Чикаго, реконструированная в 2010 году, для сокращения энергопотребления применили витражное остекление. В ночное время подсветка станции освещает окружающие улицы, одновременно являясь заметным ориентиром для прохожих. Возможно проектирование *светопрозрачных навесов и павильонов над лестничными сходами*. На станции «Сент-Геллерт тер» зелёной линии (2014 г., расположена у подножья горы Геллерта, большого заложения – 30м) наклонная стена обшита панелями из кортеновской стали, а оставленный открытым конструктивный каркас подсвечен прожекторами. Горизонтальные опоры над эскалатором и платформой работают конструктивно, пропуская естественный свет на станцию благодаря своему расположению. За счёт зенитных фонарей дневной свет пронизывает все уровни балочных конструкций станции.



Х И.



К.



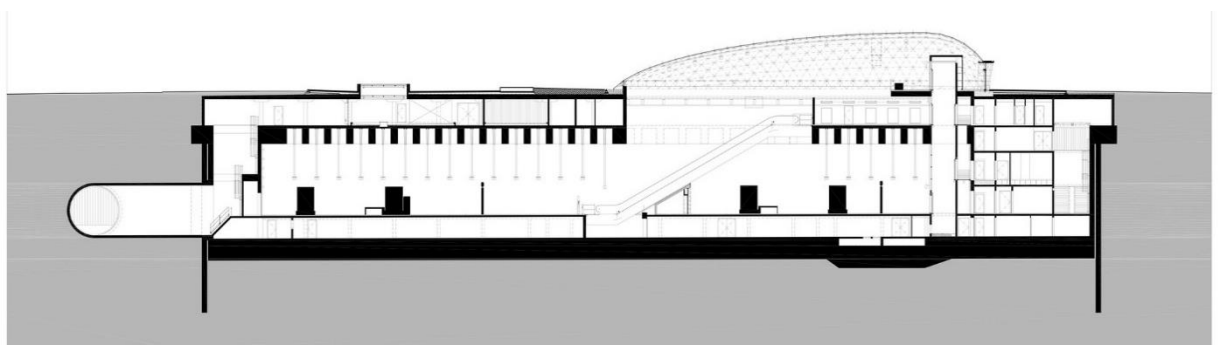
Л.



М.



Н.



longitudinal section



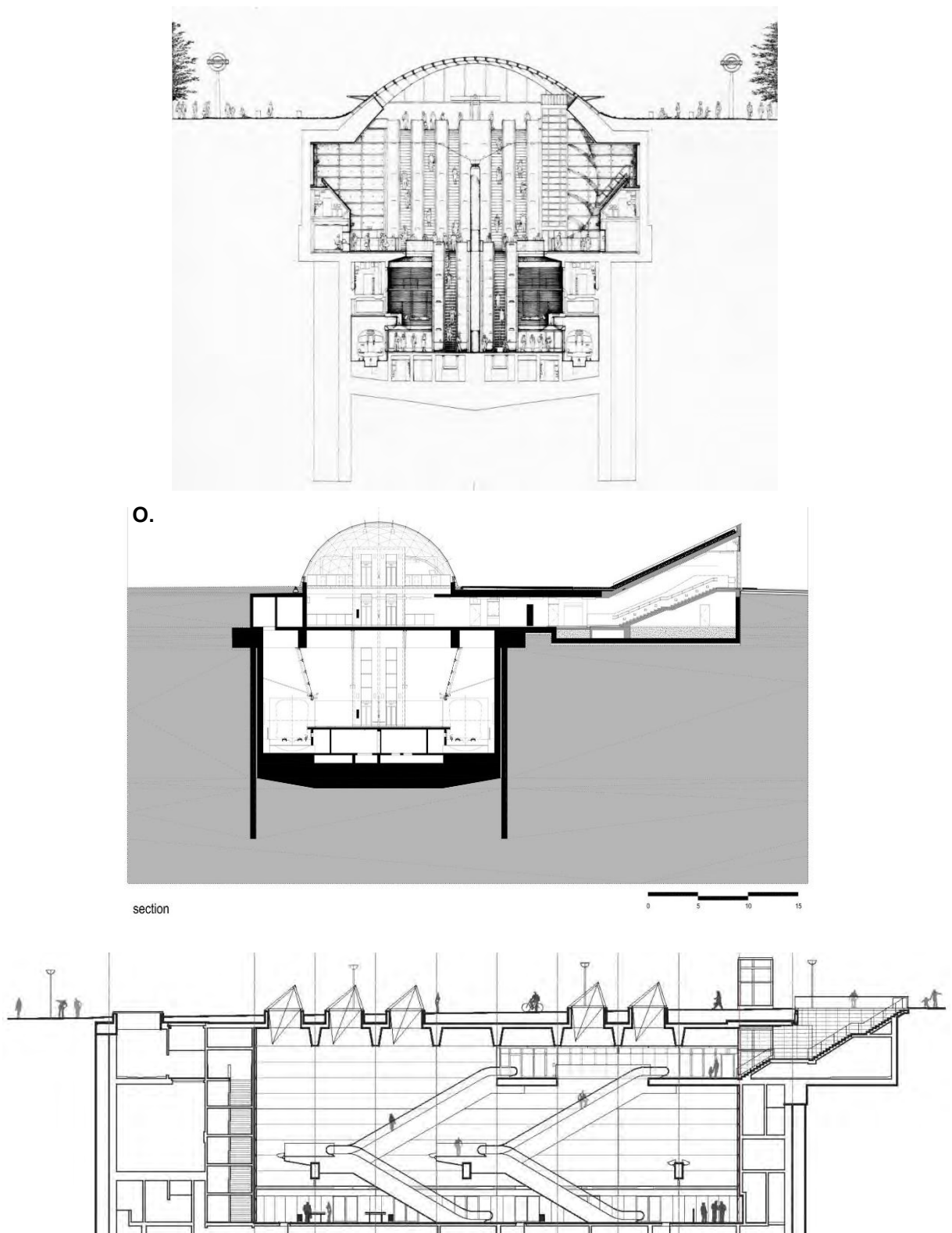


Рисунок 62. Архитектурные решения с применением естественного освещения на станциях метрополитена: **а)** схема светового купола (зенитного фонаря), шедов, световодов на станции малого заложения; **б)** проект станции «Стадион имени Сталина» («Измайловская»), арх. Виленский Б.; **в)** проект наземного вестибюля станции «Охотный ряд», 1934 г.; **г)** потолок в виде витража на станции «Формоза», Гаосюн, Тайвань; **д)** светопрозрачный купол наземного павильона и интерьер станции «Триангельн», Швеция;

е) светопрозрачный вестибюль в виде геометрической композиции станции «Нюдален» в Осло; ж) использование светопрозрачных блоков в интерьере станции «Вильгельм Лёйшнер Плац», Лейпциг, Германия; з) схема разреза и интерьер транспортно-пересадочного узла в Штуттгарте, Германия; и) световоды в виде стеклянных конусов, проводящих свет в подземное здание музея Ионнеум (арх. «Ньетто Соберхано Акитэктос») – схема разреза и генерального плана музея; к) вестибюль станции метрополитена «Еритасардакан» (освещение вестибюля и наклонного эскалаторного хода), арх. Кнтехцян С. (Ереван 1981 г.); л) электродепо на линиях Л9, Л10 в Барселоне с шедами в виде дуг; м) электродепо с применением зенитных фонарей на кровле (Лихоборы, Москва 2018 г.); н) проект станции «Канэри-Уорф »; о) схемы разрезов станций с использованием светового купола и зенитных фонарей

2.3.2 АРХИТЕКТУРНЫЕ РЕШЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ

На станциях метрополитена могут применяться *напольные, настенные и потолочные осветительные системы*. По способу установки системы освещения могут быть *встроенные, накладные, подвесные и отдельностоящие*. К примеру, световые системы навесных потолков (*точечные встроенные светильники, световые панели*), световые линии, встроенные в пол и установленные над посадочными платформами, *панели отражённого света с прожекторами, потолочные арт-инсталляции, световоды со светодиодами, световые проекции*, витражи (панно из смальты), *многоуровневые колонны-светильники, торшеры, световые столбы, световые балки* (рис.64) [190, С.166-188]. Также на современных станциях метрополитена проектируют подвесные *скульптурные световые композиции* (подвесные светильники на вантах на станции «Шелепиха»), *световые отдельностоящие скульптурные группы* (станция «Тропарёво»), мачты освещения. Светодиоды, которые при этом используют, являются долговечными. Актуально применение отражённого света, равномерно освещающего платформу, использование *карнизного освещения* за счёт прожекторов. На станции «Бранденбургские ворота» в Берлине равномерное освещение станционного зала достигается посредством световых панелей, подвешенных к потолку. На станции метрополитена «Намюр» в Монреале освещение решено в виде подвешенных скульптур из объёмных алюминиевых

многоугольных тел. Многообразие световых сценариев на станции «Хафенсити Университет» достигается посредством светильников с люминисцентными лампами, выполненные в виде портовых контейнеров [115, С.90-99]. На станции «Маркт» в Лейпциге (Германии) архитектором Питером Куком были использованы разноцветные балки, часть из которых – светильники. **Световые балки** выполняют при этом двойную функцию – обеспечивают конструктивную жёсткость станции и равномерное искусственное освещение [115, С.100-113]. В интерьере станций «Бауричер Банхоф» в Лейпциге и «Бауричер Плац» в Берлине для освещения эскалаторного наклонного хода применён верхний свет и световые балки. Для преодоления чувства замкнутости на подземных станциях используют **фальш-окна**. **Входные группы выделяют световыми порталами**, за счёт чего улучшается ориентация пассажиров.

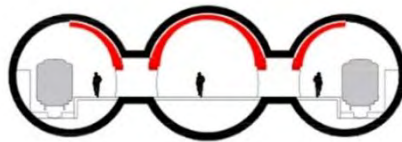
Одним из способов визуального ограничения края платформы может быть освещение: когда потолок со световым оборудованием расположен только над платформой. А в надпутевой зоне потолок и освещение отсутствует. Освещенная зона заканчивается на границе края платформы. Таким образом, на станциях метрополитена в Вене создаётся эффект, что станция – это не зал, в который входит поезд, а платформа, «пристыкованная» к туннелям. Поэтому возникает ощущение, что поезд расположен на станции таким образом, что внутренняя структура потолка платформы продолжает структуру вагона метрополитена, как если бы архитектура и транспортное средство были спроектированы на основе единой системы размеров.

Полые световоды могут выполняться в сочетании со светодиодами ³⁰. Их отличает пожаробезопасность. Данные системы в дневной период проводят свет за счёт переотражения солнечных лучей в зеркальной трубе. Для освещения в ночное время полые световоды оборудуют светодиодными лампами. Основным преимуществом световодов является обеспечение станций равномерным освещением, отсутствие необходимости регулярного

³⁰ Братищев, А.К. Перспективные тенденции архитектурного формирования объектов метрополитена в Москве / А.К. Братищев // Международный электронный научно-образовательный журнал «Architecture and Modern Information Technologies». – 2021. – №2(55). – С. 181-195. – URL: https://marhi.ru/AMIT/2021/2kvart21/13_bratishchev/index.php DOI: 10.24412/1998-4839-2021-2-181-195.

обслуживания. Полые щелевые световоды использовались на станциях «Серпуховская» и «Чкаловская» (арх. Н.А. Алёшиной), пешеходном мосту на станции Московского центрального кольца «Угрешская». Актуально применение энергосберегающих светодиодных ЛЭД-светильников. Они имеют более долгий срок службы в отличие от ламп накаливания и не требуют частой замены. Благодаря гибкости световых светодиодных лент возможны различные вариации освещения. Рекомендуется располагать осветительное оборудование выше уровня человека для предотвращения слепящего эффекта. Применение полых световодов актуально на станциях Московского метрополитена.

А.



Б.



В.



Г.



Д.



Е.



Ж.



З.





Рисунок 63. Архитектурные решения применения искусственного и комбинированного освещения на станциях метрополитена: **а)** схема разреза станции с применением полых световодов; **б)** световые арки с полыми световодами на станции «Чкаловская», арх. Алёшина, Москва, 1985 г.; **в)** полые щелевые световоды на станции «Серпуховская»; **г)** скульптурные светильники на станции «Тропарёво»; **д)** станция «Алма-Атинская» в Москве; **е)** купол с отражённым светом на станции «Парк Победы» в Москве; **ж)** световые колонны – конкурсный проект на станцию «Партизанская» (арх. Таушканов В.М.); **з)** световые балки в интерьере станции «Баеричер Банхоф»; **и)** световые арки на станции «Фонвизинская», Москва; **к)** световые балки на станции в Будапеште

2.4 СНИЖЕНИЕ УРОВНЯ ШУМА, ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, УКРЫВАЕМОСТЬ, ОРГАНИЗАЦИЯ ЗОН ОЖИДАНИЯ

Снижение уровня шума на станциях возможно при помощи использования геометрически выверенной формы звукопоглощающих сводов, *акустических потолков*, ребристых подвесных конструкций, *покрытия путевых стен шумоподавляющими панелями, керамической и металлической ячеистой плиткой* (рис.64). Для облицовки стен и сводов

(потолков) станций возможно применение пористых материалов. Актуально применение декоративных акустических панелей с использованием матов базальтового супертонкого волокна, ламинированных панелей МДФ, листов гипсокартона с круглой или квадратной перфорацией, на тыльную сторону которого наклеено звукопроницаемое нетканое полотно³¹. При этом улучшаются акустические качества объявлений диспетчера о прибытии поездов. *Звукопоглощающие своды* применены на станции «Плац Вильсона» в Варшаве (Польша) (**рис.65**) [115, С.37]. Путевые стены и свод залов станций метрополитена «Музеум» в Праге и «Олимпиа Айнкауфцентр» в Мюнхене облицованы шумоподавляющими панелями [115, С.246-257]. От звука поезда защищает *установка платформенных дверей*, которые отделяют посадочную платформу от путей.

При интеграции станций метрополитена с жилыми и административными зданиями актуально использование бесшумных подвижных составов на шинном ходу, бесстыкового пути. Использование бесшумных подвижных составов на шинном ходу допустимо при больших уклонах трассы более 13 % в отличие от рельсового. Метропоезда на шинном ходу с рельсовыми путями впервые использовались в Монреале (Канаде), затем в Мехико (столице Мексики), Сантьяго (столица Чили), Париже, Лионе и Марселе (Франции), Кобе и Саппоро (Японии) и безрельсовые – в Лилле, Тулузе и Ренне (Франции), Турине (Италии). В Москве эксплуатация подвижных составов на шинном ходу не актуальна, так как шины пожароопасны, недолговечны, имеют запах из-за трения.

Для защиты застройки, расположенной вдоль линии метрополитена, от воздействия шума необходимо строительство звукоотражающих зданий, *размещение станций в выемках, на террасах, проектирование земляных валов, использование шумоизоляционных экранов, экранов-стенок* (акустических экранов с минераловатным заполнением, из керамзита, бетона),

³¹ 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.

«пейзажных экранов» [5, С.16]. Излишки грунта, полученные при строительстве станций, могут быть использованы для возведения валов. В качестве звукоотражающих зданий могут быть промышленные, административные здания и сооружения, гаражи, шумозащитные серии жилых домов (коридорного типа, с расположением подсобных помещений со стороны линии метрополитена), размещение на первом этаже жилых домов помещений общественного назначения. Станции большого заложения, обвалованные и полуобвалованные станции мелкого заложения не оказывают шумового воздействия на окружающую застройку.

Основным источником шума на станциях Московского метрополитена является вибрация и структурный звук в низкочастотном спектре (до 31,5 Гц) от поездов из-за ударов колёсных дисков о стыки и неровности рельсов. Вследствие высокого уровня шума у пассажиров и персонала возможно возникновение сердечно-сосудистых заболеваний, неврозов. В последнее время можно проследить значительное увеличение уровня шума в Московском метрополитене из-за увеличения скорости и частоты курсирования подвижных составов (в часы пик – каждые полторы минуты), применения более мощных и шумных систем кондиционирования. В соответствии с СанПиНом уровень шума в метрополитене не должен превышать 70 Дб.

Для исследования шумовых характеристик было выбрано 83 станции Московского метрополитена, построенные в разное время (в период с 1935 по 2025 гг.) с различными конструктивными особенностями и отделочными материалами. Было выявлено значительное превышение уровня шума на 86% станциях, достигающего до 100 Дб. Отмечено, что наибольший уровень шума возникает на платформе во время отправления поезда (до 90 Дб). Для сравнения, уровень шума на железнодорожном вокзале (Курский вокзал) – 65-70 Дб. Средний уровень шума на станциях в зоне предэскалаторного зала – 85 Дб. Во время нахождения на эскалаторном ходе наблюдается уровень шума в 75-80 Дб. На подземных переходах – около 70 Дб. На закрытых перегонах шум достигает 100 Дб, на открытых перегонах (метромостах) – до 70 Дб. Перегоны

между станциями с применением бетонных блоков являются наиболее шумными, нежели чугунные. В Москве преобладает тенденция к строительству тоннелей с применением чугунных тубингов.

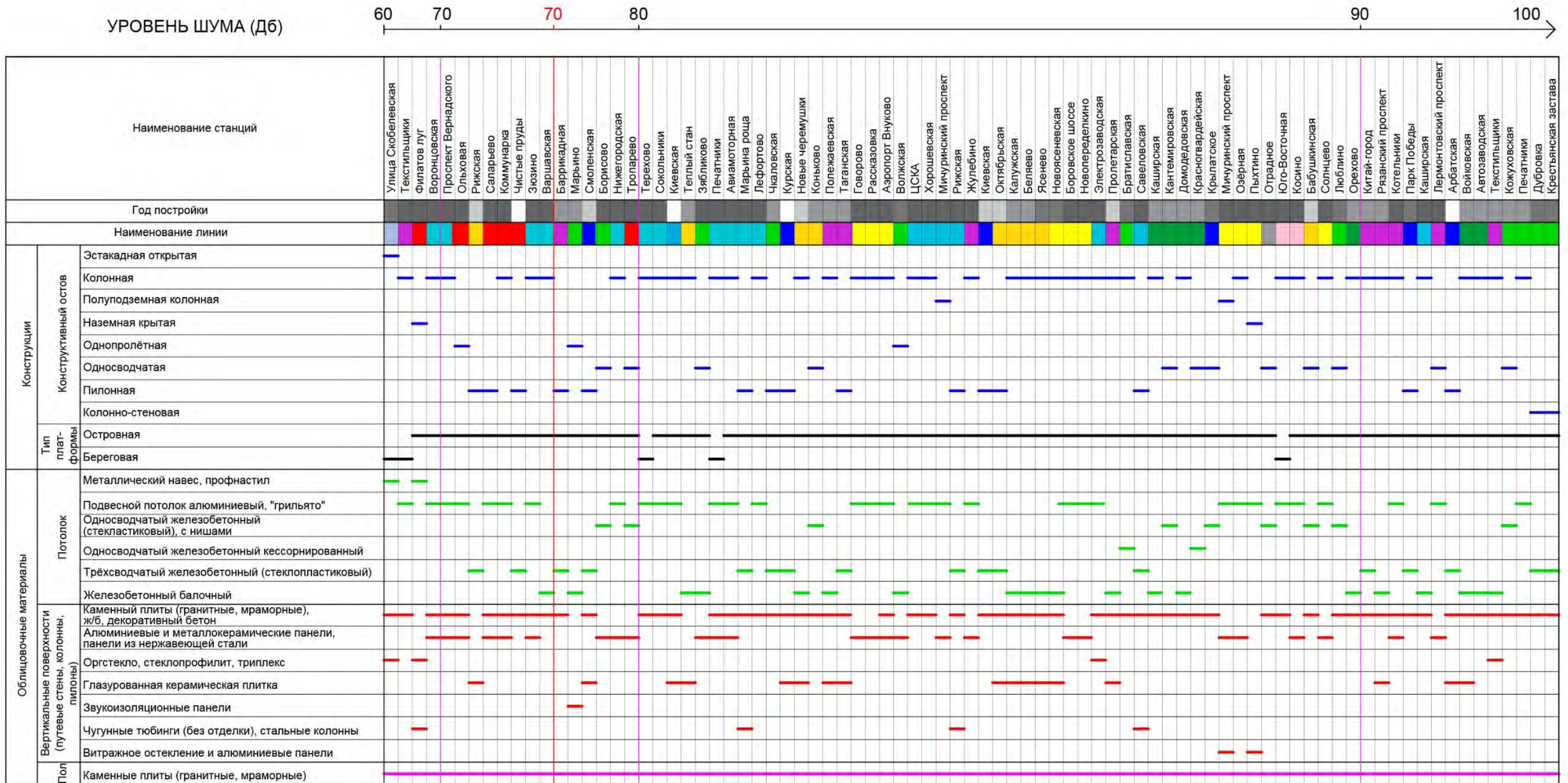
На станциях, построенных с 2000 гг. наблюдается, преимущественно, положительная динамика снижения уровня шума.

В зависимости от конструкций станций:

- на станциях колонного типа показатели шума равномерно распределяются от нормативных до значительно превышающих норму;
- на односводчатых станциях имеются как незначительные, так и значительные превышения шума выше нормы;
- на пилонных станциях имеются как незначительные, так и значительные превышения шума выше нормы;
- на колонно-стеновых станциях значительно превышен уровень шума;
- на однопролётных станциях показатели нормативные и незначительно превышают;
- эстакадные открытые станции имеют нормативные показатели шума;
- на полуподземных колонных станциях уровень шума незначительно превышен;
- на наземных крытых станциях имеется допустимый и незначительно превышенный уровень шума.

В зависимости от линии: Бутовская, Большая кольцевая и Сокольническая линии имеют наилучшие показатели по уровню шума. В целом, наименьший уровень шума отмечен на наземных станциях и метромостах в связи с отсутствием отражений звука от поверхностей тоннеля, как на подземных станциях. Для достижения нормативных показателей шума на Бутовской линии поезда снижают скорость после 7 часов вечера. К примеру, значительная часть Берлинского метрополитена – эстакадная наземная, поэтому и уровень шума в поездах и на станциях ниже. Наиболее шумными являются станции на Люблино-Дмитровской, Замоскворецкой, Таганско-Краснопресненской, Арбатско-Покровской и Калининско-Солнцевской линиях (**таблица 2**).

