#### **Петербургское Метро**

*г. Санкт-Петербург 1998 г.*

**— О Г Л А В Л Е Н И Е —**

*Общие сведения*

*Историческая справка*

*Проектирование и строительство метрополитена*

*в общем*

*в Санкт-Петербурге*

*Строительство станций метрополитена*

*в общем*

*в Санкт-Петербурге*

*Архитектура станций Кировско-Выборгской линии*

*Оборудование, организация движения и подвижной*

*состав метрополитена*

*Перспектива на 1998 год*

*Хроника событий*

*Литература*

***Метрополитен - это самый молодой вид транспорта. Ленинградское метро не только вот уже 43 года обеспечивает быстроту передвижения, а и радует наши глаза как комплекс выдающихся архитектурных сооружений по праву считающихся одной из достопримечательностей города***

# Общие сведения

Метрополитен — ( Франц. ***мetropolitain***, буквально — столичный, от греч. ***metropolis*** — главный город столица). Название М. принято во многих странах мира; другое название “подземка” ( англ. ***underground***, амер. ***Subway***, нем. ***Untergrundbahn*** ).

Метро (*в последствии М*.) - внеуличная городская железная дорога, для массовых скоростных перевозок пассажиров, отличающееся большой пропускной способностью, регулярностью и, благодаря отсутствию пересечений путей в одном уровне, высокой скоростью движения поездов. Линии М. могут быть подземными ( в *тоннелях* ), и надземными ( на *эстакадах*). Подземные линии М. получили наибольшее распространение, так как они не нарушают исторически сложившейся планировки города, не стесняют движение городского наземного транспорта и пешеходов, способствуют уменьшению шума и вибрации в зданиях от движения поездов. Наземные линии М. как правило сооружают в районах города с относительно не высокой плотностью застройки, при расширении существующей сети М., устройстве объединенных пересадочных станций М. с пригородными железными дорогами, на конечных участках примыкающих к депо. Наземные участки М. должны иметь ограждение. Надземные линии на эстакадах сооружают на отдельных участках, с учетом рельефа местности, в основном при пересечении автомобильных и железных дорог, водных и других преград.

М. включает большой комплекс сооружений и устройств, из которых основополагающими являются: станции и вестибюли со служебными помещениями, эскалаторные устройства, перегонные тоннели, камеры съездов и тупики, вагонные депо с производственными цехами и бытовыми помещениями, тяговые и понижающие электрические подстанции, тоннельные сооружения для инженерного и санитарно-технического оборудования, вентиляции, водоотлива и водоснабжения.

Необходимость в М. — скоростном транспорте, не загромождающем уличной дорожной сети и не имеющем пересечений в одном уровне, ощущается в большинстве городов с численностью населения свыше 1 млн. человек.

# Историческая справка

Таблица Строительство М. ряда городов мира

(на 1973 г.)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Страна | Город | Год ввода в эксплуатацию |
| СССР  США  Великобритания  Франция  ГДР  Западный Берлин  ФРГ  ЧССР  Венгрия  Австрия  Испания  Греция  Италия  Португалия  Норвегия  Швеция  Нидерланды  Япония  Аргентина  Канада  Мексика | Москва  Ленинград  Киев  Тбилиси  Баку  Нью-Йорк  Чикаго  Филадельфия  Бостон  Кливленд  Лондон  Глазго  Париж  Берлин  Гамбург  Мюнхен  Прага  Будапешт  Вена  Мадрид  Барселона  Афины  Рим  Милан  Лисабон  Осло  Стокгольм  Роттердам  Токио  Осака  Нагоя  Буэнос-Айрес  Торонто  Монреаль  Мехико | 1935  1955  1960  1966  1967  1868  1892  1907  1901  1955  1863  1897  1900  1902  1902  1912  1971  1974  1896  1898  1919  1924  1925  1955  1964  1959  1966  1950  1968  1927  1933  1957  1913  1954  1966  1969 |

Первое в мире подземное М. было построено в Лондоне в тоннелях мелкого заложения и работало на паровой тяге. Длинна Лондонской подземки была 3.6 км, строилась она 8 лет и была открыта  ***9 января 1863 года***. Она соединяла Западный и Северный вокзалы, и предназначалась в основном для транзитной перевозки железнодорожных грузов. О пассажирах заботились мало: паровозы работали на угле и Лондонцы выходили из вагонов черными от копоти. Трудно было очищать и тоннели М. от накапливавшейся там сажи. Аварии тоже были обычным явлением. И все же даже такое М. пользовалось успехом. В первый год им воспользовалось девять с половиной миллионов человек. Строилось первое метро фирмой ***“Метрополитен рейлуэй” ( Metropolitan Railway ) 1860-1863 гг.*** ***—***отсюда, видимо, и пошло название — **Метрополитен.** С ***1890 г.*** в Лондоне началось строительство тоннелей глубокого заложения, а введение электрической тяги освободило тоннели от дыма и копоти и улучшило условия эксплуатации городской подземной линии. В ***1868*** ***г.*** появилось М. и в Нью-Йорке. Однако в погоне за прибылью, его построили над землей. По началу оно работало на канатной тяге, замененной в ***1871*** на паровую, а в ***1890*** на электрическую. Эстакады чрезвычайно обезобразили город и десятки лет ньюйоркцы страдали от грохота проносившихся поездов. Позднее появилось М. в Чикаго. Первое М. на Европейском континенте было построено в Будапеште в ***1896*** году. К Всемирной промышленной выставке ***1900*** года соорудили первую линию М. в Париже. В последствии М. было построены в Мадриде, Барселоне, Афинах, Токио, Осло, Стокгольме, и других городах. Проектирование, строительство и эксплуатация линий М. нередко велись конкурирующими фирмами, вследствие чего эти линии в ряде случаев не составляли единой сети, иногда отличались шириной колеи, напряжением в контактной сети.