Сводная таблица показателей шума на станциях Московского метрополитена



Условные обозначения:

В разделе «Год постройки»

	– 2010 - 2025 гг.
	– 1990 - 2010 гг.
	– 1970 - 1990 гг.
	– 1950 - 1970 гг.
	– 1935 - 1950 гг.

В разделе «Наименование линии»

	– Сокольническая
	– Замоскворецкая
	– Арбатско-Покровская
	– Филёвская
	– Калужско-Рижская
	– Таганско-Краснопресненская
	– Калининско-Солнцевская
	– Серпуховско-Тимирязевская
	– Люблино-Дмитровская
	– Большая кольцевая
	– Бутовская
	– Некрасовская

Таблица 2. Сводная таблица показателей шума на станциях Московского метрополитена

Уменьшение уровня шума возможно за счёт проектирования станций с закрытым центральным залом и использования платформенных дверей. Шум снижается за счёт применения звукоизоляционных керамических панелей на путевых стенах, алюминиевых подвесных потолков и т. д. (**таблица 3**). Сложность уменьшения уровня шума на уже существующих станциях связана с необходимостью их реконструкции и невозможностью изменения облика станций, относящихся к объектам культурного наследия, большим пассажиропотокам и разности параметров курсирующих подвижных составов.

Архитектурные решения по снижению уровня шума на станциях Московского метрополитена

Уровень шума	Наименование станции	Архитектурное решение
62	Улица Скобелевская	Эстакадная открытая станция с металлическими навесами и противозумными панелями из оргстекла
67	Текстильщики (БКЛ)	Двухуровневый подвесной потолок из алюминиевых панелей
67	Филатов луг	Кровля – покрытие из профнастила, стены – стеклопрофилит
69	Воронцовская	Подвесной потолок из алюминиевых панелей, стены с применением алюминиевых панелей, облицовка колонн панелями из декоративного бетона
71	Саларьево	Плоский потолок со вставками типа «грильято»
75	Марьино	Звукоизоляционная плитка из штампованного алюминия

80	Терехово	Облицовка стен ребристыми панелями из стеклофибробетона, колонн – плоскими панелями
82, 87	Марьино, Савёловская (БКЛ)	Чугунный тубинги путевой стены без облицовки
86	Ясенево, Новоясеневская	Ячеистая металлическая плитка на путевых стенах
86	Боровское шоссе, Новопеределкино	Использование в облицовке стен алюмокомпозитных панелей
86	Электrozаводская (БКЛ)	Облицовка путевых стен панелями триплекс, потолка – алюминиевыми перфорированными панелями
87	Братиславская	Кессонированный железобетонный свод
88	Мичуринский проспект, Пыхтино	Полуподземные станции с витражным остеклением
88	Юго-Восточная	Применение плафонов-куполов
99	Печатники	Подвесной потолок из анодированного алюминия

Таблица 3. Архитектурные решения по снижению уровня шума на станциях Московского метрополитена

На станциях необходимо уменьшение времени реверберации звука и применение отделочных материалов в соответствии с оптимальным коэффициентом звукопоглощения (таблица 4). Чем выше коэффициент, тем лучше звукопоглощающие свойства материала. К примеру, мраморные и гранитные плиты, бетонные поверхности, глазурованная керамическая плитка поглощают 1% звуковых волн. Подвесные потолки, применение минеральной ваты позволяет обеспечить поглощение 50% шума на станциях. Необходимо иметь ввиду, что мягкие, быстровпитывающие и металлические декоративно-отделочные материалы быстро теряют эстетический вид. При этом облицовочные материалы должны быть антивандальными, легко поддаваться влажной уборке, восстановлению и замене. Так, на станциях «Тёплый стан» и «Рижская» применена керамическая, а на станции «Новоясеневская» – ячеистая металлическая плитка с эффектом звукопоглощения. Актуально проектирование *шумозащитных подвесных потолков из кассет, потолков типа Грильято, сводов из металлоконструкций (3d-потолок* станции «Воронцовская» БКЛ).

для диапазона звука до 125 Гц

Материал	Коэффициент звукопоглощения
Мрамор, гранит, бетон, металл, глазурированная керамическая плитка	0,01
Штукатурка окрашенная (потолки, стены)	0,012
Стекло, триплекс, оргстекло	0,2
Алюминиевые панели стеновые	0,1
Подвесной потолок алюминиевый	0,3
Потолок «Грильято» алюминиевый	0,5
Минеральная вата	0,45-0,9

Таблица 4. Коэффициенты звукопоглощения отделочных материалов для диапазона звука до 125 Гц

На уменьшение уровня шума на станциях влияют не только не архитектурные решение, но и применение более современных типов поездов, использование шумопоглощающих путей (бетонных блоков в резиновых чехлах), применение бесстыковых путей с меньшим количеством сварных швов. Создаваемый уровень шума от составов типа "Номерной" выше на 10 Дб, чем от составов типа "Русич" и "Москва". На 10 Дб снижается уровень шума за счёт применения вибро- и бесстыковых путей.

Таким образом, вопрос снижения уровня шума на станциях метрополитена в Москве неоднозначный, зависит от архитектурных и технических факторов и требует комплексного подхода, переоборудования и переоснащения станций. Актуально строительство новых станций закрытого типа с применением островных платформ, наземных открытых с наземными перегонами. Отмечены положительные тенденции при использовании подвесных алюминиевых потолков, потолков типа «Грильято», снижающих уровень шума на станции на 15 Дб. Актуально покрытие стен и потолка декоративными панелями с применением звукопоглощающего супертонкого базальтового волокна. Возможно локальное применение акустических потолков на платформе в определённых зонах (к примеру, в центре зала станции, где пассажиры обычно встречаются и длительное время ожидают). На существующих и вновь проектируемых станциях необходимо использование менее шумных подвижных составов типа «Москва». Благодаря этому

уменьшение шума замечено на Сокольнической, Калужско-Рижской, Кольцевой и Большой кольцевой линиях. Также возможно проектирование бесстыкового пути длиной 300 м вместо 100 м, виброгасящих блоков. Благодаря данным решениям стало возможно снижение уровня шума на станциях и повышение комфорта и безопасности пассажиров и персонала.

Для защиты от грунтовых вод применяют **подвесные водозащитные зонты** светлых тонов из стеклопластика, которые могут иметь гладкое или складчатое покрытие.

Для станций метрополитена необходимо применение негорючих и экологичных материалов: керамического кирпича, плитки, бетона (блоков и декоративного бетона), штукатурки, натурального камня (гранита, мрамора, туфа), стекла, металла (чугунных тубингов). В связи с пандемией «Ковид-19» возникла необходимость **организации зон дезинфекции** пассажиров. Использование керамики, **глазурованного кирпича и плитки** позволяет содержать станцию в чистоте, соблюдать современные гигиенические требования.

Актуальны архитектурные решения колонн дымоудаления на платформах и вентиляционных павильонов, монтаж пожарных штор в проёмах на станциях. Обеспечение естественным и искусственным притоком воздуха станции осуществляется через вентиляционные киоски тоннельной и местной вентиляции, которые, в свою очередь, могут быть встроенные и отдельностоящие. Необходимы различные архитектурные **решения вентиляционных решёток**, организация ниш и помещений для хранения эвакуационных тележек, пожарного и обслуживающего оборудования.

На станциях метрополитена имеет место понятие «вынужденной пассивности». Она требует физического присутствия и в то же время ограничивает любой двигательный баланс. Эта пассивность не только вынуждает ничего не делать, но и приступить к поиску альтернативного способа проведения времени в процессе ожидания на транспорте: в чтении

книг, газет, смартфонов, общение с попутчиками. При этом актуально проектирование шумоизолированных зон ожидания (залов) с сидениями, скамьями, оснащение современными средствами технического обеспечения (Вай-Фай, зарядными стойками, интерактивными информационными стеллами). Недопустимо проектирование транзитных проходов через зоны ожидания. Зонирование общественных пространств возможно за счёт применения малых архитектурных форм, перегородок, составления схем пассажирского движения, тщательно продуманной планировке зданий, ландшафта, освещения (направляющих световых линий, использования проекторов), элементов инфографики. Возможно проектирование зон организованной торговли для размещения вендинговых аппаратов и павильонов мелкой розницы, зимних садов. На станции «Синтагма» в Афинах в Греции имеется музейная экспозиция из скульптур, обнаруженных при строительстве станции. В Москве тематические экспозиции присутствуют на станции «Воробьёвы горы». В центре современной станции «Аточа» в Мадриде (Испании) располагается зимний сад с пальмами и другими тропическими растениями, водоёмом с большой колонией черепах. На московских станциях метрополитена в силу климатических условий озеленение применяется реже. Примером может служить озеленение на станции «Ботанический сад» в Москве. Преодоление чувства замкнутости, благоприятный психологический климат на объектах метрополитена достигается за счёт устройства зон, ниш, эстрад для выступлений певцов и музыкантов, установки арт-инсталляций. Так как Москва является крупным транспортно-пересадочным узлом, актуально проектирование камер хранения для туристов. Для обеспечения безопасности предпринимаются меры по организации на входах на станции зон и помещений для досмотра и наблюдения за ситуацией на транспортном объекте. Для этого проектируют просторные освещённые аванзалы с выгороженными зонами перегородками из стекла и металла.

Безопасность населения в военное время может быть обеспечена

интеграцией станций со зданиями стратегического назначения: командными пунктами, узлами связи, складами, почтовыми отделениями, государственными архивами. *Укрываемость* – это возможность использования станций в качестве убежищ [161, С.196; 189, С.8]. Для этого необходимо соблюдение расчётной глубины заложения, проектирование помещений для размещения узлов связи, складов, устройства вестибюлей-накопителей, аванзалов с установкой защитно-герметичных ворот, герметичных шлюзов, разделение объёмов станционного комплекса на деформационные блок-секции, проектирование залов для пребывания укрываемых, помещений для оказания медицинской помощи и проведения инструктажа (учебных комнат), помещений для устройства фильтровентиляционных установок (ФВТ), продовольственных складов и санузлов. Во время Второй мировой войны Лондонский и Московский метрополитены использовались в качестве убежищ. Вестибюль станции «Арбатская» Московского метрополитена со временем был интегрирован со зданием Министерства обороны. Станции большого заложения оборудуют защитными гермоворотами (станция «Красные ворота»). Во время Великой Отечественной войны от налётов авиации население укрывалось на станции «Маяковская» (Рис.67). Станция использовалась как бомбоубежище, и как зал вместимостью до 2000 человек для торжественного митинга и концертов. На станциях «Чистые пруды» («Кировская») (Рис.67), «Белорусская» и «Таганская» размещались охраняемые командные пункты противовоздушной обороны (ПВО), узлы связи как на пассажирских платформах, так и в отдельных обособленных залах. На станции «Курская» располагался филиал Исторической библиотеки. Вблизи станции «Павелецкая» размещён бункер с маскировочными сооружениями, залами для хранения и работы с архивами Министерства иностранных дел.



Рисунок 64. Шумоподавляющие стеновые панели, акустические подвесные потолки: **а)** станция «Олимпийский центр», Мюнхен; **б)** станция «Лермонтовский проспект», Москва

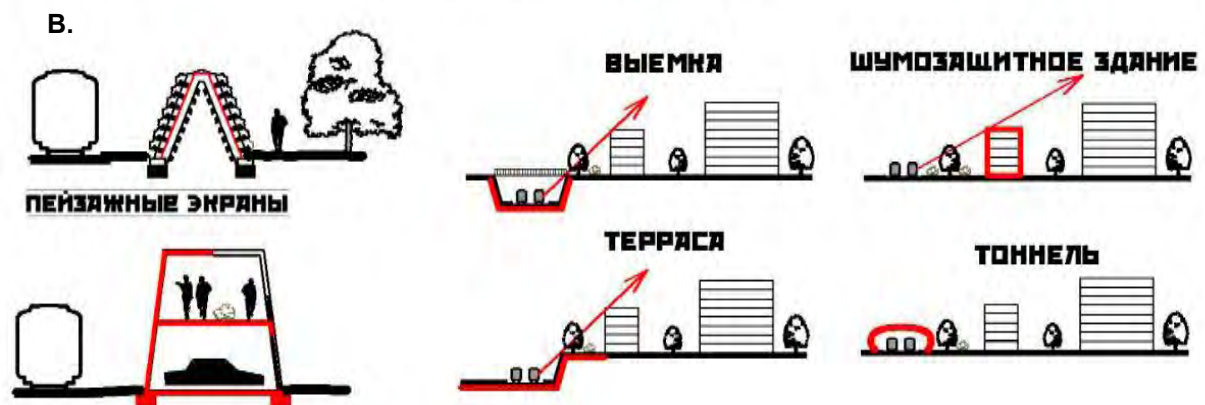
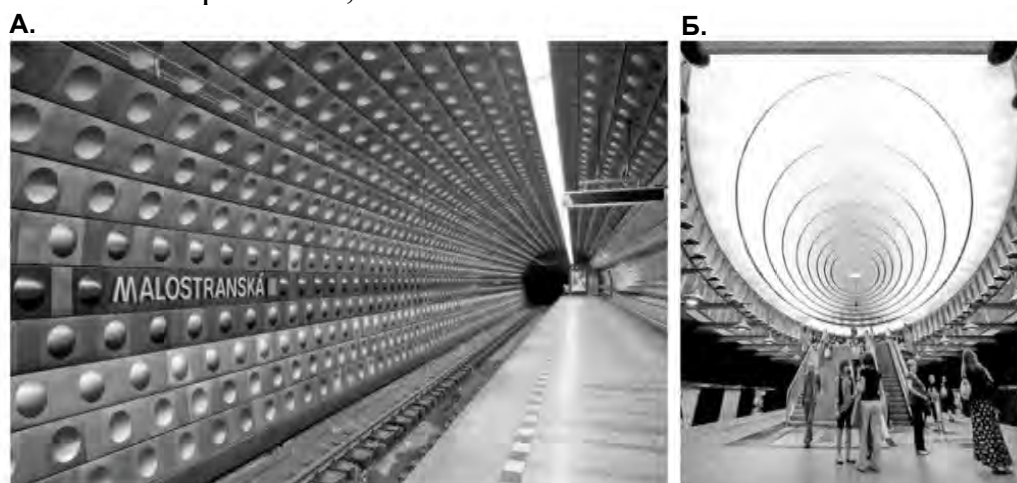


Рисунок 65. Архитектурные решения по шумозащите: **а)** шумоподавляющие панели на станции «Малостранска», Прага; **б)** звукопоглощающие своды на станции «Плац Вильсона», Варшава; **в)** схемы разрезов станций метрополитена с применением шумозащитных мероприятий: проектирование «пейзажных экранов», размещение станций в выемках, на террасах, проектирование шумозащитных зданий, станций в замкнутом контуре – тоннеле



Рисунок 66. Предэскалаторный зал на станции «Чистые пруды», Москва



Рисунок 67. Станции-убежища: **а)** защитные гермовороты на станции «Красные ворота» в Москве; **б)** укрытие населения на станции метрополитена «Маяковская» во время Великой Отечественной войны

Глава III. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННОГО ОБРАЗА СТАНЦИЙ МОСКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

Жители мегаполисов большое количество времени проводят в дороге. Поэтому современный *метрополитен* – это не только необходимость добраться из пункта А в пункт Б, но и *часть культуры*, «образовательный проект». *Метрополитен – это язык зрительных образов*, благодаря которому формируется массовое сознание, культура, осознание каждым человеком себя в истории и роль в обществе. Как правило, *образ станции формируется в соответствии с контекстом: дизайном городского пространства над землей, исторического названия*. В проектах станций метрополитена воплощается творческая позиция автора-архитектора, широта его мировоззренческих установок, взгляд на происходящие социальные процессы в обществе. Для формирования современного облика метрополитена возможно использование классических композиционных приёмов, архитектурных решений конструктивных элементов и инженерных сооружений станций, архитектурных стилевых направлений. *Необходимо соблюдение архитектурно-художественного единства станций метрополитена как в пределах одной линии, так и метрополитена в целом*, обеспечение связи станций с городской средой. Большое влияние на формирование архитектурного образа станций играют решения сводов, подвесных потолков, стен, колонн, пилонов, полов, павильонов и навесов, пересадок, вариативность применения строительных материалов, организация прилегающей территории станций. *При создании архитектурного образа станций необходимо учитывать восприятие архитектуры в движении. Динамично развивающийся город требует гибкости и адаптивности планировочных и декоративных решений, применяемых на станциях*³².

³² Братищев, А.К. Тенденции архитектурного проектирования станций Московского метрополитена (2000-2020 гг.) / А.К. Братищев // Международный электронный научно-образовательный журнал «Architecture and

3.1 КЛАССИЧЕСКИЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ ПРИЁМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТАНЦИЙ

На современных станциях метрополитена актуально классическое понимание композиционных приёмов: *симметрия/асимметрия, статика/динамика, ритм, метр, пропорциональность, масштаб и сомасштабность, контраст/нюанс, архитектурные доминанты (акценты)/масса–рядовые элементы*. Необходима *гармонизация* (по П. Ганзену) – это повторяемость свойств, соподчинение частей, соразмерность, уравновешенность, обобщающее единство визуальной организации пространства. Ритм может быть отражен в повторении колонн на платформе и вестибюле, ниш, проёмов (**Рис.68**). Орнаментальность выражена в покрытии пола, проёмов. Актуально проектирование как симметричных, так и асимметричных станций метрополитена. Примерами асимметричных станций могут служить «Крылатское», «Битцевский парк» с нишами в своде. Геометрия круга актуальна при организации распределительных залов. Психологическое воздействие просторных общественных пространств метрополитена благотворно сказывается на пассажиров. Для станций Московского метрополитена свойственна парадность, монументальность, устройство порталных входных групп, проектирование просторных распределительных залов, аванзалов. Возможно устройство колоннад, арочных проёмов, сводов, куполов, применение фриз, барельефов, мозаичных панно, кессонированных сводов.

Символизм может быть проявлен в форме планов вестибюлей в виде звезды, круга, креста, повторении контуров фундаментов значимых сооружений, пропорций, учёте числовой символики. Особенности архитектурных решений, эстетического и символического значения образа станций метрополитена зависят от социального, политического и экономического *контекста*. Архитектура станций метрополитена может иллюстрировать историю государства, представлять собой памятники эпохи.

Нередко скульптуры и портреты общественных деятелей участвуют в организации пространства станций. Сакральная символика была неотъемлемой чертой Московских станций. Возможна организация музейных зон на станциях метрополитена с выставкой исторических артефактов (**Рис.70**). К примеру, станция «Пьяцца муничипио» в Неаполе – археологический парк, в котором представлены найденные во время прокладки метрополитена руины греческого порта [115, С.198-199]. Схожая ситуация возникла и на станции «Музео» в Неаполе. Во время строительства станции «Синтагма» (2000 г.) найдены мастерские классической эпохи (Vв. до н.э.) для покрытия статуй медной позолотой, кладбище, захоронения которого датируются с микенского периода до Византии. Одна из стен станции открывает исторический разрез с раннехристианским захоронением, закрытый стеклом. Найденные древние предметы выставлены на обозрение в застекленных нишах. Проектирование музейных зон, археологических парков, встраивание археологических разрезов позволяет обогатить транспортную составляющую станций. Актуально использование панно в торцах станций и на путевых стенах (станция «Давыдково»). Возможно применение фресок и скульптур («ЦСКА»). При создании архитектурного образа необходима связность и цельность художественного замысла.

В зависимости от архитектурной идеи, строительных технологий и экономической составляющей возможны различные решения сводов с разнообразными по геометрии осветительными нишами, потолков, колонн, пилонов, полов. **Потолки** станций могут быть плоскими, с поперечным, продольным, перекрёстным расположением балок (при открытом способе строительства станций в котловане), с различными **сводами** (монолитными и сборными, цилиндрическими, волнистыми, складчатыми, ребристыми, кессонированными, сводами с разнообразной формой ниш, с подпружными арками, порталами, с устройством куполов). Для покрытия применяют побелку, окраску. **Подвесной потолок** может быть перфорированным, выполнен из сетки Рабицы, алюминиевых реек, покрытых эмалью. На станции «Площадь мужества» в Санкт-Петербурге применены ребристые своды. На станции «Лесопарковая» спроектирован трёхчастный свод со спаренными световыми

нишами. На станции малого заложения «Строгино» выполнен ритмический ряд световых ниш в форме ромбов с применением искусственного освещения. Схожее решение имеет станция «Аламеда» в Португалии с использованием естественного света [115, С.28]. Применяют световые ниши различной формы и глубины, подвесные водозащитные зонты. Актуально проектирование подвесных сводов из металлоконструкций (*3д-свод* станции «Воронцовская» БКЛ Москва). *Наклонные ходы* могут иметь цилиндрический свод, уступчатый или волнистый потолок. На односводчатой станции «Борисово» имеются цилиндрические ниши со светильниками и галереями в своде для их обслуживания.

На станциях Московского метрополитена в качестве опор применяют *колонны и пилоны* (массивные опоры). Шаг колонн, как правило, принимается 4-8м. Колонны и пилоны могут быть прямыми вертикальными, наклонными, криволинейными. Возможно разнообразие формы капителей, ствола колонн, базы и пилонов (**Рис.69**). Колонны могут иметь в плане форму круга, квадрата, прямоугольника, звезды и т. д. Проходы между пилонами и колоннами могут решаться в виде разнообразных по форме перемычек, уступчатых арок-проходов, арочных и прямоугольных порталов, устраиваться аркады. Возможно проектирование арочных ниш. Креповка – это устройство галтелей (потолочных плинтусов), тянутых профилей. Членение колонн и пилонов придаёт им стройность. Креповка позволяет разделить плоскости пола, потолка и стен, установить осветительное оборудование. Необходимо выявление текстуры и фактуры отделочных материалов: плит натурального камня, полированных стальных панелей. Вертикальные, наклонные, криволинейные поверхности стен облицовывают алюминиевыми, асбестоцементными, фиброцементными панелями, плитами из искусственного камня, цветными глазурованными керамическими пластинами, кафелем. Применяется плитка разных размеров: крупноформатная, мелкая или мозаика (станция «Толедо» в Неаполе, Италия) [115, С.196-197].