В крупнейших и крупных городах различных стран развитее и реконструкция существующих сетей и строительство новых линий М. особое значение приобрели после 2-ой мировой войны 1943-45. Интенсивное развитее городов часто требовало отказа от эстакад и постепенной замены наземных и надземных М. поземными. Сведение о строительстве М. наиболее крупных городов мира представлены в **таблице 1**.

К первым проектам М. в России можно отнести проект подземной магистрали между Балтийским и Финляндским вокзалами в Петербурге, который разрабатывался в Управлении Балтийской железной дороги в ***1889*** году. В первые годы XX века было создано несколько проектов петербургского М. В большинстве из них намечалось в первую очередь соединить вокзалы, в некоторых —разгрузить самую напряженную магистраль города Невский проспект. В ***1901*** инженер Печковский предлагал комбинированную подземно‑наземною дорогу с центральным вокзалом у Казанского собора и трассами к Балтийскому и Варшавскому вокзалам. В 1902 году инженер П. Балинский предлагает свой план строительства метрополитена в Петербурге и Москве, указывая, что “ отсутствие удобных и быстрых средств окраин с центром поглощает все сбережения у... неимущего класса ” и “ помощь можно оказать только постройкой железных дорог большой скорости... ”. Проекты Балинского встретили резко и отрицательно отношение власти имущих. Императорское археологическое общество писало князю Голицыну: “Проект... поражает дерзким посягательством на то, что... дорого всем русским людям... Так как тоннели М. в некоторых местах пройдут под храмами на расстоянии всего трех аршин, то святые храмы умаляются в своем благолепии”. Решение было: “Господину Балинскому в его домогательствах отказать”. Проекты М. в Петербурге представляли также инженеры Решевский, Кульшинский, Гиршсон, Енакиев, Горчаков, Предлагал свои проекты и Генрих Осипович Графтио.

Русские инженеры думали не только о подземном, но и о надземном М. В ***1900*** году по предложению инженера И. В. Романова был сооружен участок наземной подвесной монорельсовой дороги в Гатчине. Испытания прошли успешно, и Романов создал проект кольцевой подвесной дороги вокруг Петербурга

Все дореволюционные проекты М. остались лишь на бумаге.

В январе ***1941*** года началось строительство М. в Ленинграде. Создана организация возглавлявшая эту работу она стала называться Ленметростроем. Начальником Ленметростроя в те годы был очень энергичный инженер-путеец И. Г. Зубков. На помощь ленинградцам пришло много опытных московских метростроевцев. К этому времени Ленинградским научно-исследовательского института коммунального хозяйства была разработана схема М. Ленинграде. Она предусматривала три городские линии глубокого заложения и четыре пригородные — наземные.

Первая городская линия линия намечалась от Автово — под проспектом Стачек, Обводным каналом, Литейным проспектом — до Финляндского вокзала. То есть от построенной после войны она отличалась тем, что связывая все вокзалы, от основного, Московского, она проходила на некотором расстоянии. От этой линии предполагалось короткое ответвление — от перекрестка Московского проспекта и Обводного канала к заводу “Электросила”.

Вторая линия проектировалась от Балтийского вокзала — под Лермонтовским проспектом, каналом Грибоедова — к Казанскому собору.

Третья должна была пройти от Московского вокзала — под Невским проспектом, площадью Декабристов, через Васильевский остров, под Большим проспектом и Кировским проспектом Петроградской стороны — к Новой Деревне и станции Ланская. Появились первые вышки шахт в Автово, у Кировского завода, у Балтийского вокзала, на Выборгской стороне. В ***1942*** году — к 25-летию Советской власти — предполагалось проложить тоннели первой очереди с 12 станциями. Вероломное нападение немецких фашистов сорвало эти планы. Вместо метрополитена метростроевцам пришлось строить оборонительные сооружения. После победного завершения войны, метростроевцы вернулись к своему делу и уже в к ***1947*** году работы по проходке тоннелей были возобновлены.

# Проектирование и строительство метрополитена

## в общем

В зависимости от характера эксплуатации сети М. проектируется с независимым ( замкнутым ) движением поездов по отдельным, не связанным между собой линиям, с переходом части поездов с одной линии поездов на другую и в виде комбинированных сетей. М. удобен для пассажиров совершающих сравнительно дальние поездки поэтому расстояние между станциями в городах России, как правило устанавливается от 1 до 2 км. Среднее расстояние между станциями М. Берлина, Мадрида, Милана, Буэнос-Айреса, Торонто и некоторых других городов Европы и Америки составляет 500—800 м. В ряде городов например в Нью-Йорке эксплуатируются линии скоростного М. ( метро экспресс ), на которых станции располагаются через 3-6 км и связываются удобными короткими переходами со станциями обычных линий М.

Глубина заложения линий М., типы тоннельных сооружений и методы производства работ устанавливаются на основании детальных градостроительных, инженерно-геологических, технико-экономических, и других исследований. Наиболее экономичным является сооружений линий М. мелкого заложения. Они удобнее и дешевле в эксплуатации, чем линии глубокого заложения. Пассажир затрачивает минимум времени при подходе к поездам и выходе со станций. Тоннели линий мелкого заложения сооружаются обычно на глубине 10-15 метров от уровня земли. Линии М. глубокого заложения (30-50 метров) прокладывают преимущественно в районах города с плотной многоэтажной застройкой и развитым подземным хозяйством, а также при неблагоприятных геологических и гидрогеологических условиях для сооружения линий мелкого заложения. Сооружение тоннелей глубокого заложения практически не нарушает нормальной жизни города и почти не влияет на устойчивость зданий и подземных коммуникаций.