Как правило, *облицовка полов* выполняется из материалов тёмных тонов. Пол станций может быть исполнен как наливной, плиточный, брусчатый или в асфальте. Покрытие пола создаётся при помощи комбинации полированных и

термообработанных плит гранита. Рисунок улучшает навигацию на станции за счёт устройства направляющих линий.

Допускаются решения пластики фасадов за счёт объёмных металлических конструкций. На Московском метрополитене въездные группы в подземные туннели архитектурно не решаются, так как зачастую находятся вне зоны видимости пассажиров в технической зоне метрополитена.

В зависимости от необходимости, возможно применение отделочных материалов холодных и тёплых тонов. К примеру, на станции «Фербеллинер Плац» в Берлине преобладает тёплая цветовая гамма. Для решения интерьеров станций, как правило, применяют монохромную гамму материалов и контрастные цветовые решения – светлые, почти белые тона облицовки стен, пола и колонн контрастируют с яркими цветовыми акцентами на отдельных элементах интерьера. К примеру, на станции «Косино» на светлом фоне стен кассового зала блок технических помещений выделен терракотовым цветом. При типовом проектировании, как правило для каждой станции подбирают различную цветовую гамму и тематику оформления с учётом градостроительной ситуации и наименования. Пластика фасадов решается за счёт объёмных металлических конструкций.

Станции Московского метрополитена – «геологический музей», где представлено разнообразие и роскошь минералогических богатств страны. Используется большое количество видов натуральных камней: родонит, кварцит, оникс, лабрадорит, гранит, мрамор, уральский орлец, песчаник, шероховатый серебристо-серый гнейс. Активно применяется нержавеющая сталь, металлические пластины. В европейском метрополитене на фоне значительной экономии металла при использовании сборного железобетона в процессе отделки широко применялся алюминий. Облицовочный материал и материал для конструкций следует подбирать исходя из его свойств и возможностей. Актуально применение травертина, световых балок с молочным стеклом и перламутровым покрытием стен. Положителен опыт применения для облицовки стен глянцевой и матовой плитки. Активно применяются панели из нержавеющей стали, алюминиевые сотовые панели, использование рельефных покрытий полов. ***Период начала XXI в. можно охарактеризовать***

появлением большого спектра строительных и отделочных материалов.

Применение монолитного железобетона позволило разнообразить архитектурные формы. Так, форма вестибюля станция «Орехово», похожего на беседку, продиктована близостью станции к парковой зоне «Царицыно». Соответственно, появилось больше возможностей придания уникальности архитектурному образу объектов метрополитена, воплощению архитекторами своих замыслов. Используются композиционные материалы, лёгкие и удобные для монтажа и замены. Допустимо применение тонированного стекла, ламинирования, негорючего полихлорвинила, оргстекла.

Используются монументальные виды искусств: фрески и барельефы, керамика, смальта, флорентийские мозаики, скульптуры и витражный декор, декоративные сетки, рельефные панели [80, С.254-271]. Актуально применение цветного стекла. Стекланные мозаичные поверхности создают мерцающий эффект. Монументальное искусство, ручная работа позволяют придать уникальность образу станций. Яркие цвета, металл поверх бетонного тоннеля применены на станции «Шлобштрассе», спроектированной Ральфом Шулером и Урсулиной Шулер-Витте. Используются металлические рельефы в порталах, в центральных залах. Многообразны решения металлических вентиляционных решёток. Нашли широкое применение цветные металлы — алюминий, латунь, медь, анодированный под бронзу алюминий. Выявляется цвет и фактура природных материалов. Использование местных строительных материалов подчеркивает региональные особенности и национальный архитектурно-художественный характер, традиции и климатические условия. На современных станциях Московского метрополитена стали применять **крупноформатные панно**. Актуально использование металлических и гипсовых панно с применением мозаик и цветного стекла в торцах и на путевых стенах станций (станция «Давыдково»), контррельефов. Возможно применение фресок и скульптур (станция «ЦСКА»), облицовочных панелей с чередованием матовых и глянцевых поверхностей, которые создают динамичный рисунок. На станции «Сао-Бенту» в Порту (Португалия) стены пассажирского зала выполнены в виде мозаичного полотна сине-белой гаммы, схожие с российской росписью «Гжель». При облицовке путевых стен используется натуральный

камень, кафельная плитка, металлоэмалевые декоративные панели. Монументальность станциям Московского метрополитена придаёт «осветительная арматура» – люстры. На станции «Бенимамет» в Валенсии (Испании) для наземных павильонов применено стекло с покрытием светозащитной ацетатной пленкой, полосы шелкотрафаретных фотографий с подсветкой, принты, антивандальные панели из нержавеющей стали, тонированное стекло, ламинирование. Стены подземной части станции декорированы полосой шелкотрафаретных фотографий с задней подсветкой. ***Шелкография*** является наиболее экономичным способом нанесения цвета на стекло. На платформе применено цветное стекло и нержавеющая сталь [115, С.118-137]. Данные архитектурные решения актуальны и на станциях Московского метрополитена. Использование долговечных, антивандальных материалов обеспечивает благородность старения отделочных материалов. В качестве примера можно привести реконструкцию станции «Краеннест» в Амстердаме (Нидерландах). Станция была построена в 1970-м году на виадуке, поднятом на 11м над землёй на brutальных бетонных опорах. Здесь для обновления облика были использованы антивандальные просечные панели с растительным орнаментом. Применение прочных, долговечных облицовочных материалов и архитектурных решений актуальны и для Москвы вследствие большой пропускной способности станций, применения агрессивных реагентов и суровых климатических условий. В формировании архитектурного образа станций участвуют малые архитектурные формы, авторский дизайн светильников и городской мебели. Скульптурные скамьи из лакированного дерева, элементы потолочных конструкций. Возможны решения монтажа дубовых скамей, спинки которых крепятся к бетонным опорам. Скамьи могут быть выполнены из цветного стекловолокна. Стилистику станций поддерживают шрифтовые композиции названий на путевых стенах. На станциях Московского метрополитена активно используются элементыковки в композициях осветительных конструкций, вентиляционных решёток, ограждений, скамей. К примеру, односводчатую станцию метрополитена мелкого заложения «Славянский бульвар» в Москве (2008 г.) украшают кессоны и модернистские кованые металлические элементы из ветвей и

листьев (скульптор И.Л.Лубенников). Светильники размещены на путевых стенах и освещают весь станционный свод. На станции находятся три скамейки в форме ладьи, над которыми написано название станции. На платформе расположены металлические деревья, на вершинах которых установлены фонари. Путевые стены украшены зеленым мрамором, пол – крупнозернистым черным гранитом. Потолок на станции «Формоза», Гаосюне, на Тайване выполнен в виде большого витража.

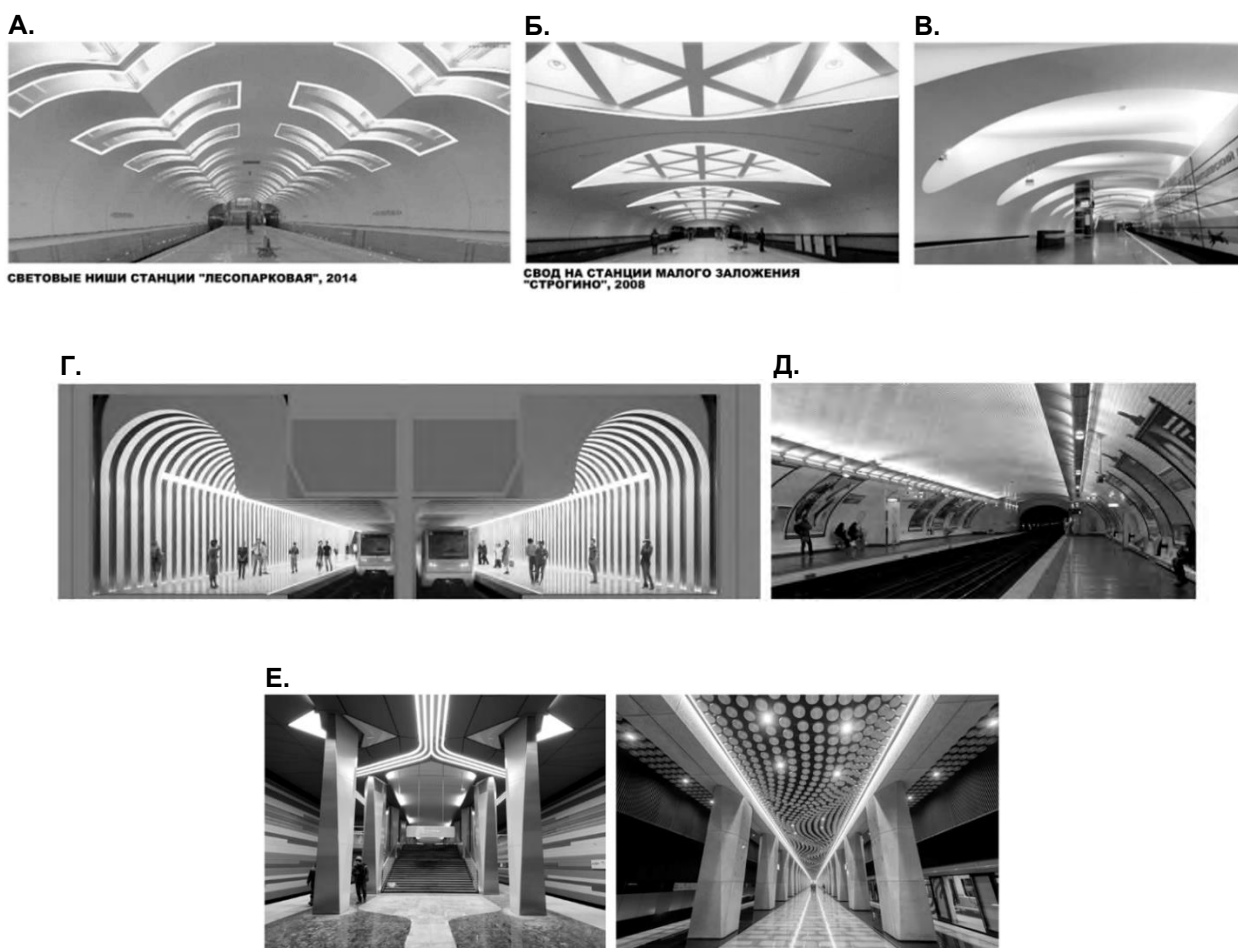


Рисунок 68. Классические композиционные приёмы на станциях метрополитена (симметрия/асимметрия, ритм/метр): **а)** световые ниши на станции «Лесопарковая» (Москва, 2014 г.); **б)** световые ниши в форме ромбов на станции малого заложения «Строгино» (2008 г.); **в)** асимметричные ниши на станции «Битцевский парк»; **г)** конкурсный проект на станцию с ритмическим рядом светильников, напоминающих аллею; **д)** односводчатая станция с уступчатым сводом «Сен-Себастьян Фруассар» на линии 8 в Париже; **е)** подвесные потолки с металлической конструкцией на станциях «Авиамоторная», «Воронцовская»



Рисунок 69. Архитектурные решения колонн на станции «Ротес Ратаус», Берлин



Рисунок 70. Выставка археологических экспонатов на станции «Синтагма», Афины

3.2 ПЕРСПЕКТИВНЫЕ АРХИТЕКТУРНЫЕ СТИЛИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СТАНЦИЙ МЕТРОПОЛИТЕНА

Развитие архитектурного облика метрополитена взаимосвязано с мировыми экономическими, социальными, политическими процессами, развитием научных знаний. В XXI веке как таковые архитектурные стили в чистом виде не существуют. В современной архитектуре станций прослеживается плюрализм – множественность идей. Современные станции Московского метрополитена *эkleктичны* – включают подходы и приёмы разных архитектурных стилей: от конструктивизма, ар-деко и неоклассицизма

до модернизма. Однако преобладают черты таких стилей, как хайтек, брутализм, бионика. Проектирование станций основанно на индустриальных методах и продиктованно логикой промышленного производства. Для лучшей идентификации актуально применение единого архитектурно-художественного образа для объёмов станции метрополитена. Одним из недостатков при проектировании современных станций может быть несоответствие ультрасовременному облику транспорта.

3.2.1 ХАЙ-ТЕК

Станциям, выполненным в стиле «Хай-тек» свойственна футуристичность, функциональность, *применение современных технологий*, серо-стальной цветовой гаммы, зеркальных поверхностей, абстрактных композиций (Рис.71). Возможно создание *интерактивных медиапространств за счёт применения виртуальной и дополненной реальности* ³³, *голограмм, динамичных фасадов, стереопанелей* (станция «Фонвизинская» в Москве), проекторов (станция «Сан-Андреу» в Барселоне) [115, С.33]. Допустима установка *солнечных батарей*. Станциям метрополитена в контексте стиля «Хайтек» свойственна *динамичность* очертаний. Актуальна графичность, стремление к простым, геометрическим формам, монументальности [80, С.38-49]. Характерны открытые стеклянные фасады. Активная пластика в интерьерах и фасадах станций достигается применением металлоконструкций, как на станциях «Лермонтовский проспект», «Жулебино» в Москве. На станциях «Спартак» и «Битцевский парк» смонтированы панно, созданные при помощи печати на стекле. Актуально проектирование открытых плоскостей стен для установки интерактивных *широкоформатных экранов*. Для проектирования 3д-фасадов используются складки, сетки, трехмерные структуры (к примеру, ромбовидные узоры).

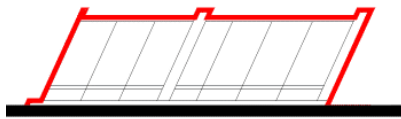
³³ Виртуальная (VR) и дополненная реальность (AR) – это две технологии, связанные с цифровой реальностью, где VR создаёт полностью искусственную цифровую среду, в которую пользователь погружается при помощи специальных устройств, например очков и шлемов виртуальной реальности. В VR человек полностью отключается от реального мира и может взаимодействовать с объектами и персонажами виртуальной реальности. AR, напротив, накладывает цифровые элементы на реальный мир. С помощью камеры мобильного устройства или специальных очков пользователь видит окружающий его мир с дополнениями в виде 3д-объектов, текстов или анимаций. В отличие от VR, AR не погружает человека в новый мир, а дополняет существующий. Технологии VR и AR: понятие, различия и применение [Электронный ресурс] // URL: <https://coddyschool.com/blog/vr-and-ar-technologies-notion-differences-and-application/> (дата обращения: 10.05.2025).

Применяют **хромированные панели, ламели**. В качестве примера можно привести архитектурные решения станции «Ольховая» и Центральный диспетчерский пункт метрополитена в Москве. Имеет место вариативность формы сводов, облицовки (к примеру, вентиляционных павильонов) зеркальными металлическими панелями или из **прозрачного и высокопрочного бетона**. На станции «Вестминстер» в Лондоне применены перфорированные панели, закреплённые к чугунной обделке станции. Расположенные друг над другом эскалаторы, система «парящих» конструктивных бетонных балок-распорок и стальных труб придают механистичный образ станции. Интересно решение вестибюля и станции «Саутуарк» (архитекторы ЭмДжиПи) с двухуровневыми навесами вестибюля. По нисходящей лестнице пассажиры попадают в главный кассовый зал с верхним освещением. Станция «Бисмаркштрассе» в Берлине спроектирована по проекту Райнера Г.Ртиммлера в космическом дизайне. На станции «Театральная» в Санкт-Петербурге применены тематические силуэты на матированном стекле с подсветкой на своде. Использование **цифровых экранов** позволяет оперативно оповещать о чрезвычайных ситуациях. Актуально применение световых порталов, разнообразной формы рассеивателей ³⁴. Конструкции павильонов могут выполняться из алюминиевых П-образных рам с тросовыми связями. Желательно применение энергоэффективных, легкозаменяемых облегчённых композитных материалов: нанобетона, стеклопрофилита, низкоэмиссионного остекления, широкоформатного термополированного флоат-стекла. Для облицовки пассажирской зоны применяют стемалит, триплекс, перфорированный металл, алюминиевые фасадные панели, эйчпиэль-панели, керамогранит, фиброцементные панели, бетонная плитка, светопрозрачный бетон, декоративная штукатурка, металлокассеты, облицовочные панели с чередованием матовых и глянцевых поверхностей, создающих динамичный рисунок. Актуально применение динамических фасадов. В качестве примера можно привести кинетический фасад парковки аэропорта города Брисбена в Австралии. Фасад состоит из большого числа лёгких перфорированных алюминиевых панелей, которые с помощью энергии ветра создают

³⁴ Братищев А.К. Тенденции архитектурного формирования станций Большой кольцевой линии Московского метрополитена / А.К. Братищев // Международный электронный научно-образовательный журнал «Architecture and Modern Information Technologies». – 2023. – №4(65). – С. 180–202. – URL: https://marhi.ru/AMIT/2023/4kvart23/PDF/13_bratishev.pdf DOI: 10.24412/1998-4839-2023-4-180-202. (K2)

волнообразные движения на поверхности здания, напоминающие рябь на воде.

А.



СТАНЦИЯ "ЖУЛЕБИНО", 2013

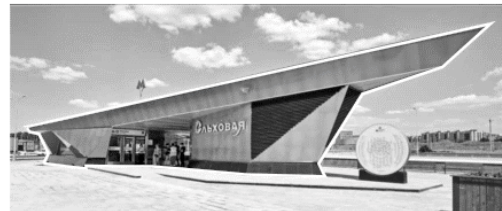
Б.



СТАНЦИЯ "ОЛЬХОВАЯ", 2019

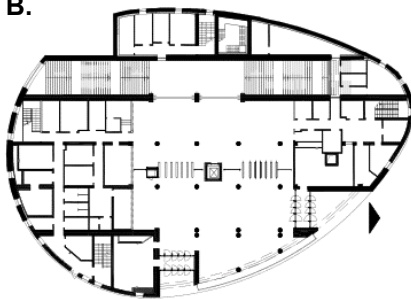


ТПУ "НИЖЕГОРОДСКАЯ", АРХ. БАШКАЕВ Т.

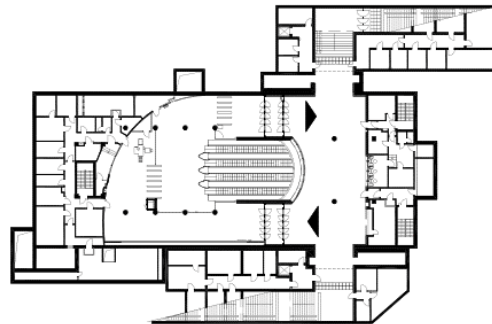


СТАНЦИЯ "ОЛЬХОВАЯ", МОСКВА, 2019

В.

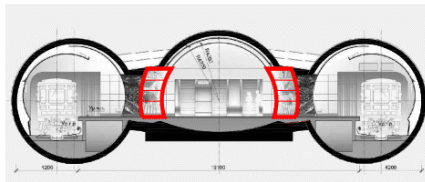


СТАНЦИЯ "БИТЦЕВСКИЙ ПАРК"



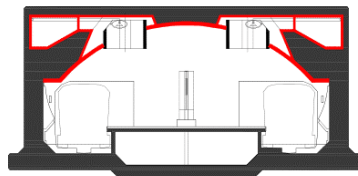
СТАНЦИЯ "БУТЫРСКАЯ"

Г.



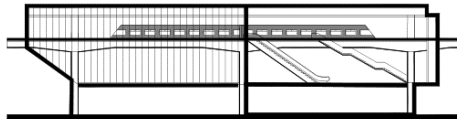
ПРИМЕНЕНИЕ СТЕРЕОПАНЕЛЕЙ НА ПИЛОНАХ СТАНЦИИ
"ФОНВИЗИНСКАЯ"

Д.



СТАНЦИЯ "БОРИСОВО"

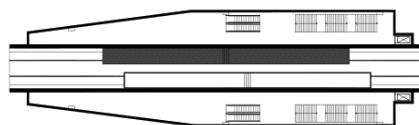
Е.



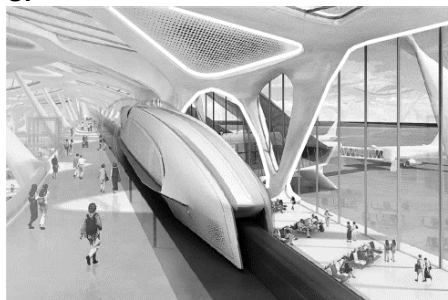
Ж.



ПРОЕКТ СТАНЦИИ ЭСТАКАДНОГО МЕТРОПОЛИТЕНА LRT, АСТАНА



СХЕМЫ ФАСАДА И ПЛАНА НАЗЕМНОЙ СТАНЦИИ
3.



ИНТЕГРАЦИИ СТАНЦИИ И АЭРОВОЗЛА

и.



к.



л.



м.