Нормируемые параметры трасс современного М. в плане и профиле обеспечивают высокие эксплуатационные качества пути и плавности хода поездов. План линей М. определяется расположением основных районов высокой концентрации пассажиров, городской планировкой, транспортными и инженерными подземными коммуникациями ( автомобильные тоннели, магистральные коллекторы и др. ). При мелком заложении тоннели, как правило сооружаются вдоль основных магистралей города. Наименьший радиус кривых, который разрешается применять на главных путях М. СССР, равен 500 метров, что значительно превышает показатели зарубежных метрополитенов ( Лондон —100 метров, Мадрид —90 метров, Берлин —75 метров ). Ширина колеи современного М. одинакова с шириной нормальной железнодорожной колеи (1520 мм). В зарубежных М. наиболее распространена ширина колеи 1435 мм. Однако в некоторых странах отсутствует единый стандарт на ширину колеи.

Строительство линии М. начинают с геодезическо-маркшейдерских работ перенесению трассы в натуру. Тоннели, сооружаемые закрытым способом, ориентируют путем передачи проектных координат через шахтные стволы. При глубоком заложении М. шахтные стволы, как правило, располагают в стороне от трассы и соединяют с тоннелями подходными выработками, которые в период строительства используют для транспортных целей, а в законченном сооружении — для размещения вентиляционного оборудования. При сооружении тоннелей мелкого заложения закрытым способам принимаются меры, исключающие осадку поверхности, повреждений сооружений городского подземного хозяйства и расположенных поблизости зданий. При открытом способе работ поверхность улиц вскрывается и тоннельные конструкции возводятся в котловане со свайными креплениями или откосами. Движение наземного городского транспорта отводится в сторону или пропускается по временному мосту через котлован. Основания и фундаменты зданий, расположенных вблизи трассы, при необходимости укрепляют.

Сооружения тоннелей закрытым способом производится щитами проходческими или горными методами. Щит — сооружение, предохраняющее рабочих от обвала грунта. Механизированный проходческий щит ленинградского типа представляет из себя стальной цилиндр весом 220 тонн. Своими шестью вращающимися дисками —фрезами, снабженными резцами из твердых сплавов, — он вгрызается в породу срезая ее пласты. При движении в перед щит толкается 24 гидравлическими домкратами от уже установленных тюбингов тоннеля. Грунт по специальному желобу сбрасывается на транспортер, подающей его в вагонетки. В тяжелых инженерно-геологических условиях (плывуны и водоносные грунты) применяют специальные методы: ***кессон, замораживание грунтов*** , водопонижение, химическое закрепление грунтов и др. Конструкции тоннельных сооружении М. выполняются из сборных железобетонных или металлических элементов, а также из монолитного бетона и железобетона. Строительство М. обычно осуществляется индустриальными методами с комплексной механизацией всех основных процессов работ. Для защиты станционных сооружений М. от проникновения подземных вод, кроме гидроизоляции, применяется система водоотводящих зонтов из асбестоцемента или других материалов.

## в Санкт-Петербурге

После победоносного завершения Великой отечественной войны, при возобновлении работ по строительству метрополитена в городе-герое Ленинграде, вновь встал вопрос, по каким направлениям-трассам вести его линии, на какой глубине. Опять были рассмотрены все предреволюционные и предвоенные проекты. Их основная идея — М. должно соединить прежде всего все вокзалы — была признана правильной: ведь к одному Финляндскому вокзалу по выходным дням устремляется до 400 тысяч человек. Чтобы убедится в правильности намечаемых трасс и мест будущих станций, было проведено изучение пассажиропотоков. Для этого в трамваях, троллейбусах и автобусах пассажирам выдавали талончики которые при выходе нужно было опустить в ящик. По количеству этих талонов определялась густота пассажиропотоков.

На основании полученных данных были окончательно намечены трасса первой линии и первый участок первой очереди ленинградского М. протяженностью около 11 километров с восемью станциями. Этот участок проходящий с юго-запада на северо-восток, связал четыре вокзала Московский, Витебский, Варшавский и Балтийский и соединял новые районы с центром города. ***15 ноября 1955*** года были открыты для эксплуатации станции “Автово”, “Кировский завод”, “Нарвская”, “Балтийская”, “Технологический институт”, “Площадь Восстания”. В ***1958 году*** вступили а строй станции “Чернышевская” и “Площадь Ленина” (Финляндский вокзал ). Давняя мечта соединить подземной дорогой все вокзалы города была претворена в жизнь. В ***1960 году*** был введен в эксплуатацию второй наклонный ход на станции “Площадь Восстания” с вестибюлем, встроенным в здание Московского вокзала, и с выходам к его перронам; в ***1962 году*** — второй вестибюль станции “Площадь Ленина” на Боткинской улице. Кировско-Выборгская линия ныне на юге имеет еще две станции — “Ленинский проспект” и “Проспект ветеранов”. Они начали работать в ***1977 году***. А на севере — еще семь станций. “Выборгская”, “Лесная”, “Площадь Мужества”, “Политехническая”, “Академическая” вступили в строй действующих в ***1975 году.*** “Гражданский проспект” и станция “Комсомольская” (“Девяткино”), совмещенная с железнодорожной платформой Девяткино, завершены в ***1978 году***.

Вторая линия должна была связать предприятия и жилые кварталы разросшегося Московского района со старейшей Петроградской стороной. Первый участок Московско-Петроградской линии со станциями “Технологический институт-II”, “Фрунзенская”, “Московские ворота”, “Электросила”, “Парк Победы” был пущен в апреле ***1961 года***. В июле ***1963 года*** к ним добавились станции “Площадь Мира”, “Невский проспект”, “Горьковская”, “Петроградская”. В ***1969 году*** вступила в строй действующих “Московская”, а в ***1972 году*** —станции “Звездная” и конечная на южном участке этого направления — “Купчино”, соединенная со станцией витебской железной дороги. Первый участок Невско‑Василеостровской линии со станциями “Василеостровская”, “Гостиный двор”, “Маяковская”, “Площадь Александра Невского” был открыт к 50-летию Великого Октября. В декабре ***1970 года*** был сдан новый участок этой линии со станциями “Елизаровская” и “Ломоносовская”. Станция “Приморская” начала функционировать в ***1979 году.***

Выбор глубины заложения М. диктовался гидрогеологическими условиями и густой застройки вдоль трассы.

Под нами в глубине на гранитах самой древней архейской эры лежат древнейшие осадочные породы: на территории Ленинградской области это гдовские песчаники и кембрийские глины. Непосредственно на кембрийских глинах находятся отложения новейшего периода истории земли — четвертичного. Для четвертичного периода здесь характерны мореные отложения нескольких наступлений ледников с большим количеством валунов. Выше залегают так называемые ленточные глины. Над ними иловатые пески и суглинки. И наконец, культурный слой — результат деятельности человека, достигающей местами нескольких метров.

Проектировщикам и строителям было ясно, что в четвертичных породах с их напорными водами прокладывать М. будет чрезвычайно сложно. Это вскоре доказало сооружение верхних участков вертикальных шахт и наклонных (эскалаторных) тоннелей. В центре города, в старых густо застроенных районах, станции М. имеют глубокое заложение, тоннели здесь проходят в основном в кембрийских отложениях. В районах новостроек отдельные участки целесообразно строить открытым способом или мелкого заложения. Из станций первой очереди “Автово” — станция мелкого заложения, но ее сооружение вызвало большие трудности, чем прокладка глубоких тоннелей. Немало хлопот создала здесь строителем и речка Красненькая, которую пересекала трасса метро. Применив замораживание грунта, метростроевцы справились с этим участком, проходящем в пластических глинах и суглинках. В сложные геологические условия попали метростроевцы между станциями “Лесная” и “Площадь Мужества”. Тоннели на протяжении около четырех сот метров должны были пройти в толще четвертичных водонасыщенных отложений и водных песков с напором воды в несколько атмосфер. Обогнуть этот так называемый размыв было нельзя, так как слой песка здесь толст и обширен. Опять прибегли к замораживанию грунта. Чтобы уменьшить количество скважин, которые следовало пробурить, и уменьшить количество труб, необходимых для замораживания грунта, инженеры “Ленметростроя” предложили, в отличии первоначального проекта, прокладывать тоннели не на одном уровне, а один над другим. Это значительно сократило число потребованных скважин и труб.

8 апреля 1974 года при бурении передовых разведочных скважин в нижнем тоннеле была обнаружена незамерзшая порода, из которой поступала вода. Затем в забое появились трещины, через которые начал прорываться плывун. Вскоре и верхние тоннель стал заполнятся. Аварийные затворы из-за быстрого поступления плывуна полностью закрыть не удалось. Плывун затопил оба тоннеля на целый километр, разморозил значительную часть льдогрунтового массива. Для того чтобы остановить плывун, у станции “Лесная” в тоннелях была сооружена перемычка и произведена закачка воды в аварийные участки.

В решении комплекса проблем, возникших при ликвидации аварии, приняли участие многие научно-исследовательские институты Ленинграда. Впервые в мировой практики был применен жидкий азот, имеющий температуру минус 196, это значительно ускорило все работы по замораживанию, в том числе и по созданию льдогрунтовой перемычки. Помимо жидкого азота был применен ряд новых материалов и приборов. Например: полимербетон с добавлением пластифицирующей смолы, схватывающихся при температурах, близких к 0; полимербетонные растворы для инъекций в железобетонную рубашку, чтобы понизить ее водонепроницаемость: система межскважинного акустического просвечивания, сигнализирующая о наличии непромороженных зон.

В ноябре 1975 года была произведена сбойка верхнего и нижнего тоннелей, а через месяц весь участок от “Площади Ленина” до “Академической” сдан в эксплуатацию с оценкой отлично. Ни одна станция метро не сооружается без тщательного изучения геологических и иных условий ее нахождения, без тщательного анализа расчета конструкций станций и тоннелей.

Расчет конструкций Ленинградского М. делался с учетом многолетнего опыта московских метросроителей. Но в Москве М. прокладывалось в основном в известняках, так же как железнодорожные тоннели строятся обычно в скальных грунтах. А вот тоннелей, которые надо рассчитывать одновременно и на скальною породу и на глину, еще не строили. Пришлось тщательно изучать свойства кембрийских глин и делать новые расчеты. Так, в Москве чугунные тюбинги перегонных тоннелей делались одинаковыми по прочности. Исследования показали, что кембрийские глины будут давить на тюбинговое кольцо тоннеля гораздо сильнее с верху. Значит кольцо должно быть более сильней на верху и может быть облегченны с баков — то есть можно применить так называемою конструкцию переменой жидкости. На рубеже 1959 — 1960 годов при кафедре тоннелей и метрополитенов Ленинградского ордена Ленина института инженеров железнодорожного транспорта имени В. Н, Образцова была создана лаборатория моделирования тоннелей. В ней на небольших моделях создаются условия, в которых будут действовать подземные сооружения. Первой была построена конструкция станции “Парк Победы”, а затем и все строившееся позднее. В ликвидации последствий аварии у станции “Площадь Мужества” кафедра тоннелей и метрополитенов Института инженеров железнодорожного транспорта принимала самое активное участие. Испытание модели этого участка позволило выбрать лучшею конструкцию укрепления тоннеля.

Когда-то работы в тоннелях велись с помощью отбойных молотков, а погрузка породы в вагонетки осуществлялось в ручную — лопатами. Сооружение тоннелей в Ленинграде уже на первой поре стало механизированным. В Ленинграде был спроектирован механизированный проходческий щит ленинградского типа. За проходческим щитом двигается второй механизм тюбингоукладчик, или эректор. Своими стальными “руками”, которые могут двигаться по окружности, радиусу и вдоль тоннеля, он доставляет и размещает тюбинги в любое место монтируемое обделки тоннеля. Для ускорения строительства тоннели между станциями ведут с двух сторон — навстречу друг другу. Прокладку трассы и точность стыковки обеспечивают маркшейдеры — подземные геодезисты.