Рисунок 71. Архитектурные решения станций в стиле «Хайтек»: **а)** схемы фасадов вестибюлей «Жулебино» и «Ольховая», общий вид вестибюля станции «Ольховая»; **б)** ТПУ «Нижегородская»; **в)** схемы планов вестибюлей «Битцевский парк» и «Бутырская»; **г)** стереопанели на станции «Фонвизинская»; **д)** ниши для обслуживания механизированного осветительного оборудования на станции «Борисово»; **е)** схема фасада и план эстакадной станции метрополитена; **ж)** общий вид надземной станции ЭлЭрТэ в Астане; **з)** интеграция станции метрополитена и аэровокзала; **и)** вестибюль и пассажирский зал станции «Саутуарк», Лондон; **к)** применение в отделке стен светопрозрачного бетона; **л)** 3д-панели из фибробетона на станции «Терехово»; **м)** 3д-потолок на станции «Аминьевская»

3.2.2 БРУТАЛИЗМ

Станциям, выполненным в стиле брутализм, свойственны *лаконизм, минимализм в архитектурных решениях.* Актуально *выявление*

эстетических достоинств обнажённых конструкций – тектоничность (Рис.72). При проектировании подземных станций по мнению архитектора Алексея Душкина, необходимо *обнажение конструкции, отсутствие балластных масс и объемов, единство структуры и декора*, использование света как основного средства создания архитектурного образа. Отсутствие бутафорных конструкций и отделки позволяет оперативно реагировать на изменения в конструктивном остове станции и обслуживать его. В интерьере при этом отсутствуют горючие отделочные материалы, что делает станции безопасными. Колонны из железобетона на станции «Вэстенд» в Франкфурте-на-Майне с капителями в форме каменных цветков придают запоминающийся образ станции. Свод станции «Лесопарковая» в Москве, выполненный при помощи индивидуально разработанной катушей опалубки, делает его уникальным. На современных санциях метрополитена актуально *применение полированных бетонных поверхностей стен*, бетона с применением белого пигмента. Для Олимпийской линии в Мюнхене в 1997 г. на станции «Мангфалльплац» впервые в мире были использованы наклонные буронабивные сваи для выполнения путевых стен. Конструкция стены в грунте из буросекущих свай представлена в интерьере станционного зала «Санкт-Квирин-Плац» в Мюнхене. В Москве из-за большой водонасыщенности грунтов и сложности при устройстве гидроизоляции данное решение не применяют. Кроме того необходимо устройство кабельных каналов в стене, что невозможно при устройстве путевой стены из свай. Поэтому при строительстве станций в Москве возводят двойную ограждающую стену, когда внутренняя путевая стена имеет декоративную облицовку плитами из натурального камня или другими отделочными материалами. На станции метрополитена глубокого заложения «Савёловская» Большой кольцевой линии (2018 г.) в Москве открыта конструкция обделки из чугунных тубингов. На станции во Франкфурт-на-Майне выполнены железобетонные грибовидные колонны. На станции в Торонто в Канаде спроектированы массивные бетонные колонны. Бетонные балки-распорки в интерьере станций «Амадеу Торнер» в Барселоне, «Твин Стэйшн» и «Сент Геллерт тер» в Будапеште, покрытие в виде объёмной решётки из треугольных элементов на станции в Монреале

обеспечивают жёсткость остову станций и проводят свет на нижележащие уровни [115, С.32-69]. Брутальность архитектурных решений, уменьшение затрат на облицовочные материалы продемонстрированы на станциях метрополитена в Барселоне (Испании). Эскалаторный наклон и вестибюль станции «Триангельн» в Мальмё (Швеции) перекрыт структурной оболочкой из треугольных светопрозрачных элементов [115, С.18-19]. Простота геометрических объёмов архитектурных элементов придаёт удобство для уборки, не создаёт «пылесборников».

Х А.



Б.



Х В.



Г.



Д.



Е.



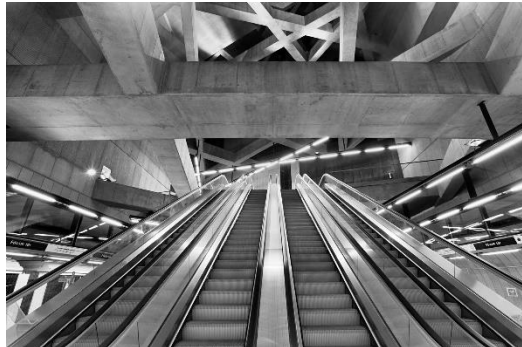
Х Ж.

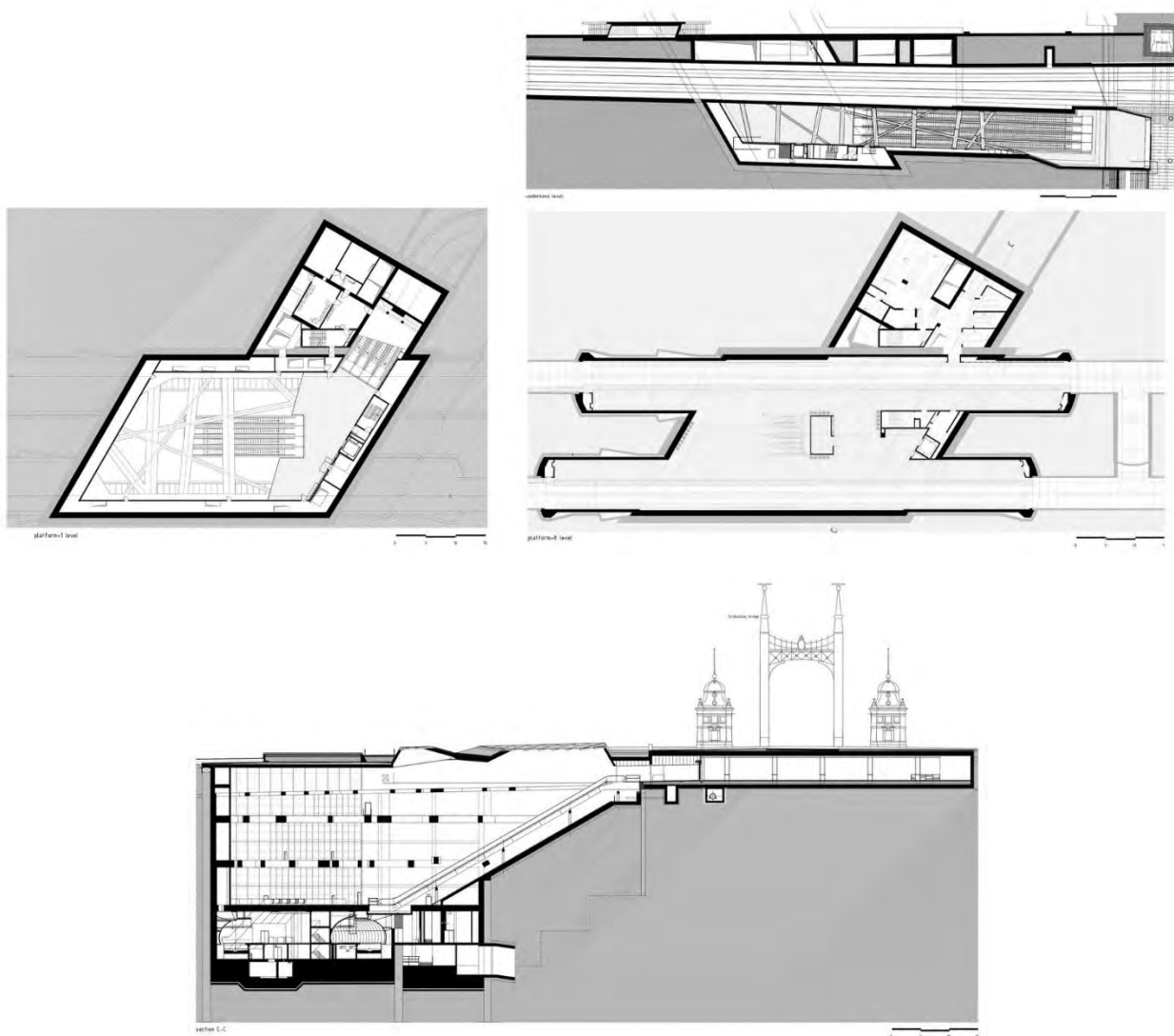


З.



И.





К.



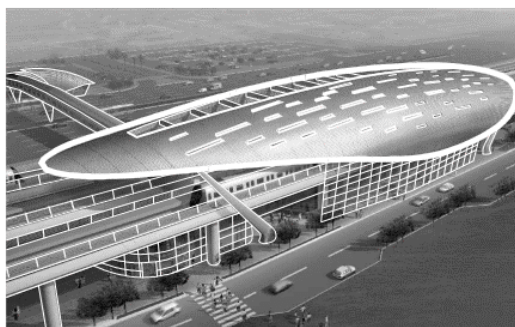
Рисунок 72. Архитектурные решения станций в стиле «Брутализм», использование открытых необработанных бетонных поверхностей в интерьерах станций, выявление конструктивного остова: **а)** путевая стена из буросекующих свай на станции «Санкт-Квирин-плац» в Мюнхене; **б)** лаконизм интерьера станции «Бранденбургские ворота», Берлин; **в)** открытые чугунные тубинги на станции «Савёловская»; **г)** бетонные капители на станции во Франкфурт-на-Майне; **д)** массивные бетонные колонны на станции в Торонто, Канада; **е)** криволинейные колонны на станции метрополитена; **ж)** бетонные балки-распорки в интерьере станции «Амадеу Торнер» в Барселоне; **з)** покрытие в виде объёмной решётки из треугольных элементов на станции в

Монреале; и) станция «Твин Стэйшн» Будапешт, Венгрия; к) кессонированные своды на станции «Ланфан-плаза» в Вашингтоне

3.2.3 БИОНИКА, ПАРАМЕТРИЗМ

Станциям, выполненным в стиле «Бионика» свойственна схожесть очертаний с природными формами и явлениями, изменчивость, трансформируемость, метаболизм ³⁵ (Рис.73). В Стокгольме конструктивный остов станций – скалистая горная порода, является элементом оформления сводов [115, С.52-53]. Своды расписаны растительными орнаментами и абстрактными композициями. В качестве примера можно привести станцию метрополитена «Текниска хёгскулан». В оформлении станции «Драссанэс» в Барселоне (Испании) отсутствуют острые углы, благодаря чему уменьшается травмоопасность [115, С.33]. На современных станциях метрополитена в Чэнду (Китай) применены «текущие» формы и светлая колористика. Возможно применение кровель-оболочек. Обтекаемые бионические формы эллиптических конусов, похожие на морские раковины, криволинейные кровли-оболочки используются на станциях в Дубае, Сингапуре [115, С.178-189]. Станционный зал и крытые перегоны станции «Саларьево» и «Потапово» в Москве выполнены в виде оболочек-покрытий. Оболочка-покрытие станции «Медикал дистрикт стэйшн» штата Иллинойс (Чикаго) выполнена в виде трубы со светопрозрачными вставками, обеспечивающими естественное освещение. Возможно использование веерообразной складчатой кровли из монолитного железобетона для вестибюлей. Актуален *параметризм* – построение архитектурных объёмов при помощи сплайнов, геометрических форм, основанных на математических алгоритмах (Рис.74) с возможностью развития и расширения (идея метаболизма – развитие транспортной инфраструктуры метрополитена как живого организма).

³⁵ Братищев, А.К. Перспективные тенденции архитектурного формирования объектов метрополитена в Москве / А.К. Братищев // Международный электронный научно-образовательный журнал «Architecture and Modern Information Technologies». – 2021. – №2(55). – С. 181-195. – URL: https://marhi.ru/AMIT/2021/2kvart21/13_bratishchev/index.php DOI: 10.24412/1998-4839-2021-2-181-195.



ПРОЕКТ СТАНЦИИ, ДУБАЙ



СТ. "EAST-WEST LINE", СИНГАПУР

Д.



СТ. "САЛАРЬВО", МОСКВА, 2019

Ж.



РЕШЕНИЕ ВХОДНОЙ ГРУППЫ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА В КИТАИ

И.



Л.



Е.



З.



ВОКЗАЛ "RAIL BALTICA" В ТАЛЛИНЕ

К.



М.



ПРИМЕНЕНИЕ ВОДОПАДА И ОРАНЖЕРИИ В ПРОЕКТЕ ИНТЕГРАЦИИ СТАНЦИИ МЕТРОПОЛИТЕНА И АЭРОВОКЗАЛА "JEWEL CHANGI", СИНГАПУР

Н.



МЕТРО ЧЭНДУ, КИТАЙ



МЕТРО ЧЭНДУ, КИТАЙ





Рисунок 73. Архитектурные решения станций в стиле «Бионика»: **а)** схема фасадов конкурсного проекта на станцию «Новопеределкино» с применением веерообразной кровли; **б)** навес на «Восточном вокзале» в Лиссабоне (Португалия), арх. Сантьяго Калатрава; **в)** общий вид станционного комплекса «Потапово» в Москве; навес в виде паруса на станции в Дубае; **г)** станция «Ист-Вэст Лайн» в Сингапуре; **д)** станция с криволинейной кровлей на станции «Саларьво» в Москве; **е)** возможное решение станционного комплекса метрополитена с применением солнечных батарей (павильон «Экспо-2021» в Китае, арх. Н.Гримшоу); **ж)** входная группа в подземное пространство в Италии; **з)** конкурсный проект транспортно-пересадочного узла «Рэйл Балтика» в Таллине; **и)** стальной навес Центрального вокзала в Кёльне; **к)** перекрытия платформ на Центральном вокзале Арнема в Нидерландах; **л)** модульность станции; **м)** применение водопада и оранжереи в проекте интеграции станции метрополитена и аэровокзала «Джуэл Чейнджи», Сингапур; **н)** интерьеры с колоннами в виде цветов на станциях в Чэнду, Китай

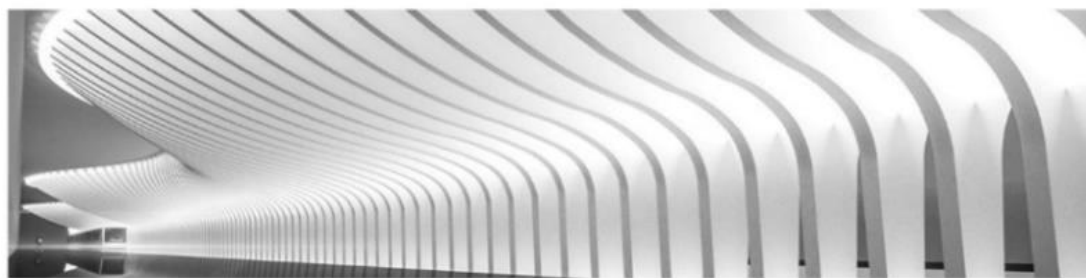


Рисунок 74. Конкурсный проект на станцию Московского метрополитена в стиле «Параметризм» с ритмическим рядом светильников, напоминающих аллею

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Резюмируя вышеизложенное, *выявлены перспективы формирования архитектуры современных станций Московского метрополитена* с учётом базовых направлений по обеспечению *эффективности, безопасности и созданию современного образа станций* (таблица 5, рис.75).

1. Перспективные тенденции по обеспечению эффективности станций московского метрополитена

Эффективность – это рационализация трудозатрат на проектирование и эксплуатацию станций метрополитена. Необходимо внедрение инновационных архитектурно-инженерных решений.

1.1 Проектирование подземных станций колонного типа (двух- и трехпролётных, колонно-стеновых), односводчатых, пилонно-трёхсводчатых, наземных крытых с островным типом платформ. Строительство конкорсов, «галерей-мостов», подземных вестибюлей, интегрированных с сетью подуличных переходов.

1.2 Формирование транспортно-пересадочных узлов: интеграция станций метрополитена с железнодорожными, автобусными и аэровокзалами, фуникулёрами, причалами речного такси.

1.3 Создание беспилотного метрополитена («Умные дороги»), фуникулёров.

1.4 Проектирование многоуровневых станций.

1.5 Интеграция станций с городскими площадями, использование встроек, пристроек, вторичное использование технологических выработок

метрополитена для размещения подземных паркингов, архивов, выставочных пространств, учебно-испытательных сооружений.

1.6 Модульность, гибкость планировочных решений, применение трансформируемых перегородок и ограждений. Использование быстрозаменяемых, антивандальных материалов: стемалита, алюминиевых композитных панелей, металлокассет, металлоэмалевых декоративных панелей, керамогранита, панелей просечного металла, УФ-печати.

1.7 Проектирование объединённых зданий эксплуатационного персонала (ОЗЭП), многофункциональных электродепо, ситуационных диспетчерских центров. Архитектурные решения вентиляционных павильонов, подпорных стенок (габионов).

2. Перспективные тенденции по обеспечению безопасности на станциях московского метрополитена

2.1 Создание «станций-спутников» – «рассредоточение» распределительных залов. Проектирование лифтовых павильонов и экодучков. Организация кросс-платформенных пересадок. Исключение бутафорных форм, создающих препятствия и заужающих посадочную платформу. Обеспечение просматриваемости пассажирской зоны за счёт применения большепролётных конструкций, расположения станций на прямолинейных участках. Проектирование зон досмотра, дезинфекции. Устройство сквозных проходов, связей вестибюлей с зелёным пешеходным «каркасом» города. Организация прилегающей территории: проектирование эскалаторных и траволаторных галерей, навесов (прогулочных галерей по периметру вестибюлей).

2.2 Устройство платформенных дверей, ворот, канатных барьеров

2.3 Использование скульптурных световых композиций, направляющих линий, световых балок, световодов, фонарей, шедов (для электродепо), структурного остекления, стеклоблоков, стеклопрофилита, проектирование обвалованных станций.

2.4 Устройство звукопоглощающих сводов, акустических потолков (3д-

потолков), покрытие путевых стен шумоподавляющими панелями. При организации путепроводов метрополитена необходимо устройство шумозащитных экранов, размещение станций в выемках, озеленение. Применение водозащитных зонтов. Использование негорючих и экологичных материалов, проектирование противодымных штор и колонн дымоудаления. Оборудование станций в качестве убежищ.

3. Перспективные тенденции формирования современного образа станций московского метрополитена

3.1 Использование классических средств гармонизации: симметрия/асимметрия, статика/динамика, ритм, метр, пропорциональность, масштаб и сомасштабность, контраст/нюанс, архитектурные доминанты (акценты)/масса – рядовые элементы. Использование ритмического ряда колоннад, световых ниш, арочных проёмов, порталов. Геометрия круга (своды, купола) применяется при организации распределительных залов. Синтез монументальных искусств: мозаичных и гипсовых панно, фресок, скульптур, кессонированных сводов. Соблюдение архитектурно-художественного единства станций как в пределах одной линии, так и сети метрополитена в целом.

3.2 Хай-тек – применение стекла и металла (зеркальных и хромированных панелей), создание интерактивных медиапространств (использование широкоформатных экранов, виртуальной и дополненной реальность, стереопанелей, голограмм, динамичных фасадов), применение нанобетона, фибробетонных панелей, светопрозрачного бетона, 3д-панелей, шелкотрафаретных фотографий, облицовочных панелей с чередованием матовых и глянцевых поверхностей, создающих динамичный рисунок, установка широкоформатного флоат-стекла.

3.3 Брутализм – тектоничность (подчёркивание расстрелов-распорок, использование распорок в виде объёмных решёток), выявление необработанных бетонных поверхностей конструкций. Однако раскрытие отделки впоследствии может привести к неэстетичному виду из-за протечек.

3.4 Бионика – схожесть очертаний станций с природными формам, применение обтекаемых природных форм (криволинейных кровель-оболочек, веерообразных складчатых покрытий). **Параметризм** – построение архитектурных форм (фасадов, подвесных потолков), основанное на математических алгоритмах.

Делая **общие выводы**, можно отметить следующее:

- Использование перспективных тенденций по формированию архитектуры станций метрополитена позволит *сохранить преемственность традициям Московского метрополитена по созданию ярких, уникальных и аутентичных образов станций, отразить в архитектуре наиболее значимые события в жизни общества, избежать обезличенной и невыразительной архитектуры*. Архитектура станций, безусловно, оказывает воздействие на психику и здоровье пассажиров. Учёт выявленных тенденций, синтез современных архитектурных и инженерных технологий позволит увеличить пропускную способность станций, повысить качество пассажирских перевозок.
- Если раньше архитектура станций служила основой для монументально-декоративного искусства, создавая статичные образы, то сейчас – это объём, позволяющий организовать *интерактивные динамичные медиапространства (медиаархитектуру)*, где облик станции меняется в зависимости от различных условий (времени суток, погоды, общественных мероприятий и т. д.).
- Современные станции Московского метрополитена – это *«экспонаты достижений национальной архитектуры»*, активно участвующие в *формировании культуры общества*. В мировой практике не в полной мере признана ценность архитектуры станций метрополитена. Метрополитен – это то место, через которое проходят все. *В мире и в Москве будущее архитектуры станций будет определяться диалогом или конфликтом*

двух тенденций – созданием исключительно технических сооружений с «дизайн-оболочкой» и повышением роли архитектора в формировании уникальных и запоминающихся образов.