Донецкие маркшейдеры, участвовавшие в прокладке первой очереди московского М. , работали очень осторожно. Они обязательно сперва проходили штольней малого диаметра. В случае ошибки ее легко было поправить при расширении тоннеля до полного профиля. Теперь, при проходке тоннелей механизированными щитами, дающими готовый тоннель с уже установленными тюбингами, расчеты маркшейдеров должны быть особенно точными. И действительно, встречные тоннели соединяются с точностью до двух сантиметров. Этому помогают и созданные в Ленинграде щитовые приборы, коренным образом улучшившие определений положений щита. Маркшейдеры первыми приходят на строительство М. :они переносят проект в натуру. Разбивка всей трассы сначала производится на поверхности земли. По этой разбивке задаются все центры вертикальных шахт, наклонных, эскалаторных ходов. Затем крайние точки разбивки через вертикальные шахты с помощью отвесов переносят под землю. От этих точек, под землей, задаются направление горизонтальных штолен со всеми их поворотами и уклонами.

По этой разбивке маркшейдеры руководят включением домкратов — направлением движения проходческого щита.

Когда строили участок Кировско-Выборгской линии от “Площади Восстания” до “Площади Ленина”, пришлось первый раз пройти двумя тоннелями под Невой. Осуществилась мечта русского изобретателя‑самоучки Мещанина Торгованова, в 1820 году представившего проект “проезда с Адмиралтейской стороны на Васильевский остров под Невою, не мало не мешая оной течению”. Царскому правительству осуществить этот проект было не под силу.

При прокладке тоннеля между станциями “Невский Проспект” и “Горьковская” под Невой проходчики наткнулись на узкую, ранее не выявленную впадину в дне Невы. Пришлось тоннель заглублять с максимально допустимым уклоном . Теперь на этом участке пассажиры первого вагона оказываются на шесть метров ниже едущих в хвостовом. Хотя от впадин в дне реки стараются уйти поглубже, для полной безопасности работы ведутся кессонным способом. При подходе к реке тоннель герметически перегораживается, и в подречную часть нагнетается воздух. Повышенное давление препятствует проникновение воды в тоннель. Но к работе в условиях повышенного давления организм человека должен привыкнуть, поэтому рабочие в течении одного-двух часов “шлюзуются” в специальных камерах, где давление постепенно повышается от атмосферного до кессонного. Тоже самое, только в обратном порядке, совершается и при выходе.

# Строительство станций метрополитена

## в общем

Особое положение в комплексе сооружений М. занимают станции, вестибюли и пересадочные узлы, непосредственно связанные с обслуживанием пассажиров. Наряды с выполнением своих основных функций они должны обеспечивать безопасность пассажиров, обладать определенными удобствами (в том числе максимально короткий путь от поверхности к перронным залам и в обратном направлении, чистота и оптимальная температура воздуха и др.). В местах пересечений или соприкосновений различных линий М. сооружаются пересадочные (узловые) станции. Их перронные залы соединяются лестницами и коридорами (узлы коридорного типа) или только лестницами либо эскалаторами (узлы двухъярусного — так называемого башенного типа), а иногда располагаются в одном уровне, с пересадкой через платформу непосредственно из вагона в вагон (узлы объединенного типа). В России станции М. и переходы оборудуются эскалаторами для подъема пассажиров на высоту более 5м. При высоте более 7м. предусматриваются эскалаторы и для спуска пассажиров. В зарубежной практике иногда применяют подъемники лифтового типа с кабинами вместимостью до 130 человек.

Станции мелкого заложения сооружаются главным образом со вскрытием поверхности. Для их перекрытия используются стоечно‑балочные конструкции с 1, 2 или несколькими рядами опор или сводчатые конструкции, рассчитанные на нагрузки от массы земли толщиной 1-2,5 м. и движущегося по поверхности уличного транспорта.

Станции глубокого заложения обычно представляют собой 2, 3 или нескольких тоннелей с монолитной или сборной обделкой, выдерживающий давление вышележащих пород. Обделка в каждом тоннеле состоит из замкнутых и соединенных между собой колец, образованных чугунными или железобетонными тюбингами. Эти станции подразделяются на ***пилонные и колонные***. В пилонных станциях М. опорами перекрытия служат массивные пилоны, образованные 2 — 4 или большими количеством тюбинговых колец, в колонных — стальные или железобетонные колонны. Строительство колонных станций дороже и сложнее строительства пилонных, но более открытое внутреннее пространство колонных станций удобнее для движения массовых потоков пассажиров и облегчает их зрительную ориентацию. В основном в периферийных районах городов, где проходят наземные линии, сооружают станции в виде павильонов или с открытыми платформами, защищенными легкими навесами и козырьками. Тип станций во многом зависит от конкретных условий строительства (особенно от гидрогеологической обстановки ).

Первые станции лондонского М. сооружавшиеся под проезжей частью улиц, имели сводчатые перекрытия из кирпича с вентиляционными решетками, устроенными непосредственно на тротуарах. Поездные пути располагались по центральной продольной оси станции М., по сторонам путевого полотна находились две боковые пассажирские платформы ( этот тип станций с узкими, шириной 1,5 — 3 *м*  , боковыми платформами, простой по устройству, но не достаточно удобный пассажиров, получил распространение в М. Западной Европы и Америки ). В дальнейшем при строительстве в Лондоне станции М. глубокого заложения стали применять ограждающие конструкции кольцевого сечения из чугунных тюбингов, облицованные керамической плиткой. Большинство станций парижского М. имеет одинаковую односводчатую конструкцию, с центральным расположением путей и боковыми пассажирскими платформами. После постройки станций берлинского М. с пассажирской платформой так называемого островного типа (расположенной между путями). Преимуществами такой станции являются удобное расположение входов и выходов со стороны концов платформы, более полное использование всей площади платформы, легкость ориентировки пассажиров и возможность изменения направления поездки без перехода через пути.

В целом в зарубежной практике строительство М., за редким исключением, преобладает утилитарный подход к архитектурному решению М. Большое внимание облику М., особенно станций, стали уделять лишь во 2-й половине 20 века ; применяются новейшие конструкции, строительные и отделочные материалы, средства рекламы и визуальной информации.

С конца 50-х гг. для мирового градостроительства характерна тенденция к объединению станций М. с другими городскими транспортными сооружениями с целью создания больших удобств и безопасности для пассажиров и наиболее эффективного комплексного использования подземного пространства города. Строятся объединенные станции для объединенной пересадки с М. на городские и пригородные железные дороги.

## в Санкт-Петербурге

Станции глубокого заложения первой очереди ленинградского М. по их конструктивному решению можно разделить на два типа: пилонные и колонные. Из первой очереди Кировско-Выборгской линии станции “Технологический институт” и “Балтийская” сооружены со стальными колоннами. Они просторнее дают возможность большего обзора пассажирам. Из станций первой очереди ленинградского М. колонной является станция “Кировский завод”. Ее опоры сделаны не стальные, а собранные из чугунных тюбингов.

Уже в 1956 году на строительстве Московско-Петроградской линии началось освоение и внедрение в тоннельные конструкции высокопрочного сборного железобетона.

Стали применять и совершенно новый тип конструкций станций.

“Парк Победы”, “Московская”, “Петроградская”, “Звездная” на Московско-Петроградской линии, “Василеостровская”, “Гостиный двор”, “Маяковская”, “Площадь Александра Невского”, “Елизаровская”, “Ломоносовская” на Невско-Василеостровской линии выглядят совсем иначе, чем строившееся раньше: в них нет посадочных платформ. В боковых стенках единственного, центрального, зала станции — ряд ниш с закрытыми дверьми. Только когда замрет шум подошедшего поезда, двери открываются. Одновременно раздвигаются и двери вагонов поезда — они точно против дверей зала. Совсем как в лифте. Поэтому система получила название “горизонтальный лифт”.

“Площадь Мужества” и “Политехническая” — первые в Ленинграде и в стране односводчатые станции глубокого заложения. Свод этих станций перекрывает оба пути и пассажирскую платформу. Он собирается из железобетонных блоков, которые затем домкратами разжимаются в пароду. Это дает те же преимущества, что и вдавливание в грунт обделки перегонных тоннелей. Опорами для свода этих станций служат два тоннеля, по типу перегонных, из железобетонных тюбингов, внутри заполненные бетоном. Свободное от внутренних опор обширное пространство, перекрытое одним сводом, создает больше возможности и дли архитектурного решения. Разработка конструкций этих станций и осуществление их в натуре отмечены государственной премией 1978 года.

Станции “Выборгская”, “Лесная”, “Академическая” и “Гражданский проспект” имеют металлические колонны и прогоны коробчатого сечения (прогон — балка, проходящая по верху колонн, на которую опираются своды центрального и перронных залов). Конструкции этих станций делались из усиленного сборного железобетона.

По продольному профилю станции размещены выше перегонных тоннелей, как бы на горках. Поезда от станций идут под уклон — сокращается расход электроэнергии. Перед станциями поезд идет на подъем — меньше тратится электроэнергии и сжатого воздуха на торможение состава. Уже при сооружении первой линии Ленинградского М. встал вопрос о фундаментах под наружные вестибюли. Большинство из них попадало на плывун или ленточные глины. И даже двадцати метровые сваи быстро уходили в грунт. Тогда пошли по другому пути — стали сооружать под вестибюли сплошную железобетонную плиту — “плавающей фундамент”. Благодаря своей большой площади, он сократил нагрузку на грунт и предотвратил осадки. Те же трудности, связанные с осадкой грунта, возникли и при установке эскалаторов. Эскалаторы, созданные для первой очереди московского М. на ленинградском заводе “Красный металлист” и для последующих очередей Перовским машиностроительным заводом, не подходили. Они имели две “жесткие” точки — неподвижные опоры внизу и вверху. В условиях Ленинграда осадки в верхней точке были неизбежны. Родилась мысль о создании гибкого эскалатора из отдельных секций. Каждая секция опирается на свои фундаменты из сборных железобетонных блоков: когда верхние опоры оседают, эскалатор покорно следует изгибу — работа наклонного эскалатора не нарушается. Совместными усилиями инженеров Ленметростроя эта идея была осуществлена.

Помимо времени на поездку в поезде метро, пассажир тратит его и на спуск по эскалатору. Еще в первые годы эксплуатации М. скорость движения лестничного полотна была повышена с 0,75 метров в секунду до 0,94. Для чистки направляющих рам есть совсем маленькая скорость — 0,04 м/с. После каждого 140 тысяч километров пробега делают капитальный ремонт. Сейчас все эскалаторы переведены на автоматическое и дистанционное управление. Например, для трехленточного наклонного хода автоматика обеспечивает: включение резервного среднего эскалатора при остановке по техническим причинам одного из крайних эскалаторов; переключение среднего эскалатора, работавшего в направлении, противоположном остановившемуся по технической причине крайнему эскалатору; при остановке двух крайних эскалаторов средний продолжает работать на подъем или переключается на подъем. Все это делается немедленно, автоматически.

# Архитектура станций Кировско-Выборгской линии

Еще при строительстве первой очереди Московского М. было положено начало традиций рассматривать станции М. не только как необходимые конструктивные сооружения подземной дороги, но и как произведения архитектуры, воплощающей определенный идейно-художественный замысел. Этим наше М. существенно отличается от подземок капиталистических стран с их подчеркнуто утилитарным, упрощенным обликом.