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕНДЕНЦИЙ АРХИТЕКТУРНОГО ФОРМИРОВАНИЯ СТАНЦИЙ МОСКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

ЭКОНОМИЧНОСТЬ, ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ СТАНЦИЙ		
№	Наименование архитектурных тенденций	Актуальность применения в Москве (+)
1	Перспективные виды метрополитенов	
	- классический рельсовый	+
	- «Умные дороги», беспилотный метрополитен	+ / x
	- экспресс-метрополитен	x
	- монорельс, фуникулёр, гиперлуп	x
	- грузовой метрополитен	x
2	Перспективные типы станций	
	Подземные:	+
	- колонные	+
	- односводчатые	+
	- пилонные	x
	Наземные:	+
	- крытые	+
	- открытые	x
	Эстакадные	x
	Платформы:	
	- островные	+
	- береговые	x
	- комбинированные	+
	Вестибюли:	
	- подземные	+
	- обвалованные	+
	- наземные	+
	- конкорсы (вестибюли на опорах)	+

3	Транспортно-пересадочные узлы	
	Транспортно-пересадочные узлы	+
	«Городской тоннель»	✗
	Интеграция с железнодорожными линиями, вокзалами	+
	Интеграция с автовокзалами	+
	Интеграция с аэропортами	+
	Интеграция с фуникулёрами	+
	Интеграция с речным такси	+
	Интеграция с перехватывающими парковками	+
4	Многоуровневость	
	Многоуровневые станции: интеграция с общественными зданиями	+
	Балконы и технические этажи над станцией	+
	Подвесные конструкции балконов	✗
	Двухуровневые двухпутные станции	✗
	Двухуровневые четырёхпутные станции	✗
	Многоуровневые эскалаторы в атриуме	✗
	Многоуровневые метромосты	+
5	Реконструкция и интеграция станций метрополитена	
	Пристройка к вестибюлю	+
	Пристройка к общественному зданию	✗
	Встройка между зданиями	✗
	Встройка в здание	+
	Надстройка	✗
	Вторичное использование подземных выработок	+
	Техническое перевооружение	+
	Маскировка	+

6	Модульность, универсальность, гибкость планировочных решений, быстрозаменяемые антивандальные материалы	
	Типовое проектирование, модули вестибюлей	+
	Станционные блоки	+
7	Перспективные служебно-технологические здания	
	Единые диспетчерские центры	+
	Объединённые здания эксплуатационного персонала (ОЗЭП)	+
	Многофункциональные электродепо	+
	Современные решения вентиляционных павильонов, подпорных стенок (габионов)	+
ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ		
8	Организация пересадок	
	«Станции-спутники» («Рассредоточение»)	+
	Одномаршевые эскалаторы, лестничные сходы	+
	Винтовые эскалаторы	✗
	Наклонные лифты	✗
	Траволаторные галереи, тоннели	+
	Просторные распределительные залы	+
	Кросс-платформы	+
	Станционные переходы	+
	Распределение по уровням	+
	Подуличные переходы, «Городские подземные площади»	+
	Лифтовые вестибюли	+
	Наземные пешеходные галереи, станции-мосты	+
	Паркинги на кровле	+
	Велопарковки	+

	Наземные эскалаторные галереи	+
	Расположение станций в выемках	+
	Галереи по периметру вестибюлей, навесы	+
	Световые линии	+
	Интеграция с площадями	+
	Экодуки	+
9	Платформенные двери, ворота, барьеры	
	Платформенные двери	✗
	Платформенные ворота	+
	Подъёмные барьеры	+
10	Перспективные решения по освещению станций	
	Подвесные потолки, световые ниши	+
	Световые скульптурные композиции	+
	Структурное остекление	+
	Стеклоблоки, стеклопрофилит	+
	Светопрозрачные купола	+
	Шеды, зенитные фонари, световоды	+
	Световые балки	+
	Полые световоды	+
	Обвалованные станции	+
11	Обеспечение благоприятного психологического климата, пожарная безопасность, укрываемость	
	Акустические Зд-потолки, шумоподавляющие стеновые панели	+
	Акустические барьеры, «Пейзажные экраны»	+
	Интеграция с ландшафтом	+
	Водозащитные зонты	+
	Колонны дымоудаления	+
	Проектирование станций-убежищ	+

ФОРМИРОВАНИЕ СОВРЕМЕННОГО ОБЛИКА СТАНЦИЙ		
12	Классические композиционные приёмы проектирования станций	
	Ритм (ритмические ряды потолочных ниш, колонн, порталов), метр, симметрия/асимметрия, сомасштабность	+
13	Хай-тек	
	Интерактивные медиапространства: широкоформатные экраны, стереопанели, голограммы, дополненная реальность ВиАр	+
	Динамические фасады, механизация	+
	Высокотехнологичные материалы: фибробетон, светопрозрачный бетон	+
	Футуристичность	+
	Динамичность формообразования	+
14	Брутализм	
	Подчёркивание остова станции (тектоничность), кессонированные своды, объёмные решётки балок-распорок, грибовидные капители	+
	Открытые необработанные бетонные поверхности, путевые стены из буросекущих свай, раскрытие обделки	✗
15	Бионика, параметризм	
	Схожесть очертаний станций с природными криволинейными формами	+
	Кровли-оболочки	+
	Построение форм на основе математических алгоритмов	+

Таблица 5. Сводная таблица перспективных тенденций архитектурного формирования станций Московского метрополитена

РЕКОМЕНДАЦИИ

Результаты работы могут быть применены для составления рекомендаций по проектированию современных станций Московского метрополитена, выполнения объёмно-планировочных решений вестибюлей, эскалаторных ходов, станционных залов, переходов, представлять ценность для практикующих архитекторов, дизайнеров и инженеров, а также рекомендованы для внедрения в учебном процессе в курсовом проектировании и для выполнения выпускных квалификационных работ на архитектурных факультетах по теме архитектуры станций метрополитена. Градостроительные положения диссертационного 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 решений по модернизации и проектированию объектов метрополитена с учётом комплексного освоения подземных пространств, принципов устойчивого развития городской среды, перспективной городской застройки и социальных потребностей общества, создания информационных интерактивных пространств. Энергосберегающие технологии метрополитена будут играть всё более существенную роль в связи с нарастанием негативных природных явлений, вызванных антропогенным воздействием. На основе предложенных архитектурных направлений и решений могут быть разработаны архитектурные модели и рекомендации по усовершенствованию станций метрополитенов различных городов, находящихся в разных климатических условиях и под воздействием разнообразных социально-экономических факторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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. Адасинский, С.А. Городской транспорт будущего / С.А. Адасинский. – М.: Наука, 1979. – 168 с.
3. Айзенберг, Ю.Б. Щелевые световоды на станции «Серпуховская» Московского метрополитена / Ю.Б. Айзенберг, Н.А. Алёшина, В.М. Пятигорский // Светотехника, 1986. – №7. – С. 11-12.
4. Александер, К.Э. Скоростной рельсовый транспорт в градостроительстве / К.Э. Александер, Н.А. Руднева. — М.: Стройиздат, 1985. – 140 с.
5. 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. – М.: Издательство АСВ, 2011. – 328 с.
6. Алехашкин, В. Проблемы развития Московского метрополитена. Соответствовать структуре города / В. Алехашкин, С. Сеславинский // Метрострой, 1987. № 7. – С. 1-4.
7. Архитектура новых станций Ленинградского метро. Строительство и архитектура Ленинграда. № 10. 1963
8. Афанасьев К.Н. Произведения академика А.В. Щусева, удостоенные Сталинской премии / [вступ. ст. И. Грабаря, сост. альбома Н. Бачинский, ред. коллегия: И. Грабарь, Н. Бачинский, М. Щусев]. – М.: Изд. Академии наук СССР, 1954. – 100 с.
9. Базилевич, М.Е., Козыренко Н.Е. Образ подземного города новые идеи нового века — 2012 г. Материалы Двенадцатой международной научной конференции ФАД ТОГУ Хабаровск. России [Сетевой ресурс]. – URL http://www.academia.edu/2078217/Proceedings_of_Khabarovsk_conference_

2012

10. Байцур, А.И. Заглубленные сооружения промышленных предприятий. – Киев: Будівельник, 1984. – 81 с.
11. Беляев, В.Л. Основы подземного градоустройства. М.: МГСУ, 2012. – 198 с.
12. Беннет, Д. Метро: история подземных железных дорог пер. с англ. / Д. Беннет. – М., 2005. – 176 с.
13. Благовидова, Н.Г. Принципы архитектурно-планировочных решений пересадок между станциями МЦК и другими видами транспорта / Н.Г. Благовидова, П.А. Кузин // *Architecture and Modern Information Technologies*. – 2019. – №1(46). – С. 290-317 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://marhi.ru/AMIT/2019/1kvart19/21_blagovidova_kuzin/index.php
14. Бойцов, Д.А. Архитектура Петербургского метро. Современные проекты и их воплощение / Д.А. Бойцов // *Капиталь*, 2011. – № 1 (19). – С. 52-59.
15. Бойцов, Д.А. Входные зоны метрополитена в исторической застройке: архитектурно-градостроительные аспекты: дис. Д.А. Бойцов канд. арх. – 2010.
16. Болоненков, Г.В. Перспективы применения и развития метрополитена в больших городах / Г.В. Болоненков // *Сер. Обзоры по проблемам больших городов*. М.: ГОСИНТИ, 1975. – № 9. – 49 с.
17. Болоненков, Г.В. Система скоростного общественного транспорта в планировочной структуре большого города / Г.В. Болоненков // *Сер. Обзоры по проблемам больших городов*. М.: ГОСИНТИ, 1971. – №48. – 38 с.
18. Большаков, Д.И. Новый участок Ленинградского метрополитена / Д.И. Большаков // *Строительство и архитектура Ленинграда* – 1961. – № 5. – С. 24-26.
19. Бордуков, И.В. Проблема городского движения и транспорта Москвы // *Городское хозяйство Москвы*. – 1962. № 1. – С. 26-30.
20. Боровик, Е.Н. Использование подземного пространства больших городов под зданиями различного функционального значения / Е.Н. Боровик // *Сер. Обзоры по проблемам больших городов*. — М.: ГОСИНТИ, 1978. № 29.

21. Бочаров, Ю.П., Ткаченко С.Б. Формирование столичных функций Москвы в планировочной структуре города с 1918 по 2018 год // Academia. Architectura i stroitelstvo. – 2019. № 3. – С. 58-69.
22. Бражников, И. Метро и город. Метроузел: проблемы управления / И. Бражников, О. Мустафаева // Метрострой. – 1986. – № 5 – С. 16.
23. Бродский, Л. Освещение станций метро. Архитектура СССР. № 9. – 1938.
24. Бродский, Л. Освещение станций метро / Л. Бродский // Архитектура СССР. – 1938. – №9. – С. 11-17.
25. Бродский, Л. Свет в метро / Л. Бродский // Архитектурная газета. – 1935. – с. 3.
26. Броновицкая, А.Ю. Московское метро. Станции. Линии. Сеть / А.Ю. Броновицкая, 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.
27. Буллах, А.Г., Воеводский, И.Э. Камень в метро / А.Г. Булах, И.Э. Воеводский // Порфир и мрамор, и гранит... – СПб, 2007. – С. 138-147.
28. Коротаев, В.П. Использование подземного пространства в Москве Электронная версия научно-популярного журнала «Архитектура и строительство Москвы» № 1. – 2009.
29. Вальдес Одриосола, М.С. Московский метрополитен в аспекте Экологии культуры // Глава в коллективной монографии «Экология культур: к 110-летию со дня рождения Дмитрия Сергеевича Лихачева (28.11.1906-30.09.1999)» / Под. ред. А.Г. Назарова – М.: ЛЕНАНД, 2016. – С. 217-241.
30. Вальдес Одриосола М.С. Московское метро: «перестройка» и «новое мышление» // Управление мегаполисом. – 2013. – № 3 (33). – С. 14-19.
31. Вальдес Одриосола, М.С. Сакральное в Московском метрополитене в период с 1943 по 1953 гг. // Управление мегаполисом. – 2013. – № 1 (31). – С. 37-41.
32. Вальдес Одриосола, М.С. Социально-культурные функции ансамблей Московского метрополитена «Площадь революции» и «Маяковская» // Управление мегаполисом. – 2013. – № 2 (32). – С. 33-37.

33. Васильев, О.В. Большая премьера метро / О.В. Васильев // Ленинградская панорама. – 1986. – № 3. – С. 6-9.
34. Велев П.С. Пешеходные пространства городских центров: пер. с болг.; / П.С. Велев-М.: Стройиздат, 1983. – 192 с.
35. Веретейников Д.В. Архитектурное проектирование. Подземная урбанистика. – Издательство М.: Форум 2015 год. – 173 с.
36. Власов, Д.Н., Бахирев И.А. Московское центральное кольцо как катализатор изменения мобильности жителей // Academia. Архитектура и строительство. – 2018. № 1. – С. 53-58.
37. Гарбер, В.А. Интересная статистика по транспортным тоннелям и метрополитенам // Метро и тоннели, № 1. – 2015. – С. 30-35.
38. Гайман, Л. Из истории освоения подземных пространств / Л. Гайман // Метрострой. 1988. – № 2. – С. 21-24.
39. Гершкович, Е.В. Московское метро. Архитектурный гид / Е.В. Гершкович, А.А. Петрова. – М. : Кучково поле, 2018. – 320 с.
40. Голицынский, Д.М. Использование подземного пространства для решения транспортных проблем больших городов (на примере Санкт-Петербурга) // Подземное пространство мира. – 1998. – №4. – 94 с.
41. Голицынский, Д.М. Станции метрополитена в аспекте комплексного использования подземного пространства / Д.М. Голицынский, Н.И. Кулагин // Подземное пространство мира. – 1995. – № 5. – 81 с.
42. Голицынский, Д.М., Снетков В.А., Ряшин Ю.А. Северо-муйский тоннель – самый длинный тоннель в России // Сборник лучших докладов студентов и аспирантов факультета Л "Транспортное строительство". Санкт-Петербург. – 2016. – С. 17-21.
43. Голубев, Г. Архитектура метрополитена и задачи художника. — Декоративное искусство СССР. №11. –1974. – С. 27.
44. Голубев, Г.Е. Автомобиль, стоянка, подземный гараж. – Москва: Издательство «ТИМР», 1998. – 98 с.

45. Голубев, Г.Е. Вестибюли метрополитенов (Основные типы и планировочные решения). Дис. канд. арх. – М., 1958.
46. Голубев, Г.Е. Многоуровневые транспортные узлы / Г.Е. Голубев. – М.: Стройиздат, 1981.
47. Голубев, Г.Е. Использование подземного пространства в жилой застройке / Г.Е. Голубев, А.Г. Павлов. – М.: ЦНТИИП по гражданскому строительству и архитектуре, 1976. – 36 с.
48. Голубев, Г.Е. Подземная урбанистика (градостроительные особенности развития систем подземных сооружений) / Г.Е. Голубев. — М.: Стройиздат, 1979. – 231 с.
49. Голубев, Г.Е. Подземная урбанистика и город: учеб.пособие / Г.Е. Голубев. – М.: Изд.: полиграфический центр МИК, ХиС, 2005. – 124 с.
50. Голубев, Г.Е. Подземная урбанистика: (Градостроительные особенности развития систем подземных сооружений). – Москва: Стройиздат, 1979. – 231 с.
51. Голубев, Г.Е. Подземная урбанистка и город. Учебное пособие ИПИ МИКХиС Москва. – 2005. – 124 с.
52. Голубев, Г.Е. Подземные сооружения в пространственной структуре города / Г.Е. Голубев // Зодчество. – 1975. – № 1. – С. 93-110.
53. Голубев, Г.Е. Проблемы подземной транспортной урбанизации / Г.Е. Голубев // Метрострой. 1991. – № 1. – С. 18-23.
54. Голубев, Г.Е. Проблемы подземной урбанистики / Г.Е. Голубев. – М.: ТИМР, 1998.
55. Гомоляка, И.И. Роль метро в архитектурном ансамбле города / И.И. Гомоляка // Метрострой. 1980. – № 4. – С. 19-20.
56. Гомоляка И.Г. Тенденции развития архитектуры метрополитенов Киева и Харькова (эстетический аспект): дис. И.Г. Гомоляка канд. Искусствоведения. – 1982.
57. Горбачёв, Н.В. Освещение Московского метро: предварительное сообщение / Н.В. Горбачёв, Е.С. Ратнер // Светотехника. – 1935. – №1. – С. 2-13.

58. Грозман, О.С. Градостроительные основы формирования подземных пространств. Методика выявления зон размещения объектов многофункционального общественного подземного пространства. – Москва: Филинь, 2017. – 194 с.
59. Губина, М. Общественно-торговые центры и трассировка метрополитена / М. Губина // Метрострой. — 1987. № 4. — С. 27-29.
60. Губкин И. Сверхплотные структуры вокруг метровокзалов / И. Губкин // Метрострой. — 1987. — № 4. — С. 26-27.
61. Дамский, А.И. Осветительная арматура / А. И. Дамский // Художественные изделия в архитектуре / под общ. ред. А. В. Щусева. – М.: Издательство академии архитектуры СССР, 1947. – 136 с.
62. Дамский, А.И. Светильники для жилых и общественных зданий массового строительства / А. И. Дамский. – М.: Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1962. – 126 с.
63. Дамский, А. Свет на станциях метро / А. Дамский // Строительство и архитектура Москвы. – 1984. – №6. – С. 22-23.
64. Дегтярев Б.М. Состояние, перспективы и проблемы использования подземного пространства в Москве / Тр. Междун. Конф. «Подземные города: геотехнология и архитектура». – Спб.: 1998. – С. 117-119.
65. Добросельская, Т.М. Общие принципы и показатели комплексного развития общественного пассажирского транспорта в больших городах / Т.М. Добросельская, И.А. Молодых // Сер. Обзоры по проблемам больших городов. М.: ГОСИНТИ, 1978. – № 1. – 28 с.
66. Драновский А.Н. Подземные сооружения в подземном и гражданском строительстве: учеб. пособие. – Казань: Казанский университет, 1993. – 354 с.
67. Дубровский, Ю.В. Станция метро Бауманская в творчестве Б.М. Иофана: исследование пространства станции (в связи с реконструкцией станции / Ю. В. Дубровский // Международный электронный научно-образовательный журнал «Архитектура и современные информационные технологии». – 2015. – №4 (33)

[Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://marhi.ru/AMIT/2015/4kvart15/dubr/abstract.php>

68. Душкина, Н.О. Падение: От «Метрополитена» до «подземки». Архитектура. Строительство. Дизайн. № 3. – 1999.
69. Егорьева, Е. Синтез искусств в Московском метро. (Конференция Академии художеств СССР). – Декоративное искусство СССР. № 11. – 1974. – С. 25.
70. Елгаев С.Г. Новая конструкция пересадочной станции «Парк Победы» Московского метрополитена / С.Г. Елгаев, И.Л. Жуков. – Метро, 1999. №5-6. – С. 13-18.
71. Ельчанинова, Е.В. Архитектурно-планировочные решения пересадочных узлов метрополитена: Автореферат дис. на соискание ученой степени кандидата архитектуры / Акад. Строительства и архитектуры СССР. Науч. - исслед. Ин-т теории и истории архитектуры и строит. техники. – Москва, 1961. – 20 с.
72. Ермакова Т. Первая очередь Московского метрополитена. Техническая эстетика. № 11. – 1967.
73. Ефремова, М.Г. Историко-культурные аспекты строительства первой очереди
74. Згурская, Н. О расселении в зоне влияния станций // Метрострой. — 1987, №4. – С. 30.
75. Згурская, Н. Формирование планировки и застройки зон влияния станций / Н. Згурская, М. Губина // Метрострою — 1988, № 5. — С. 18-19.
76. Зеленин, М. Отделочные работы на новых станциях Московского метрополитена / М. Зеленин // Архитектура и строительство. – 1950, №2. – С. 11-14.
77. Зивилинский, Д.Б. Общественное обследование осветительных установок: об освещении станций Московского метрополитена им. В. И. Ленина / Д.Б. Зивилинский, Т.Н. Сидорова, Г.Н. Ундасынов // Светотехника. – 1980. – №7. – С. 12-16.
78. Зиновьева, Т. Метро и синтез искусств. / Т. Зиновьева – Декоративное

- искусство СССР. № 4 (353). – 1987. – С. 14.
79. Зиновьев, А.Н. Сталинское метро. Исторический путеводитель. — М., 2011.
 80. Змеул, А.А. Скрытый урбанизм. Архитектура и дизайн Московского метро 1935 – 2015 / А.А. Змеул, С.О. Кузнецов. – Берлин: Дом publishers, 2016. – 352 с.
 81. Иванов, В.В. Световой образ в архитектуре интерьера (На примере станций Московского метрополитена им. В.И. Ленина). Дис. канд. арх. – М., 1973.
 82. Ивахнюк, В.А. Строительство и проектирование подземных и заглубленных сооружений. – Москва: АСВ, 1999. – 299 с.
 83. Ильин, М. Классическое наследие и новые станции Московского метро. Строительство и архитектура Москвы, 1953, № 6. – с.15-20.
 84. Ильин, М. Новые станции Московского метро / М. Ильин // Архитектура СССР. – 1944. – №6. – С. 12-21.
 85. История подземных пешеходных переходов Москвы [Электронный ресурс] URL: <https://ria.ru/society/20091016/189010041>.
 86. Кавтарадзе, С. Московскому метро 70 лет: к 70 летию Московского метрополитена / С. Кавтарадзе, И. Чепкунова. – М. : Арсений Мещеряков, 2005. – 127 с. : ил. (WAM: World Art Музей ; N 14).
 87. Касьянов, В.Ф., Чернышова О.И. Использование подземного пространства в крупных городах / Касьянов В.Ф., Чернышова О.И. // В сборнике: интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании. Сборник материалов международной научной конференции. – 2017. – С. 826-833.
 88. Келемен, Я. Город под землей; пер. под ред. Г.Е. Голубева / Я. Келемен, З. Вайда. – М.: Стройиздат, 1985. – 248 с.
 89. Киргизова, Т.Ю. Методология реализации культурно-эстетического потенциала среды метрополитена Санкт-Петербурга (на примере развития Правобережной линии): дис. Т.Ю. Киргизовой магистра искусствovedения. – Санкт-Петербург, 2017.
 90. Колбин, В. Проекты станций Московского метро третьей очереди / В. Колбин // Архитектура СССР. – 1938. – №6. – С. 30-39.

91. Колли, Н.Я. Архитектура метро // Как мы строили метро. – М.: Издательство «История фабрик и заводов», 1935. – С. 223-258.
92. Константинов, А.С. К 60-летию «Ленметропроекта» / А. С. Константинов // Архитектура. Строительство. Дизайн. – 2007. – № 2 (47). – С. 31-34.
93. Конюхов С.Д. Использование подземного пространства. Учебное пособие для вузов. – М.: Архитектура – С, 2004. – 296 с.
94. Косенкова, Ю.Л. Поиски принципов проектирования Московского метрополитена (1900-е 1920-е годы). Архитектурное наследство. Вып. 48. М.: Издательство ЛКИ, 2008.
95. Костов, К.Д. Архитектура инженерных сооружений и промышленного интерьера / К.Д. Костов.; под ред. В.А. Цветкова и В.В. Блохина – Москва: Стройиздат, 1983. – 311 с.
96. Кравец С.М. Архитектура Московского метрополитена им. Л.М. Кагановича / Под ред. В.А. Шкварикова. – Москва: Изд-во Всес. акад. архитектуры, 1939. – 84 с.
97. Кравченко О. Общественные центры и транспортные структуры Москвы / О. Кравченко // Метрострой. 1987. — № 1. — С. 16-18.
98. Крашенинников, А.В. Микропространства городской среды // Международный электронный научно-образовательный журнал "АМИТ" [Сетевой ресурс]. - URL: <http://marhi.ru/AMIT/2014/4kvart14/krash/abstract.php>
99. Кригер, Е. Архитектор под землёй / Е. Кригер // Архитектурная газета. – 1935/ – М., 2004. – 100 с. [Сетевой ресурс]. - URL: <http://gostrf.com/normadata/45/45107/index.htm>
100. Кудрявцев, О.К. Город и транспорт / О.К. Кудрявцев. – М.: Знание, 1975. – 48 с.
101. Кудрявцев, О.К. Городские транспортные коммуникации / О.К. Кудрявцев. – М.: Знание, 1981. – 64 с.
102. Кудрявцев, О.К. К вопросу о построении сети метрополитена Москвы на

- перспективу // Городское хозяйство Москвы. 1962. № 9. – С. 23.
103. Кудрявцев О.К. Развитие планировочной структуры и транспорта крупных городов / О.К. Кудрявцев // Обзоры по проблемам больших городов. М.: ГОСИНТИ, 1975. № 24. – 28 с.
 104. Кудрявцев, О.К. Транспорт городских центров / О.К. Кудрявцев. – М.: Транспорт, 1978. – 110 с.
 105. Кудрявцев, О.К., Добер Б.И., Шапошников С.В. Центр: транспортные проблемы и пути их решения // Городское хозяйство Москвы. 1967. № 1. – С. 23-27.
 106. Кулагин, Н.И., Тарасюгина В.П. За далью снова будет даль: третье десятилетие «Ленметрогипротранса» / сост.: Н.И. Кулагин, В.П. Тарасюгина. – СПб. – 2012.
 107. Курбатова А.В. Прогнозирование развития транспортных систем: идеология, инструментарий, расчеты / А.В. Курбатова, Е.Ю. Кузнецова. Екатеринбург: УГТУ, 2000. – 186 с.
 108. Линч К. Образ города / пер. с англ.: Глазычев В.Л. – Москва: Стройиздат, 1982. – 328 с.
 109. Лапшин, В.С. Обзор методов проектирования архитектур интеллектуальных транспортных систем / В.С. Лапшин, Д.М. Елькин, С.А. Кучеров, Ю.И. Рогозов // Инженерный вестник Дона, №4 – 2018.
 110. Литтеров, С.М. Освещение станций Московского метрополитена / С.М. Литтеров, Ю.К. Милославов // Светотехника. – 1958. – №6. – С. 7-14.
 111. Лукин, Я.Н. Новые станции Ленинградского метро / Я.Н. Лукин // Архитектура и строительство Ленинграда. – 1959. – № 1. – С. 37-39.
 112. Макаревич, В.Г. Об архитектурной оценке качества освещения станций Московского метрополитена / В.Г. Макаревич, Н.И. Щепетков // Светотехника. – 1980. – №7. – С. 16-19.
 113. Максимович, Г.А. Подземные лаборатории / Максимович Г. А. // В сборнике: Пещеры. – Пермь, 1972. – С. 186-190.

114. Малков, Ю.С. Ещё раз о периферийных районах и метрополитене // Городское хозяйство Москвы. 1965. № 4. – С. 21-22.
115. Мартовицкая, А. Speech. Метро / Subway. – 2015. – 272 p.
116. Медведева, А.Р. Влияние социальных факторов на архитектурные стили Московского метрополитена на примере станций Кольцевой линии // Бизнес и дизайн ревю. 2018. № 4 (12). – С. 10.
117. Меерович, Л.А. Проектные решения Фрунзенского радиуса в Санкт-Петербурге / Л.А. Меерович // Метро и тоннели. — 2006. — № 3. — С. 14-15.
118. Международный форум «Комплексное освоение подземного пространства мегаполисов — как одно из важнейших направлений государственного управления развитием территорий». Санкт-Петербург, 2012 г. России [Сетевой ресурс]. - URL <http://undergroundcity-forum.com/>
119. Мелодинский, Д.Л. Масштабность в современной архитектуре [Электронный ресурс] / Д.Л. Мелодинский // АМИТ, 4 (21) 2012.- URL: <http://www.marhi.ru>
120. Меркин, В.Е., Каспэ И.Б. Обеспечение сохранности городской застройки при строительстве левфортовского тоннеля // Транспортное строительство, № 3. – Москва. 2005. – С. 12-17.
121. Морозов, П.В. Митинско-Строгинская линия Московского метрополитена. Архитектура станций Митинско-Строгинской линии / П.В. Морозов // Метро и тоннели. 2006. – № 1. – С. 16-21.
122. Московского метрополитена (3-я и 4-я очереди). Дис. канд. арх., М. 1952
123. Московского метрополитена // Общество: философия, история, культура. 2020. № 1 (69).
124. Мустафаева, О. Метроузел как общественный центр / О. Мустафаева // Метрострой. 1986. – № 6. – С. 17-18.
125. Мустафаева, О. О формировании и эксплуатации зон метроузлов / О. Мустафаева, И. Бражников // Метрострой. 1985. – № 1. – С. 16-17.
126. Наумов, М.С. Под семью холмами: Прошлое и настоящее Московского

- метро. – М.: АНО ИЦ «Москвоведение»; ОАО «Московские учебники», 2010.
127. Павлов, Н.Л. Метро как пещера. Традиционная система ориентации в подземном пространстве и современные требования безопасности / Н.Л. Павлов // Архитектурный вестник. – 2007. – №3. – С. 176-183.
 128. Павлов, Н.Л. Новый субъект в построении современного архитектурного пространства // Architecture and Modern Information Technologies. – 2021. – №2(55). – С. 9-16. – URL: https://marhi.ru/AMIT/2021/2kvart21/PDF/01_pavlov.pdf DOI: 10.24412/1998-4839-2021-2-9-16
 129. Полевой, В.М. 50 лет Московского Метрополитена. Вчера и сегодня московского метро. Размышления пассажира. Декоративное искусство СССР. № 6 (331). 1985.
 130. Полежаев, В.Д. Столичное метро и его завтрашний день // Строительство и архитектура Москвы. 1971. № 10. – С. 5-8.
 131. Попов, Л. Станция «Московская» в Праге / Л. Попов // Метрострой. – 1983. – №2. – С. 32-34.
 132. Пясковский, Ю. Зачем художник приходит в метро? Декоративное искусство СССР. № 4 (353). 1987.
 133. Ракитин, П. Московский метрополитен. (Россия XX век). – М.: «Интеррос». 2005. – 35 с.
 134. Рекомендации по изменению наземной транспортной системы при развитии метрополитена / под ред. А.И. Стрельникова; ЦНИИПградостроительства. – 1982. – 76 с.
 135. Ресин Г. Человек и подземное пространство / Г. Ресин // Метрострой. – 1978. – №5. – С. 16-18.
 136. Рудницкий, А.М. Транспорт в планировке городов / А.М. Рудницкий. – Киев: Будивельник, 1976. – 100 с.
 137. Рудяк, М.С. Рациональное использование городского подземного пространства для гражданских объектов. – М.: Издательство Московского

- государственного горного университета, 2003. – 235 с.
138. Руководство по комплексному освоению подземного пространства крупных городов Российской Академией архитектуры и строительных наук (академик РААСН, доктор техн. наук, проф. Ильичев В.А. – руководитель работы, доктор архитектуры, проф. Голубев Г.Е.; кандидаты техн. наук: Замараев А.В., Скачко А.Н., Игнатова О.И., Буданов В.Г., Короткова О.Н.) Москва. – 2004 ГУП «НИАЦ» Москомархитектуры. — 100 с.
 139. Руководство по составлению схем комплексного использования подземного пространства крупных и крупнейших городов. – М.: Стройиздат, 1978.
 140. Самохвалов, Ю.М. Конструктивные решения многофункционального подземного комплекса на площади Павелецкого вокзала в Москве / Ю.М. Самохвалов // Метро и тоннели. 2008. – № 5. – С. 24-30.
 141. Сегединов, А.А. Многоярусный город Текст. / А.А. Сегединов. – М.: Московский рабочий, 1981. – 166 с.
 142. Семенова, О.С. Комфорт пешеходных перемещений. Градостроительство. – 5 (33) 2014. – С. 43-47
 143. Семенова, О.С. Методология выявления зон размещения объектов многофункционального общественного пространства, как части транспортной системы, при функциональном зонировании подземной территории крупных городов //Градостроительство. – №2. – 2014. – 62 с.
 144. Семенова, О.С. Теоретические проблемы градостроительного планирования подземной части городов // АМІТ Архитектура и современные информационные технологии, № 1 (30) – Россия, 2015.
 145. Семенова, О.С. Формирование системы хранения индивидуального автотранспорта в микрорайонах крупных городов на примере Москвы/ О.С. Семенова. – Дисс. канд. техн. наук. – М., 2004.
 146. Семенова, О.С. Архитектурные методы предотвращения социальных конфликтов на урбанизированной территории. Международный научно-исследовательский журнал, №5(47), Часть 2 Россия. – Екатеринбург, 2016.

147. Семенова, О.С., Волков Н.С. Подземное пространство: методология освоения. Дороги: инновации в строительстве, № 21 – М., 2010.
148. Семенова, О.С., Волков Н.С. Подземное пространство: методология освоения // Журнал Дороги. – 2012. – 112 с.
149. Семенова, О.С., Коломасова, С.А. Методические подходы выявления потребности размещения объектов многофункционального общественного пространства в подземной части современных городов: сборник научных трудов Современные тенденции в науке и образовании. Часть V. – 2014. – 164 с.
150. Семенова, О.С., Коломасова С.А. Тенденции градостроительной политики освоения подземного пространства в городах России // Градостроительство, № 3 (31) – Россия, 2014.
151. Семенова, О.С., Мордвин А.С. Концепция комплексного освоения подземного пространства на примере территории в районе станции метро Сокольники в городе Москве. Сборник статей международного научного е-симпозиума. – Россия, 2016.
152. Сигаев, А.В. Новые виды транспорта в планировке и застройке городов (Обзорная информация / ЦНТИ по гражданскому строительству и архитектуре) / А.В. Сигаев. – М., 1972. – 24 с.
153. Смирнова, С.Е. Архитектура станций Ленинградского метро как произведений синтеза искусств (на примере Кировско-Выборгской линии) / С.Е. Смирнова // Проблемы стилевой эволюции и типологии архитектуры: сб. статей. – СПб.: Санкт-Петербургский государственный академический институт живописи, скульптуры и архитектуры имени И.Е. Репина, 2013. – С. 99-116.
154. Смирнова, С.Е. Синтез искусств в архитектурном решении станций Фрунзенско-Приморской линии Петербургского метрополитена / С.Е. Смирнова // Архитектон: известия вузов март 2015 № 1 (49). [Электронный ресурс]. - URL: http://archvuz.ru/2015_1/13.
155. Смолова, М.В. Архитектурно-художественные концепции архитектуры

- метрополитена / М.В. Сомова // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2016. – № 3 (37). – С. 68-74.
156. Смолова, М.В. Формирование системы метрополитена Москвы / М.В. Смолова, Д.О. Смолова. – Известия КГАСУ, 2020, №2 (52). – 115-127 с.
157. Соколов, А.М. Архитектура новых станций Ленинградского метро / А.М. Соколов // Строительство и архитектура Ленинграда. – 1963. – № 10. – С. 12-17.
158. Соколов, А.М. Станции Ленинградского метро / А.М. Соколов. – Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре – Л., 1957. – 130 с.
159. Соколов, А.М. «Невско-Василеостровская». Архитектура станций на новом участке метрополитена / А.М. Соколов // Строительство и архитектура Ленинграда. – 1968. – № 2. – С. 6-11.
160. Соколов, А.М. // Строительство и архитектура Ленинграда / А.М. Соколов. – 1963. – № 10. – С. 12-17.
161. Специальная фортификация XX века: история и технологии. – Сборник материалов межрегиональной конференции. / АНО ЦИСФПС; под ред. Д.Е. Юркова. – М., 2022. – 216 с.
162. Ставниний, Ю.А. Транспортные системы городов / Ю.А. Ставничий. – М: Стройиздат, 1990. – 224 с.
163. Старостенко, Ю.Д. Пространство станций метрополитена в проектах 1900-х-1930-х гг. (К 75-летию открытия первой очереди Московского метрополитена) / Ю.Д. Старостенко // Наука, образование и экспериментальное проектирование. Труды МАРХИ: Материалы научно-практической конференции 12-16 апреля 2010 г.: Сборник статей: в 2-х тт. - Т.1. - М. : Архитектура. – С, 2010. – С. 305-313.
164. Татьянаина, Л. Метро и город. Метрополицентр / Л. Татьянаина // Метрострой. 1985. – № 3. – С. 28-30.
165. Тер-Восканян, О. Общественно-транспортные узлы: закономерности

- организации структуры и размещения / О. Тер-Восканян // Метрострой. 1985. – № 1. – С. 17-19.
166. Трамвай Сан-Франциско // Железные дороги мира, № 8. 2015. – С. 32-36.
167. Транспортные проблемы больших городов: сб. науч. тр. / под ред. А.Ю. Белинского. — М: ЦНИИП градостроительства, 1978. – 122 с.
168. Тютюнник, В. Метрополицентр глазами психолога / В. Тютюнник // Метрострой. 1986. № 7. – С. 27-28.
169. Уллас, Н.Н. Основные задачи и мероприятия по улучшению организации городского движения и транспортного обслуживания Москвы на 1966-70 гг. // Городское хозяйство Москвы. 1965. № 3. – С. 33-35.
170. Ушакова, А.И. Подземные пешеходные переходы в Санкт-Петербурге // Инновации на транспорте и в машиностроении. Сборник трудов III Международной научно-практической конференции. 2015. – С. 62-63.
171. Федутинов, Ю.А. Транспорт современного города / Ю.А. Федутинов, З.В. Азаренкова // Сер: Транспорт. – М.: Знание, 1986. – 64 с.
172. Фоменко, И.В., Чернышова Н.А., Семенова О.С., Волков Н.С. Социально-экономическая эффективность организации различных типов многофункциональных подземных пространств. «Транспортное дело России» № 3(100). – М., 2012. – С.161-165.
173. Франсис, Д.К. Чинь Архитектура: форма, пространство, композиция / Д.К. Франсис Чинь. М.: АСТ: Астрель, 2010. – 432 с.
174. Фролов, Ю.С. Метрополитены на линиях мелкого заложения / Ю.С. Фролов, Ю.Е. Крук. М.: ТИМР, 1994. – 244 с.
175. Цеглинский К.Ю. Метрополитены Берлина и Парижа. Публ. лекция, чит. 11 марта 1910 г. в Имп. Моск. инж. уч-ще проф. К. Цеглинским / К. Ю. Цеглинский. – 1910.
176. Цыбайкин, А.А. Общественные Пространства вблизи станций метро в периферийных районах Москвы // Architecture and Modern Information Technologies. – 2021. – №2(55). – С. 219-228. –

URL: <https://marhi.ru/AMIT/2021/2kvart21/PDF/16tsybaykin.pdf> DOI: 10.24412/998-4839-2021 -2-219-2286

177. Чарнецкий, Г.В. Архитектура подземных станций метрополитенов. Дис. канд. арх. – М., 1948.
178. Черепанов, В.А. Транспорт и магистрали Москвы // Городское хозяйство Москвы. 1961. № 3. – С. 10-13.
179. Чибизов, А.Е., Кожевников А.П. Технологические особенности уникального российского мстротрама // Метро и тоннели, № 3. 2012. – С. 18-19.
180. Шагурина, Л. Замоскварецкий радиус: пять новых станций / Л. Шагурина // Строительство и архитектура Москвы. – 1984. – №5. – С. 16-17.
181. Шештокас В.В. Город и транспорт / В.В. Шештокас М.: Стройиздат, 1984. – 176 с.
182. Шкарупин В.И. Архитектурная организация подземных пространств в системе метрополитена (на примере г. Минска): дис. . канд. арх. Л.: ЛИСИ, 1991. – 114 с.
183. Шумаков, Н.И. Краткий курс московского метро в зеркале советской архитектуры. Архитектура. Строительство. Дизайн. № 1 (35). 2003. – С. 6.
184. Шурыгина, Н.В. Освещение новых станций Московского метро / Н.В. Шурыгина // Светотехника. – 2015. – №3. – С. 14-21.
185. Шустов, И.Н. Гармонизация законодательства – основа градостроительного развития подземного пространства застроенных городских территорий. Сборник докладов к 15-ой Всемирной конференции Объединения исследовательских центров подземного пространства мегаполисов. ACUUS 2016. – С. 439
186. Щепетков, Н.И. Свет и город – что первично для зодчего и для зодчества? [По материалам 6-й Международной светотехнической конференции стран Тихоокеанского региона LUX PACIFICA 2009, 23-25 апреля 2009 г., Бангкок] / Н. И. Щепетков // Светотехника. – 2009. – №5. – С. 13-17.
187. Щипанов, А.С. Освещение в архитектуре интерьера / А.С. Щипанов. – М.:

Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1960. – 116 с.: ил.

188. Эйгель, И.Ю. Борис Иофан / И. Ю. Эйгель. – М.: Стройиздат, 1978. – 192 с.: ил.
189. Юрков Д.Е. Советские «Секретные бункеры». Городская специальная фортификация 1930-1960-х годов. 1-е изд. / Д.Е. Юрков. – М.: АНО ЦИСФПС, 2021 – 352 с.
190. Aizenberg, J.B. Hollow Light Guides. – Moscow: Publishing House «Znack». 2009. – 209 pp.
191. Art goes underground. – Stockholm: Lettura, 2000. – 185 p.
192. A subway for New York Weitzman D. – USA: Pxoenix Color Corporation, 2005-22 p.
193. Building the Moscow Metro, or the brief history of the underground city // MOS.RU 13.09.2017 URL: <https://www.mos.ru/en/news/item/28604073> (дата обращения: 11.04.2025).
194. Burganova M. A. Nikolay I. Shumakov: This is what the architecture must be not only for me but also for all the humanity // Texts. – 2015. № (3). – P. 58-73.
195. Cities That Have Transformed Their Highways Into Urban Parks [Электронный ресурс] URL: <https://www.archdaily.com/800155/6-cities-that-have-transformed-their-highways-into-urban-parks>
196. Grava, S. Politics and design of the Moscow Metro: Ekistics, 1977. – P. 174-178.
197. Cut-and-Cover Metro Structures: Geo-Structural Design: An Integrated Approach K. Kaul. – NY: Spoon Press, an imprint of Taylor and Francis, 2010. – 625 p.
198. Kostina, O.V. Moscow Metro is the Best in the World // Texts. – 2016. № (2). – P. 64-90.
199. Lezhava, I.G., Golubev G.E. Problems of Construction Activity in the Underground Space of Downtown Moscow // Soil Mechanics and Foundation Engineering. – 2004. № 41 (4). – P. 119-124.
200. Moscow rapid transit system (Metro).