На архитектурное проектирование станций первой очереди ленинградского М. был объявлен всесоюзный конкурс. В нем, кроме ленинградцев, участвовали мастера архитектуры Москвы, Киева, Свердловска. На конкурс поступили 123 проекта, из которых совсем не легко было выбрать лучшие.

Архитектурная композиция станций М. в значительной степени определяется их конструкцией, в декоративном же оформлении подземных залов и наземных вестибюлей находят отражение особенности, характерные для соответствующих этапов развития советской архитектуры. Но каковы бы не были изменения в стилистической направленности зодчества, авторы проектов станций М. всегда стремились сделать их не только удобными длю пассажиров, но и красивыми. При этом проектировщикам приходится решать нелегкою творческую задачу: при сравнительно небольшом числе вариантов конструкций находить пути к художественной индивидуализации зданий, более легкой узнаваемости каждой из них при сохранение определенной целостности оформления всей линии. Особенно важную роль в оформлении станций М. выполняют произведения изобразительного искусства. Они способствуют более глубокому раскрытию идейно-художественного замысла, воплощенного в композиции станции.

Первая линия ленинградского М., начиналась у площади Восстания. Само название площади предопределило архитектурную тему одноименной станции: ее композиция посвящена революционным событиям 1917 года. Эта тема потребовала от проектировщиков — архитекторов И. И. Фомина, Б. Н. Журавлева и В. В. Ганкевич обращения к таким примерам, которые позволили бы создать впечатления торжественности приподнятости и праздничности. Авторы проекта использовали классические методы формообразования что соответствовало традиции, которая преобладала в советской архитектуре 50-х годов. Главный вход на станцию был предусмотрен через отдельно стоящий наземный вестибюль в начале улицы Восстания. Его облик напоминает нам об архитектуре классицизма. Входы обработаны дорическими колоннами. Кольцом колонн из белого мрамора окружен и эскалаторный зал вестибюля. Подземный зал станции “Площадь Восстания” делают нарядным, облицовка из красного мрамора, многочисленные металлические детали, декоративная лепнина. Особую роль в его оформлении играют бронзовые рельефы, размещенные на пилонах. Они повествуют о событиях 1917 года. Скульптор А. И. Долиненко изобразил В. И. Ленина на броневике, выступающем перед революционными рабочими и солдатами Петрограда у Финляндского вокзала. На рельефе В. Б. Пинчука — В. И. Ленин в Разливе, здесь вождь революции скрывался от ищеек Временного правительства и руководил подготовкой вооруженного восстания. Работы скульпторов А. В. Разумовского, В. И. Татаровича, Г. Д. Ястребенецкого посвящены событиям великого Октября — историческому выстрелу “Авроры”, штурму Зимнего дворца, провозглашению Советской власти на II Всероссийском съезде Советов.

По сравнению с “Площадью восстания” станция “Владимирская” скромнее и строже, хотя в оформлении ее подземного зала (архитекторы Г. И. Александров, А. В. Жук, А. И. Прибульский) тоже применены мотивы ордерной архитектуры эпохи классицизма. Пилоны, отделяющие центральный зал от перронов, декорированы здесь приземистыми столами, напоминающими дорическими колонны. Стены облицованы белым мрамором “коэлга”. С ним хорошо сочетаются бронзовые детали убранства — большие люстры и детали карнизов, проходящие на стыке стен и перекрытия. Средний зал “Владимерской” короче перронных: станция не рассчитана на столь большое скопление пассажиров, как на “Площади Восстания”. Подземные залы соединены сводчатым коридором с эскалаторами. Наземный вестибюль встроен в здание, в котором размещается институт “Ленметрогипротранс”. Вестибюль состоит из двух помещений — прямоугольного кассового зала и круглого, перекрытого куполом эскалаторного. Стены первого облицованы золотисто-желтым мрамором Фоминских месторождений, и это придает помещению нарядный вид. Эффективно, снизу, подсвечен купол эскалаторного зала, что зрительно облегчает перекрытие. Над эскалаторами — мозаичное панно “Изобилие”, выполненное из смальты в мозаичной мастерской Академии художеств СССР, известными ленинградскими художниками монументалистами А.А. Мыльниковым, А.Л. Королевым и В. И. Сноповым.

Станция “Пушкинская” расположена рядом с Витебским вокзалом, откуда электропоезда отправляются в город Пушкин. В отделке подземного зала “Пушкинской”, согласно проекту архитекторов Л. М. Полякова и В. А. Петрова, использованы формы и декоративные мотивы русской архитектуры первой трети XIX века. Перспектива центрального зала формируется сложным ритмом пилонов, пилястров и высоких светильников-торшеров, украшенных стилизованными копьями и щитами. Белая мраморная облицовка пилонов и полированные плиты пола из красного гранита создают изысканную цветовую гамму, соответствующую возвышенному и строгому архитектурному решению зала. В торце центрального зала установлена статуя А.С. Пушкина. Скульптор М. К. Аникушин изобразил поэта сидящем на скамье в глубокой задумчивости. Статуя находится в нише, стену которого украшает живописное панно, художнице М. А. Энгельке. Оно словно переносит нас в один из чудесных уголков Царскосельского парка. Рельефный портрет Пушкина, выполненный в форме медальона, встречает пассажиров и в верхнем вестибюле “Пушкинской”, при входе на эскалаторы. Наземный вестибюль, создан по проекту А. С. Гецкина, А. А. Грушке и В. П. Шуваловой, встроен в административное здание, расположенное на Загородном проспекте.

“Площадь Восстания”, Владимирская”, “Пушкинская” — все это станции пилонного типа.