201. Moscow metro history // URL: <http://www.opoccuu.com/moscowmetro.htm> (дата обращения: 11.04.2025).
202. Moscow's Underground (Russia's Capital Solves Its Transport Problem) // Railway Wonders of the World 2012-20 URL: <https://railwaywondersoftheworld.com/moscow-underground.html> (дата обращения: 11.04.2025).
203. Nechaeva, K.I. The reconstruction project of lighting devices at the Krasnoselskaya Station of the Moscow Metro // Light & Engineering. – 2019. Т. 27. № 3.
204. Paris metro style in map and station design M. Ovenden. – London: Capital Transport Publishing, 2008. – 176 p.
205. Shilin, A. A., Kirilenko A. M., Znajchenko P. A. Complex reconstruction project of Mayakovskaya metro station in the centre of Moscow // Structural Analysis of Historical Constructions-Anamnesis, Diagnosis, Therapy, Controls. – 2016. – P. 1736-1741.
206. Subway Style: 100 Years of Architecture & Design in the New York City Subway.
207. The Modern Station. New approaches to railway architecture. Brian Edwards. Oxford: E & FN Spon, 1997. – 186 p.
208. New York Transit Museum, Anthony Robins, Andrew Garn, 2004. – 252 p.
209. The Evolution of Moscow's Subway Maps. A collection of the city's subway maps since 1935 // URL: <https://www.citylab.com/design/2013/05/moscows-subway-maps-through-history/5679> (дата обращения: 12.05.2025).
210. The Modern Station. New approaches to railway architecture. Brian Edwards. Oxford: E & FN Spon, 1997. – 186 p.
211. Underground Space Design R.L. Sterling, J. Carmody. NY.: Van Nostrand Reinhold, 1993. – 328 p.
212. Комплекс градостроительной политики и строительства города Москвы [Электронный ресурс] // URL: <https://stroimsk.ru/metro> (дата обращения: 02.03.2025)
213. ОАО МетроГИПРОТранс Архитектура [Электронный ресурс]. - Режим

доступа: <http://www.arhmetro.ru/home/news/?language=rus>

214. Московское метро: 80 лет историй, фактов и легенд // Moscowwalks.ru
15.05.2015 URL: <http://moscowwalks.ru/2015/05/15/moscow-metro-80> (дата обращения: 12.05.2025)
215. Новый взгляд на подземную архитектуру. Международная конференция Немецкого национального комитета ИКОМОС и Управления памятников Берлина с инициативой Kerberosat the Berlinische Galerie - Museum of Modern Art, 20-23 февраля 2019 г. Под редакцией от имени организаторов Рафф Липтау, Верена Пфайффер-Клосс и Франк Шмитц
216. Постановление ЦК КПСС и Совета Министров об устранении излишеств в проектировании и строительстве от 4.11.1955 // Архитектура и строительство Ленинграда. – 1955. – №3. – С. 2-5.
217. Протокол заседания экспертного совета по градостроительной деятельности комитета по земельным отношениям и строительству государственной думы Российской Федерации. Москва 2014. http://npnoeks.ru/news/2014/news_28_02_2014/protokol.pdf
218. Протокол от 18.06.2014 г. №90/1 заседания круглого стола «Опыт использования и перспективы применения композитных материалов на Петербургском метрополитене» / СПбГУП «Петербургский метрополитен». – 7 с.
219. Технологии VR и AR: понятие, различия и применение [Электронный ресурс] // URL: <https://coddyschool.com/blog/vr-and-ar-technologies-notion-differences-and-application/> (Дата обращения: 10.05.2025)
220. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://nashemetro.ru/> (Дата обращения: 17.05.2025)
221. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.nashtransport.ru/forums/> (Дата обращения: 17.05.2025)
222. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.mirmetro.net/> (Дата обращения: 17.10.2025)

223. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.metro.spb.ru/>(Дата обращения: 17.05.2025)
224. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.undergroundexpert.info/> (Дата обращения: 17.05.2025)
225. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://metro.vpeterburge.gi/news/> (Дата обращения: 17.10.2024)
226. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://metro.spb.ru/> (Дата обращения: 17.05.2025)
227. 15-я Всемирная конференция «Подземная урбанизация как необходимое условие устойчивого развития городов». Санкт-Петербург, 2016 г. России [Сетевой ресурс]. - URL <http://aciuss2016.com/ru/> (Дата обращения: 17.05.2025)

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ ИЛЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРИАЛА

Глава I

1.1

Рис.2

<https://obzor.city/article/423711>

<https://amsterdamfox.com/news/hyperloop-the-new-transport-vehicle-between-rotterdam-and-berlin-starts-its-journeys-in-a-few-years/>

<https://ru.pinterest.com/pin/440578776039913346/>

<https://www.techinsider.ru/vehicles/502612-kuda-dvizhetsya-avtoprom-budushchee-glazami-ego-sozdateley/>

1.1.6

Рис.3

Проект Метрогипротранса на реконструкцию Западного речного порта

1.2

1.2.1

Рис.4

Рис.5

Проект Метрогипротранса: станция метрополитена «Физтех»

Рис.6

[https://www.nashtransport.ru/gallery/image/106760-](https://www.nashtransport.ru/gallery/image/106760-%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D0%B8%D1%8F-%C2%AB%D0%B7%D1%8E%D0%B7%D0%B8%D0%BD%D0%BE%C2%BB-%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D0%B0/)

[%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D0%B8%D1%8F-](https://www.nashtransport.ru/gallery/image/106760-%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D0%B8%D1%8F-%C2%AB%D0%B7%D1%8E%D0%B7%D0%B8%D0%BD%D0%BE%C2%BB-%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D0%B0/)

[%C2%AB%D0%B7%D1%8E%D0%B7%D0%B8%D0%BD%D0%BE%C2%BB-](https://www.nashtransport.ru/gallery/image/106760-%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D0%B8%D1%8F-%C2%AB%D0%B7%D1%8E%D0%B7%D0%B8%D0%BD%D0%BE%C2%BB-%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D0%B0/)

[%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D0%B0/](https://www.nashtransport.ru/gallery/image/106760-%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D0%B8%D1%8F-%C2%AB%D0%B7%D1%8E%D0%B7%D0%B8%D0%BD%D0%BE%C2%BB-%D1%81%D1%85%D0%B5%D0%BC%D0%B0/)

<https://www.skyscrapercity.com/threads/milano-metropolitana-m1-m2-m3-m5.1438887/page-649>

<https://studme.org/288985/stroitelstvo/metropoliteny>

https://hmn.wiki/ru/Eug%C3%A8ne_H%C3%A9nard

Рис.7

«<https://www.skyscrapercity.com/forums/%D0%9C%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%B2%D0%B0.417/>»

<http://www.rosmetrostroy.ru/bitva.htm>

<https://www.subwaytalks.ru/viewtopic.php?p=296568#p296568>

<https://metro2.org/msk/stations/volzhszkaya#&gid=1&pid=3>
<https://www.nashtransport.ru/forums/topic/50156-%D1%81%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F-%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%8F-%C2%AB%D1%81%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D1%80%D1%8C%D0%B5%D0%B2%D0%BE%C2%BB-%E2%80%93-%C2%AB%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BC%D1%83%D0%BD%D0%B0%D1%80%D0%BA%D0%B0%C2%BB/page/8/>
<https://rosmetrostroy.livejournal.com/5788.html?thread=32668>

Рис.8

<https://nord79.ru/2022/01/stahanovskaya/>
https://dzen.ru/a/Y_9bvb5a0BqUFea3
<https://ttransport.ru/amp/photo/142362.html>
<https://nord79.ru/2022/01/yugo-vostochnaya/>
<https://ru.foursquare.com/v/dmcc-metro-station/4cc9033bbcb1b1f766d20c8a/photos>

Рис.9

https://michaelminn.net/countries/israel/passenger_rail/carmelit/

Рис.10

<https://ru.pinterest.com/pin/430867889324458994/>

1.2.2

Рис.12 а)

https://cdn11.img.sputnik.by/img/07e4/07/1e/1045296799_0:30:1200:784_1920x0_80_0_0_f0e3392418d3639c24413df0e4a9fdf6.jpg
https://dic.academic.ru/pictures/wiki/files/85/Uru44a_11.jpg
<https://news.myseldon.com/ru/news/index/233818756>
<https://www.metrowalks.com/ru/kazan/tsentralnaya/ametyevo#ph5544>
<https://sdelanounas.ru/blogs/62939/>
<https://archi.ru/russia/87198/dve-stancii-desyat-variantov>

Рис.12 б)

<https://ok.ru/icmosru/topic/154966674519484>

Рис.13 б)

<https://pastvu.com/p/409131>

Рис.14 а)

<https://www.behance.net/gallery/49031051/Twillingar-the-twin-Metro-Train>

Рис.14 в)

<https://www.if24.ru/russkaya-struna-dlya-ostrova-krit/>

Рис.14 г)

<https://www.youtube.com/watch?v=k8yiAvByrl4>

Рис.14 д)

<https://rsw-systems.com/news/popular-mechanics-about-skyway?lang=ru&r=7932>

<http://laravel.rsw-systems.com/news/yunitskiy-space-industrialization-prospects?lang=ru>

Рис.15 а)

<https://loader-blog.livejournal.com/31782.html?noscroll>

https://mirmetro.net/kyiv/cruise/01/26_darnytsia

<https://loader-blog.livejournal.com/7974.html>

Рис.15 б)

<https://dzen.ru/a/YgFMJCx6eR95cDvK>

Рис.15 в)

<https://moskva.bezformata.com/listnews/stantcii-metro-michurinskij-prospekt/59361184/?amp=1>

Рис.15 д)

<https://zavodfoto.livejournal.com/4992182.html?amp=1>

Рис.15 е)

<https://lasnamae.info/2019/11/06/opredelilis-pobediteli-arxitekturnogo-konkursa-na-proektirovanie-terminala-rail-baltic-v-yulemiste/>

Рис.15 ж)

<https://www.mos.ru/en/news/item/15736073/>

Рис.15 з)

https://hmn.wiki/ru/Canada_Water_railway_station

Рис.15 и)

<https://1520today.ru/wp-content/uploads/2022/10/d99edbb84f65efb0e2e899019d74afc6838b2caf.jpeg>

Рис.15 к, м)

<https://stroim.mos.ru/articles/na-mtsd-1-poiaviatsia-shiest-krupnykh-transportno-pieriesadochnykh-uzlov?tag=%D0%9C%D0%A6%D0%94>

Рис.17 а)

<https://ru.pinterest.com/pin/gallery-of-twin-stations-sporaarchitects-6--605734218601058603/>

<https://archi.ru/world/59519/stancii-bliznecy-mezhdu-dvukh-beregov>

Рис.17 б)

<https://ru.pinterest.com/pin/175570085448019466/>

Рис.17 в)

https://wikiimg.tojsiabtvtv.com/wikipedia/commons/thumb/c/cc/A18_04.jpg/1280px-A18_04.jpg

Рис.17 г)

<https://www.nashtransport.ru/gallery/image/153349-%D0%BA%D1%83%D1%82%D1%83%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F/>

Рис.17 д)

<https://ru.pinterest.com/pin/lenfant-plaza-metro--266838346642173778/>

Рис.17 е)

<https://bluesmaker.livejournal.com/489723.html?replyto=2101243>

Рис.17 ж)

<https://ds-eng.ru/en/gallery/m-rumyantsevo/>

Рис.17 з)

<https://web.solacesf.org/jefferson-park-blue-line-train-station/>

Рис.17 и)

<https://planet-metro.livejournal.com/5918.html>

Рис.17 к)

https://ru.abcdef.wiki/wiki/Canary_Wharf_railway_station

Рис.17 л)

https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Singapore_Expo#/media/File:Expo_MRT_Station_-_panoramio.jpg

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Expo_MRT_Station,_Jul_06.JPG

Рис.17 м)

<https://r1.mt.ru/r17/photoE4CE/20846503800-0/jpg/bp.jpeg>

Рис.17 н)

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4a/Alma-Atinskaja_20121224_small_vestibule.jpg

Рис.17 о)

<https://stroj.mos.ru/articles/marat-khusnullin-po-dinamiki-stroitelstva-metro-moskva-odin-iz-mirovykh-lidierov>

Рис.17 п)

<https://train68.ru/wp-content/uploads/2021/06/hkmetro3.jpg>

Рис.17 р)

<https://archi.ru/world/37522/klassicheskii-vokzal>

Рис.17 у)

https://architizer-prod.imgix.net/media/mediadata/uploads/1552062654393Jining-07.jpg

Рис.17ф)

<https://transphoto.org/photo/390512/?lang=ro>

Рис.19 а)

<https://transphoto.org/photo/1223461/?&lang=ru>

<https://www.nashtransport.ru/forums/topic/50156->

%D1%81%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%

D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F-

%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%8F-

%C2%AB%D1%81%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D1%80%D1%8C%D0%B5%D

0%B2%D0%BE%C2%BB-%E2%80%93

%C2%AB%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BC%D1%83%D0%BD%D0%B0

%D1%80%D0%BA%D0%B0%C2%BB/page/8/

Рис.19 б)

<https://stek-group.com/technology/6557-kakie-ynikalnye-obekty-iaponskie-arhitektory-razrabotaut-v-moskve>

https://rus.team/images/article/44117/2018-12-26-352_75573-3_527188.webp

Рис.20 а)

<https://tov-tob.livejournal.com/107721.html?view=comments>

Рис.20 б)

https://wiki2.org/ru/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:%D0%9A%D0%B0%D0%B7%D0%B0%D0%BD%D1%8C._%D0%A1%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D0%B8%D1%8F_%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE_%C2%AB%D0%90%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%8C%D0%B5%D0%B2%D0%BE%C2%BB_JPG

Рис.20 в)

<https://uz.sputniknews.ru/20221130/v-tashkente-pereimenuyut-stantsii-nadzemnogo-metro-30375425.html>

Рис.20 г)

<https://intellektds.ru/kindness/samyi-dlinnyi-metromost-v-mire-samyi-dlinnyi-metromost-v-mire-kak-vse.html>

Рис.20 д)

<https://mirmetro.net/kyiv/facts/pivdennymist>

1.3

Рис.21

<https://prorus.ru/projects/tpu-nizhegorodskaya-v-moskve/>

[https://celoft.ru/wp-](https://celoft.ru/wp-content/uploads/4/7/f/47f43dd447e635f6b9298c0cbebbba3c0.jpeg)

[content/uploads/4/7/f/47f43dd447e635f6b9298c0cbebbba3c0.jpeg](https://celoft.ru/wp-content/uploads/4/7/f/47f43dd447e635f6b9298c0cbebbba3c0.jpeg)

Рис.22 а)

<https://abtb.ru/info/publications/tpu-ryazanskaya-razgruzit-kurskii-vokzal/>

Рис.22 г)

<https://www.sfpublishpress.org/new-transit-center-to-displace-soma-neighbors/>

Рис.22 д)

<https://i.pinimg.com/originals/e8/96/a5/e896a5ec9622147d965d212101b3cfad.jpg>

Рис.22 е)

https://cloudfront.v2com-newswire.com/data/photo/image/53412/preview_1124-26_53412_sc_v2com.jpg

Рис.23

<https://i.pinimg.com/originals/a4/f1/38/a4f138edc3b8f9c8f83ae74498a675a4.jpg>

Рис.24

<https://www.lmgt.ru/projects/others/transportno-peresadochnie-uzlitransportno-peresadochnie-uzli>

<https://loader-blog.livejournal.com/7185.html?replyto=14865>

<https://wi-fi.ru/news/U3EupjFIOFN0-chetyre-stantsii-sokolnicheskoy-linii-metro-budut-zakryty-s-4-po-6-iyulya>

<https://au-rum.ru/kak-budut-vyglyadet-novye-prigorodnye-vokzaly-moskvy-gorod-rbk-nedvizhimost/>

<https://loader-blog.livejournal.com/31782.html?noscroll>

<https://loader-blog.livejournal.com/52895.html?replyto=558239>

https://abtb.ru/projects/transport/tpu/razvitie_transportnogo_uzla_na_zh_d_stancii_lyubercy_g_lyubercy/

<https://loader-blog.livejournal.com/40632.html?replyto=379320>

1.4

Рис.25 б)

https://news.cgtn.com/news/3d51444d7855444e/share_p.html

Рис.25 в)

<https://i.pinimg.com/originals/ea/f6/28/eaf6288e7b867f04126fb4d62e8accf4.jpg>

Рис.25 г)

<https://i.pinimg.com/originals/a2/a7/6e/a2a76e705ea5f8b40d075d8f6aa88932.png>

Рис.25 ж)

<https://www.cat-bus.com/category/barcelona/>

<https://www.railjournal.com/wp-content/uploads/2017/09/a91819b60d3a199008178fc242f9b1b5.jpg>

Рис.26 а)

https://nl.wikipedia.org/wiki/Bestand:%D0%94%D0%B2%D1%83%D1%85%D1%8A%D1%8F%D1%80%D1%83%D1%81%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%81%D0%B0%D0%B4%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D1%81%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%87%D0%B0%D1%82%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D0%B8%D1%8F.svg

Рис.26 б)

<https://www.skyscrapercity.com/attachments/1630536701460-png.1994908/>

Рис.26 в,г)

<https://archi.ru/russia/68620/proekty-dvukhyarusnykh-stancii-arkhitekтора-ivana-taranova>

Рис.26 е)

<https://divisare.com/projects/318396-foster-partners-nigel-young-crossrail-place>

Рис.26 з)

<https://i.pinimg.com/originals/3a/50/a8/3a50a893b30c6c640481abb472fa7295.jpg>

1.5**1.5.1****Рис.27 а)**

https://fastly.4sqi.net/img/general/600x600/38211482_DUVB2AYNsRhIVZ3NeBxaI7MgOLkpE5PTPOcxG4QB6to.jpg

Рис.27 в)

<https://transphoto.org/photo/649465/?&lang=ru>

Рис.27 г)

<https://pulse.mail.ru/article/foto-zheleznoj-dorogi-kotoraya-prohodit-priamo-skvoz-zhiloy-dom-188867082825391876-3104844866555980066/>

Рис.27 д)

<https://i.pinimg.com/originals/5a/8a/ea/5a8aea9c374e9a14d76804f409886451.jpg>

https://wikiz.com/wiki/London_King%27s_Cross_railway_station

<https://archi.ru/world/40196/zheleznodorozhnaya-gotika>

1.5.2**Рис.28**

<https://moeobrazovanie.ru/publikacii/novosti/233186.html>

1.6**Рис.30 а)**

<https://i.pinimg.com/originals/b5/cd/5d/b5cd5d0d0362a4e69aa58d739c76295c.jpg>

Рис.30 б)

<https://www.mk.ru/moscow/2021/01/19/transportnaya-reforma-v-moskve-kurskiy-vokzal-zakroyut-dlya-dalnikh-poezdov.html?nw=1611114573000>

1.7**1.7.1**

Рис.31 а)

https://stroim.mos.ru/uploads/media/main_image/0002/30/6dd8e5dcc391d0da420aa61db9800306dd9afd49.jpeg

[https://www.mos.ru/upload/newsfeed/newsfeed/2\(580241\).jpg](https://www.mos.ru/upload/newsfeed/newsfeed/2(580241).jpg)

Рис.31 б)

<https://www.nashtransport.ru/forums/topic/43572-%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE-%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%B8-%C2%AB%D0%BA%D0%BE%D1%81%D0%B8%D0%BD%D0%BE%C2%BB/page/8/>

1.7.2**Рис.32 а)**

https://www.nashtransport.ru/gallery/image/132046-dji_0035jpg/

Рис.32 б)

https://ramenskoye.ru/images/2021/12/21/transport_rjd_depo.jpg

Рис.32 в)

https://sdelanounas.ru/i/z/m/9/f_Zm9ydW0ubmFzaHRyYW5zcG9ydC5ydS9lcGxvYWRzLzE1MjU0MzA0MDcvZ2FsbGVyeV8xMzA1NF8zMzYwXzY5MjM4MzQuanBnP19faWQ9MTA2OTg5.jpeg

Рис.32 г)

<http://gtm-project.ru/portfolio/mnogofunkcionalnyj-kompleks-elektrodepo-brateevo-moskovskogo-metropolitena/>

1.7.3**Рис.33**

[https://avatars.mds.yandex.net/get-](https://avatars.mds.yandex.net/get-altay/1594075/2a0000016dda075a92ccf6b4846d2c92ab09/XXXL)

[altay/1594075/2a0000016dda075a92ccf6b4846d2c92ab09/XXXL](https://avatars.mds.yandex.net/get-altay/1594075/2a0000016dda075a92ccf6b4846d2c92ab09/XXXL)

<https://tehne.com/event/novosti/laureaty-festivalya-zodchestvo20-luchshie-realizovannye-proekty-2018-2020>

Таблица 1

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/e3/Moscow_05-2017_img46_Varshavskoe_Depot.jpg/3200px-Moscow_05-

2017_img46_Varshavskoe_Depot.jpg

https://stroim.mos.ru/uploads/cache/gallery_media_full/gallery_media/0002/44/9bd86733bd2b807f2db35004ef81c0443c5fc90f.jpeg

https://ic.pics.livejournal.com/bluesmaker/10673470/6184803/6184803_original.jpg

1.7.4

Рис.34 а)

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/fc/C14_Stadion_Narodowy_-_wentylatornie_stacyjne%2C_2015-03-12.jpg

Рис.34 в)

https://avatars.dzeninfra.ru/get-zen_doc/1863639/pub_5e4300754794a43797945912_5e4308eb51f5346faab52811/scale_1200

Рис.34 е)

https://rooflong.ru/news/otkrytie_stantsii_metropolitena_olkhovaya/

Рис.34 ж)

<https://thumbs.dreamstime.com/b/%D1%84%D0%BE%D0%BD%D1%82%D0%B0%D0%BD-%D0%BD%D0%B0-%D0%B3%D0%BE%D1%81%D1%83-%D0%B0%D1%80%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%BC-%D1%83%D0%BD%D0%B8%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%B8%D1%82%D0%B5%D1%82%D0%B5-%D0%BC%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%B2%D1%8B-82713447.jpg>

Рис.35

<https://i.pinimg.com/originals/6c/ff/40/6cff403f72b7a313bd104b72762c5c42.jpg>

Глава II

2.1

2.1.1

Рис.36 а)

<https://ru.m.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:%D0%9F>

%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B0_%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%B8_%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE_%D0%9A%D0%A1%D0%9B_%D0%9C%D0%B8%D1%87%D1%83%D1%80%D0%B8%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82.jpg

[https://www.nashtransport.ru/gallery/image/106055-](https://www.nashtransport.ru/gallery/image/106055-%C2%AB%D0%BC%D0%B8%D1%87%D1%83%D1%80%D0%B8%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9-%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%C2%BB/)

[%C2%AB%D0%BC%D0%B8%D1%87%D1%83%D1%80%D0%B8%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9-](https://www.nashtransport.ru/gallery/image/106055-%C2%AB%D0%BC%D0%B8%D1%87%D1%83%D1%80%D0%B8%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9-%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%C2%BB/)

[%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%C2%BB/](https://www.nashtransport.ru/gallery/image/106055-%C2%AB%D0%BC%D0%B8%D1%87%D1%83%D1%80%D0%B8%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9-%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%C2%BB/)

Рис.36 б)

[https://www.nashtransport.ru/gallery/image/152046-](https://www.nashtransport.ru/gallery/image/152046-%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BA%D1%88%D0%B8%D0%BD%D0%BE-%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD-%D1%873jpg/)

[%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BA%D1%88%D0%B8%D0%BD%D0%BE-%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD-%D1%873jpg/](https://www.nashtransport.ru/gallery/image/152046-%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BA%D1%88%D0%B8%D0%BD%D0%BE-%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%BD-%D1%873jpg/)

Рис.36 в)

<https://archi.ru/projects/world/15015/vokzal-rail-baltica-v-yulemiste>

<https://www.behance.net/gallery/72988971/false>

<https://newatlas.com/boswash-shareway-howler-yoon/25876>

Рис.37

<https://bestlj.ru/8559-Amsterdam.html>

<https://get.pxhere.com/photo/light-architecture-wood-white-floor-subway-line-hall-black-monochrome-interior-design-design-stairs-symmetry-tourist-attraction-shape-flooring-95391.jpg>

Рис.39

<https://www.youtube.com/watch?v=K3iwjFwqvXU>

Рис.40 а)

<https://russiaedu.ru/vuz/23/aumsu/news/studenty-transportnogo-kolledzha-pridumali>

Рис.40 б)

<https://id.lovepik.com/image-501148327/shenzhen-overpass-in-guangdong.html>

<https://i.pining.com/originals/38/20/ef/3820effdae9b1dc3fc5d1383728ad7a2.jpg>

Рис.40 в)

https://set-travel.com/wp-content/uploads/2019/12/c7933e1599a350dd725a57cd5b29dc1e_xl.jpg

Рис.41

<https://coololdphotos.com/cross-section-view-of-chicagos-state-st-subway-in-1941/>
<https://i.pinimg.com/originals/82/8b/9b/828b9b71f369cc476940cb235d498848.jpg>

2.1.2

Рис.43 в)

<https://fccland.ru/metro/290-peresadochnye-stancii-metropolitena.html>

Рис.44 б)

<https://bluesmaker.livejournal.com/96665.html>

Рис.44 в)

<https://topcafe.su/fakty/zdaniya-i-sooruzheniya/krasivye-vokzaly.html>

Рис.44 г)

<https://www.archdaily.com/905978/west-kowloon-hsr-station-photographed-through-the-lens-of-kris-provoost/5bee23a708a5e5154e00005b-west-kowloon-hsr-station-photographed-through-the-lens-of-kris-provoost-photo>

Рис.44 д)

https://dzen.ru/a/X_145PmIRRpChw1Z

https://www.archdaily.com/368341/elbbrucken-underground-station-winning-proposal-gmp-architekten?ad_medium=widget&ad_name=category-transportation-article-show

Рис.44 е)

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f1/S-Bahnhof_Elbbr%C3%BCcken.%C3%BCberdachter_Abschnitt.1.2019.nnw.jpg/1024px-S-Bahnhof_Elbbr%C3%BCcken.%C3%BCberdachter_Abschnitt.1.2019.nnw.jpg
<https://dialogearchitektur.net/eine-wuerdigung-des-vergaenglichen/>

Рис.44 ж)

Проект АО «Метрогипротранс»

2.1.3

Рис.46 а)

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/a1/PikiWiki_Israel_53734_navon_train_station_in_jerusalem.jpg/1200px-

PikiWiki_Israel_53734_navon_train_station_in_jerusalem.jpg

Рис.46 б)

<https://msknovosti.ru/transport/stantsiya-smolenskaya-arbatsko-pokrovskoy-linii-metro-otkrylas-posle-remonta/>

<https://thumbs.dreamstime.com/b/second-line-warsaw-subway-poland-march-system-was-opened-march-section-km-long-include-tunnel-under-51162683.jpg>

Рис.46 в)

<https://i.pinimg.com/736x/9d/eb/4a/9deb4aed425567a60bbbbc23d4329782.jpg>

<https://rossaprimavera.ru/static/files/43755fa044cf.jpg>

<https://archi.ru/world/81834/chem-khochet-stat-biblioteka>

Рис.46 е)

<https://pro-dachnikov.com/dom/14437-stupeni-v-torgovyj-centr-41-foto.html>

Рис.48

https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%82_%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%97_%22%D0%9E%D0%B4%D0%B5%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0%22_%D0%A5%D0%B0%D1%80%D0%BA%D1%96%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%82%D0%B5%D0%BD%D1%83.jpg

Рис.49

<https://loader-blog.livejournal.com/1830.html>

<https://loader-blog.livejournal.com/38123.html?replyto=598763>

Рис.50 б)

<https://www.skyscrapercity.com/threads/%D0%9C%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9-%D0%9C%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BD.463228/page-63?u=1023590>

2.1.4

Рис.51

<https://stroim.mos.ru/news/finansirovaniie-stroitelstva-mietro-budiet-rastiblizhaishiie-tri-ghoda-bochkariev>

<https://archi.ru/russia/61104/nagrady-za-svet-v-arkhitekture>

2.1.6

Рис.52 а)

<https://loader-blog.livejournal.com/24950.html?view=comments>

Рис.52 б)

[https://www.nashtransport.ru/gallery/image/85947-](https://www.nashtransport.ru/gallery/image/85947-%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%BC%D0%B5%D1%89%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%B9-%C2%AB%D0%BE%D1%87%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%BB/)

[%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%BC%D0%B5%D1%89%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5-](https://www.nashtransport.ru/gallery/image/85947-%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%BC%D0%B5%D1%89%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%B9-%C2%AB%D0%BE%D1%87%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%BB/)

[%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%B9-](https://www.nashtransport.ru/gallery/image/85947-%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%BC%D0%B5%D1%89%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%B9-%C2%AB%D0%BE%D1%87%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%BB/)

[%C2%AB%D0%BE%D1%87%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%BB/](https://www.nashtransport.ru/gallery/image/85947-%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%BC%D0%B5%D1%89%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%B9-%C2%AB%D0%BE%D1%87%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%BB/)

2.1.7

Рис.53 а)

https://mirmetro.net/kyiv/cruise/01/26_darnytsia

Рис.53 б)

<https://coincom.ru/images/terminals/233/1.jpg>

Рис.53 в)

[https://www.skyscrapercity.com/threads/%D0%9A%D0%A0%D0%9E%D0%9A%](https://www.skyscrapercity.com/threads/%D0%9A%D0%A0%D0%9E%D0%9A%D0%A3%D0%A1-%D0%9A%D1%80%D0%BE%D0%BA%D1%83%D1%81-%D0%A1%D0%B8%D1%82%D0%B8.355711/?u=954760)

[D0%A3%D0%A1-%D0%9A%D1%80%D0%BE%D0%BA%D1%83%D1%81-](https://www.skyscrapercity.com/threads/%D0%9A%D0%A0%D0%9E%D0%9A%D0%A3%D0%A1-%D0%9A%D1%80%D0%BE%D0%BA%D1%83%D1%81-%D0%A1%D0%B8%D1%82%D0%B8.355711/?u=954760)

[D0%A1%D0%B8%D1%82%D0%B8.355711/?u=954760](https://www.skyscrapercity.com/threads/%D0%9A%D0%A0%D0%9E%D0%9A%D0%A3%D0%A1-%D0%9A%D1%80%D0%BE%D0%BA%D1%83%D1%81-%D0%A1%D0%B8%D1%82%D0%B8.355711/?u=954760)

2.1.8

Рис.56

<https://i.ytimg.com/vi/sJQg4SI9lhE/maxresdefault.jpg>

Рис.57

[https://www.nashtransport.ru/gallery/image/117824-](https://www.nashtransport.ru/gallery/image/117824-%C2%AB%D1%85%D0%BE%D0%B4%D1%8B%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5-%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%B5%C2%BBjpeg/?browse=1)

[%C2%AB%D1%85%D0%BE%D0%B4%D1%8B%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5-](https://www.nashtransport.ru/gallery/image/117824-%C2%AB%D1%85%D0%BE%D0%B4%D1%8B%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5-%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%B5%C2%BBjpeg/?browse=1)

[%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%B5%C2%BBjpeg/?browse=1](https://www.nashtransport.ru/gallery/image/117824-%C2%AB%D1%85%D0%BE%D0%B4%D1%8B%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5-%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%B5%C2%BBjpeg/?browse=1)

Рис.58 в)

<https://www.allcarz.ru/chto-takoe-ekoduk/>

Рис.58 г)

<https://ru.pinterest.com/pin/432767845427732537/>

Рис.58 д)

<https://bestbelarus.by/upload/iblock/e1e/e1e8eb8323507bd9d0c2107435983c37.jpg>

2.1.9**Рис.59 а)**

Проект АО «Метрогоипротранс»

Рис.59 б)

<https://www.ivd.ru/news/kak-v-fantasticheskom-filme-proekt-mosta-vokzala-v-talline-ot-zahi-hadid-54031>

<https://archi.ru/projects/world/15015/vokzal-rail-baltica-v-yulemiste>

<http://xn----7sbabjddf5cpoofx5b5o.xn-->

<plai/images/technopolis/infrastructures/infrastructures-transport.jpg>

Рис.60

Проект АО «Метрогоипротранс»

2.2**Рис.61 а)**

<https://mnogoplitki.com/upload/iblock/2c4/QQ-Photo20180626131332.jpg>

Рис.61 б,в)

[https://derpibooru.org/images/525432?sort\[\]=525432](https://derpibooru.org/images/525432?sort[]=525432)

<https://www.tubebg.com/62806/sistema-za-bezopasnost-v-yaponskoto-metro>

Рис.61 г)

<https://www.metrowalks.com/f2/spb/mayak.jpg>

Рис.61 д)

<https://planet-metro.livejournal.com/5918.html>

Рис.61 е)

https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%8F_14_%28%D0%9F%D0%B0%D1%80%D0%B8%D0%B6%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5_%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%29

2.3**2.3.1****Рис.62 б)**

<http://n->

<metro.ru/%D0%B0%D1%80%D1%85%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BA%D1>

%82%D0%BE%D1%80-%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%81-
 %D0%B2%D0%B8%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8%
 D0%B9/

Рис.62 в)

<http://moscowwalks.ru/2018/05/15/metro-birthday-2018/>

Рис.62 г)

<https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/389182><https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1651881>

Рис.62 д)

<https://www.baufit.com/new-glass-facade-systems/>

<https://wallhere.com/en/wallpaper/867228>

Рис.62 е)

<http://sdoclub.ru/files/catalog/upload/f44055becb37f8b1597460a71c5c4aa1.jpg>

Рис.62 ж)

<https://i.pining.com/originals/23/45/f8/2345f8ec5a8f548ab19b491f1ebfde91.jpg>

Рис.62 з)

<https://www.archilovers.com/projects/1269/main-station-stuttgart-gallery?3107>

<https://share-architects.com/an-architectural-vision-made-real-through-high-standard-engineering/>

Рис.62 и)

<https://archi.ru/world/38336/dvor-s-dvoiny-m-dnom>

Рис.62 к)

https://mirmetro.net/yerevan/cruise/12_yeritasardakan

Рис.62 м)

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/d2/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BF%D0%BE_%C2%AB%D0%9B%D0%B8%D1%85%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%80%D1%8B%C2%BB.jpg/800px-

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/d2/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BF%D0%BE_%C2%AB%D0%9B%D0%B8%D1%85%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%80%D1%8B%C2%BB.jpg

Рис.62 н)

<https://arrow.holiday/images/news/news-image/442/2.jpg>

https://images.adsttc.com/media/images/5445/d39c/e58e/ce18/0a00/007a/large_jpg/Bik%E2%80%A0s_park_Station__longitudinal_section.jpg?1413862284

<https://i.pinimg.com/originals/b0/e5/f3/b0e5f30218fd79f6c236080d1963a4aa.jpg>

Рис.62 о)

<https://i.pinimg.com/originals/04/55/4c/04554c87983cc116fa47ab8ba03eff89.jpg>

<https://i.stack.imgur.com/ZycHx.jpg>

2.3.2

Рис.63 б)

<https://s-krylov.ru/photo/case/40/>

Рис.63 в)

<https://dzen.ru/a/YUcX9ehiMCTro1O3>

Рис.63 г)

<https://www.msmap.ru/metro/responses/12>

Рис.63 д)

<https://ardexpert.ru/project/3349>

Рис.63 е)

<https://forum.velomania.ru/showthread.php?t=214999&page=2&p=3689883&viewfull=1>

Рис.63 ж)

<https://archi.ru/russia/68124/nerealizovannye-stancii-metro>

<https://www.nashtransport.ru/blogs/entry/7624-%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%8B-%D0%BD%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%80%D1%8B%D1%85-%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%B9-%D0%BC%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B3%D0%BE-%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE-%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C-2/>

Рис.63 з)

<https://archi.ru/world/53344/cvet-v-konce-tonnelya>

Рис.63 и)

<https://i.pinimg.com/originals/69/bb/dc/69bbdc1340ed9995d41b92464efbbdaf.jpg>

Рис.63 к)

https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Budapest,_metr%C3%B3_4,_Keleti_p%C3%A1lyaudvar,_11.jpg

2.4**Рис.64 а)**

<https://europe-today.ru/2011/09/zastyvshie-mgnoveniya-metro-evropy/>

Рис.64 б)

<https://faberco.ru/projects/st-metro-zhulebino-i-st-lermontovskij-prospekt/>

Рис.65 а)

https://mirputeshestvij.mediasole.ru/11_stanciy_metro_porazhayuschih_voobrazheni
е

Рис.65 б)

<https://thailand-good.ru/5-stran-s-samymi-udivitelnyimi-metro-v-mire/>

Рис.67

http://russos.ru/img/metro/kv/pizdec_of_world.jpg

<https://dzen.ru/a/XvIY1o06lGp7Y3Nj>

Глава III**3.1****Рис.68 а)**

https://wiki2.org/ru/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:%D0%9B%D0%B5%D1%81%D0%BE%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F,_28_%D1%84%D0%B5%D0%B2%D1%80%D0%B0%D0%BB%D1%8F_2014_%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%B0.jpg

Рис.68 б)

<https://www.drive2.ru/b/2930690?page=0>

Рис.68 в)

https://pikabu.ru/story/moskovskiy_metropoliten_liniya_12_3918130/author

Рис.68 г)

Конкурсный проект станции метрополитена

Рис.68 д)

https://wiki2.org/ru/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Jielbeaumadier_metro

_st-sebastien-froissart_paris_2009_.jpg

Рис.68 е)

<https://sun1-15.userapi.com/c857216/v857216452/b2987/CpXXVdLO3xU.jpg>

<https://news.mail.ru/society/55275640/>

Рис.69

<https://2gis.uz/uz/tashkent/gallery/station/70030076209852069/photoId/30258560053762237>

[https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Plo%C5%A1%C4%8Da_Pieramohi_\(Minsk_Metro_station\)_2020_02.jpg](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Plo%C5%A1%C4%8Da_Pieramohi_(Minsk_Metro_station)_2020_02.jpg)

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rotes_rathaus_u5_ubahn_station_2.jpg

Рис.70

<https://www.keblog.it/wp-content/uploads/2014/11/stazioni-metropolitane-piu-belle-del-mondo-22.jpg>

3.2

3.2.1

Рис.71 б)

<https://natalia-goodler.livejournal.com/29446.html?replyto=579846>

<https://stroimsk.ru/articles/marat-khusnullin-po-dinamiki-stroitelstva-metro-moskva-odin-iz-mirovykh-lidierov>

Рис.71 в)

<https://rusmos.livejournal.com/383528.html?amp=1>

Проект станции АО «Метрогипротранс»

Рис.71 г)

[https://www.nashtransport.ru/gallery/image/127015-](https://www.nashtransport.ru/gallery/image/127015-%C2%AB%D0%B1%D1%83%D1%82%D1%8B%D1%80%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F%C2%BB-%D0%BF%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%87%D0%BD%D1%8B%D0%B9-%D1%80%D0%B0%D0%B7%D1%80%D0%B5%D0%B7/)

[%C2%AB%D0%B1%D1%83%D1%82%D1%8B%D1%80%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F%C2%BB-](https://www.nashtransport.ru/gallery/image/127015-%C2%AB%D0%B1%D1%83%D1%82%D1%8B%D1%80%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F%C2%BB-%D0%BF%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%87%D0%BD%D1%8B%D0%B9-%D1%80%D0%B0%D0%B7%D1%80%D0%B5%D0%B7/)

[%D0%BF%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%87%D0%BD%D1%8B%D0%B9-%D1%80%D0%B0%D0%B7%D1%80%D0%B5%D0%B7/](https://www.nashtransport.ru/gallery/image/127015-%C2%AB%D0%B1%D1%83%D1%82%D1%8B%D1%80%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F%C2%BB-%D0%BF%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%87%D0%BD%D1%8B%D0%B9-%D1%80%D0%B0%D0%B7%D1%80%D0%B5%D0%B7/)

Рис.71 д)

Проект станции АО «Метрогипротранс»

Рис.71 ж)

<https://bige.kz/gallery/view/astana-lrt>

Рис.71 з)

<https://www.yankodesign.com/2017/07/31/move-over-metro/>

Рис.71 и)

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/85/Southwarktubestation.JPG/1280px-Southwarktubestation.JPG>

https://cryptofans.ru/read/gosudarstvo/metro_kakim_vi_ego_ne_videli.html

Рис.71 к)

<https://rb.ru/story/illuminart/>

<https://betonguru.ru/prozrachnyj-beton/>

Рис.71 л)

<https://stroim.mos.ru/news/dlia-oformleniia-stantsii-bkl-mietro-tieriekhovo-ispol-zovali-innovatsionnyi-matierial-1>

Рис.71 м)

<https://stroim.mos.ru/specprojects/bkl/>

3.2.2**Рис.72 а)**

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:U-Bahnhof_St-Quirin-Platz_01.jpg

Рис.72 б)

<https://berlin24.ru/de/news/0/7084-0.html>

Рис.72 в)

<https://sdelanounas.ru/blogs/138255/>

Рис.72 г)

<https://i.pinimg.com/originals/67/3e/88/673e88476cbd49558fb6b356a0db0ab8.jpg>

Рис.72 д)

<https://i.pinimg.com/originals/40/69/85/406985bebe834e7eaecbd965570efda7.jpg>

Рис.72 ж)

<https://www.garces-deseta-bonet.com/en/projets/trois-stations-metro-l9/?in=dex>

Рис.72 з)

<https://i.pinimg.com/736x/fa/16/9b/fa169b573734780d2bc9fb98d8931ea6--metro-station-montreal.jpg>

Рис.72 и)

<https://archi.ru/world/59519/stancii-bliznecy-mezhdu-dvukh-beregov>

<https://www.archdaily.com/546390/twin-stations->

[sporaarchitects/540f4a24c07a804419000022-twin-stations-sporaarchitects-fovam-station-section](https://www.archdaily.com/546390/twin-stations-)

Рис.72 к)

<https://en.wikiarquitectura.com/lenfant-plaza-station-01-2/>

<https://i.redd.it/0nkog1i1u6h01.jpg>

3.2.3

Рис.73 б)

<https://yablor.ru/blogs/vokzal-oriente-lissabon/1469664>

Рис.73 в)

[https://yandex.ru/images/search?cbir_id=758533%2FSHCidKYOrTcbxe9TuCk_CQ7011&cbir_page=similar&img_url=https%3A%2F%2Funiverse-news.ru%2Fpictures2%2FaHR0cHM6Ly93d3cubW9zLnJlL3VwbG9hZC9uZXdzZmVlZC9uZXdzL2U5ZDBlOTQ3MzhhOWUxM2I4NzBiMzQzYjJkNTlhMDVkNDc3ZjIzYTluanBlZw%3D%3D&lr=213&pos=0&rpt=imageview&url=https%3A%2F%2Favatars.mds.yandex.net%2Fget-images-](https://yandex.ru/images/search?cbir_id=758533%2FSHCidKYOrTcbxe9TuCk_CQ7011&cbir_page=similar&img_url=https%3A%2F%2Funiverse-news.ru%2Fpictures2%2FaHR0cHM6Ly93d3cubW9zLnJlL3VwbG9hZC9uZXdzZmVlZC9uZXdzL2U5ZDBlOTQ3MzhhOWUxM2I4NzBiMzQzYjJkNTlhMDVkNDc3ZjIzYTluanBlZw%3D%3D&lr=213&pos=0&rpt=imageview&url=https%3A%2F%2Favatars.mds.yandex.net%2Fget-images-cbir%2F758533%2FSHCidKYOrTcbxe9TuCk_CQ7011%2Forig)

[cbir%2F758533%2FSHCidKYOrTcbxe9TuCk_CQ7011%2Forig](https://yandex.ru/images/search?cbir_id=758533%2FSHCidKYOrTcbxe9TuCk_CQ7011&cbir_page=similar&img_url=https%3A%2F%2Funiverse-news.ru%2Fpictures2%2FaHR0cHM6Ly93d3cubW9zLnJlL3VwbG9hZC9uZXdzZmVlZC9uZXdzL2U5ZDBlOTQ3MzhhOWUxM2I4NzBiMzQzYjJkNTlhMDVkNDc3ZjIzYTluanBlZw%3D%3D&lr=213&pos=0&rpt=imageview&url=https%3A%2F%2Favatars.mds.yandex.net%2Fget-images-cbir%2F758533%2FSHCidKYOrTcbxe9TuCk_CQ7011%2forig)

<https://www.mos.ru/news/item/93256073/>

<https://www.constructionplusasia.com/id/waspada-kemacetan-akibat-rekayasa-lalu-lintas-selama-pengerjaan-proyek-mrt-fase-2a/>

<https://www.jojonomic.com/wp-content/uploads/2021/01/stasiun-bandara-solo-2-1024x601.jpg>

<https://cdn.nwmgroups.hu/s/img/i/1611/20161103shanghai-maglev-train-magnesvasut.jpg>

<https://www.goodnewsfromindonesia.id/2018/07/18/dengan-kandungan-lokal-95-lrt-palembang-membuktikan-engineering-indonesia>

<https://million-wallpapers.ru/strany-mira-1063-na-rabochij-stol/futuristichnyj-obekt-iz-obedinennyyx-arabskix-emirator-101773.html>

Рис.73 г)

<https://jcpinternational.org/>

Рис.73 е)

<https://prorusdesign.ru/dubai-expo-otkryvaet-glavnye-pavilony-v-preddverii-perenesennogo-meropriyatiya/>

Рис.73 ж)

<https://www.knippershelbig.com/en/node/165>

Рис.73 з)

<https://postimg.cc/30d83jyQ>

Рис.73 и)

<https://get.pxhere.com/photo/architecture-railway-glass-building-train-canopy-train-station-platform-pavilion-cologne-railway-station-historically-central-station-station-roof-steel-structure-cologne-main-station-outdoor-structure-1054362.jpg>

Рис.73 к)

<https://h-i.su/wp-content/uploads/2019/10/arnhem-netherlands-railway-stations.jpg>

Рис.73 м)

<https://travelingyuk.com/jewel-changi-airport-2/200708/>

Рис.73 н)

<http://beijing.roadplanner.ru/tran/foto/fotoalb.html>

<https://www.ai-architect.com/chengdu-reveals-futuristic-stations-for-its-first-fully-automated-metro-line/>

Рис.74

Конкурсный проект станции метрополитена



Рисунок 75. Общий вид экспозиции