“Технологический институт” — станция колонного типа. Расположена на пересечении Московского проспекта с Загородным, там, где стоит здание одного из старейших высших учебных заведений города — Технологического института имени Ленсовета. Темой оформления ее подземного зала является прославление великих деятелей отечественной науки. Проектировали эту станцию архитекторы А. М. Соколов и А. К. Андреев. Наземный вестибюль станции включен в большое угловое здание Управления ленинградского М., находящееся на против института. Закругленный фасад этого здания украшен сдвоенными дорическими колоннами, поставленные на высокий пьедестал первого этажа. Громадные порталы, обрамленные камнем, отмечают входы на станцию. Подземные колоны сравнительно тонкие, квадратные в сечении, облицованы белым уральским мрамором, и по этому зал кажется очень простым и высоким. Интересно решено освещение среднего зала. У основания его сводчатого перекрытия смонтированы многочисленные бронзовые бра в форме небольших факелов. Они попарно соединены желобами, прорезающими свод. И кажется что источникам света служит само перекрытие, словно состоящее из множества световых арок. Средний зал украшают бронзовые медальоны с рельефными портретами К. Маркса и В. Ленина, а также крупнейших ученых страны. В центре зала расположена лестница, которая ведет на вторую подземную станцию “Технологический институт”, входящую уже в состав Московско-Петроградской линии.

Авторы проекта следующей на трассе станции “Балтийская” — архитекторы М. К. Бенуа, А. И. Кубасов, Ф. Ф. Олейник. Художественное оформление ее посвящено славной истории Краснознаменного Балтийского флота. Между колонами портика наземного вестибюля, расположенного рядом с Балтийским вокзалом, укреплены портреты выдающихся русских флотоводцев: С. О. Макарова, П. С. Нахимова, В. А. Корнилова, М. П. Лазорева и Ф. Ф. Ушакова. Эти портреты создали известные ленинградские скульпторы А. Г. Овсянников, Р. К. Таурит, А. Н. Чернецкий, А. А. Стрекавин и В. В. Исаева. Голубовато-серая мраморная облицовка подземных залов станций напоминает о суровых водах Балтики. Свод потолка, окаймленными двумя зигзагообразными голубыми лентами, заставляет вспомнить вздувшейся парус. Образное решение станции превосходно дополняет панно “1917 год”, помещенное на торцовой стене. На панно изображены революционные моряки Балтики, вместе с рабочими и солдатами идущие на штурм Зимнего. На заднем плане — силуэт крейсера “Аврора”. Оно исполнено по эскизу художников Г. И. и И. Г. Рублевых в технике так называемой флорентийской мозаики — рисунок набран из крупных кусков мрамора и цветных камней.

За “Балтийской” следует станция “Нарвская”, спроектированная Архитекторами А. В. Васильевым, Д. С. Гольдгором и С. Б. Сперанским. Наземный вестибюль ее на площади Стачек расположен по соседству с Нарвскими триумфальными воротами и по оформлению удачно перекликается с ними. Трудовая слава советского народа — такова тема архитектурно-скульптурного оформления подземного зала “Нарвской”. На пилонах станций помещены сорок восемь горельефов, изображающих советских людей самых разнообразных профессий — строителей, шахтеров, металлургов, учителей, метростроевцев, моряков... Это произведения М. К. Аникушина, М. Р. Габе, А. М. Игнатьева, М. Т. Литовченко и других мастеров скульптуры. Светлым и праздничным кажется подземный зал, и это ощущение усиливается сверкающими световыми дугами и красным мозаичным фризом, на фоне которого блестят золотые венки из дубовых листьев.

За “Нарвской” подземный путь вскоре проходит к прославленному Кировскому заводу. Находящиеся здесь станция “Кировский завод” спроектирована архитектором А. К. Андреевым. Ее отдельно стоящий наземный павильон прямоугольной формы окружен стройной колоннадой; он архитектурно оформляет пересечения проспекта Стачек с одной из боковых улиц. При проектировании подземного зала станции “Кировский завод” архитектор использовал некоторые из традиционных приемов и форм. Но это отнюдь не помешало созданию композиции вполне современной. Два длинных ряда колонн, соединенных пологими арками, организуют перспективу станций своим четким ритмом. Над каждой колонной — рельефный металлический картуш с индустриальной эмблемой. Стены и пилоны облицованы дымчато-серым с прожилками мрамором “Сванетия”. Стальной цвет облицовки, холодное поблескивание рельефных деталей, чеканность ритма — все это придает архитектуре станции специфический, “индустриальный” характер.

Первая линия ленинградского М. заканчивалась станцией “Автово”, построенной по проекту архитекторов Е. А. Левинсона и А. А. Грушке. Ее наземный вестибюль украшен шестиколонным дорическим портиком и завершенный куполом, стоит на проспекте Стачек между домами жилого массива. Мелкое заложение станции дало возможность отказаться от эскалаторов и выполнить перекрытие подземного зала плоским. Его поддерживают 46 колонн, поставленных в два ряда. Для облицовки колонн авторы проекта предложили использовать рельефное прессованное стекло. Этот замысел был реализован не полностью: стеклянную облицовку получили только 16 колонн. Выполненный на стекле орнамент, спиралью обвивающей цилиндры опор, в еще большей степени усложняет декоративный убор станции. Торцовую стену подземного зала заполняет большое мозаичное панно. Художники В. А. Воронецкий и А. К. Соколов изобразили на нем счастливую женщину с младенцем на руках — это символ мира, завоеванного в тяжелой борьбе с фашизмом.

Последние станции Кировско-Выборгской линии на юге — “Ленинский проспект” и “Проспект Ветеранов” — построены на 22 года позднее, чем “Автово”. Эти колонные станции тоже мелкого заложения и не имеют эскалаторов. Но их архитектура гораздо лаконичнее, строже.

Выразительность станции “Ленинский проспект” (архитекторы А. С. Гецкин и Е. И. Валь) в значительной степени определяется удачным подбором облицовочных материалов: расширяющиеся к верху колонны, облицованные красным гранитом, эффектно выделяются на фоне белых стен из не полированного мрамора.

Несколько более более приглушенной по цвету решена станция “Проспект ветеранов”(архитектор В. Г. Хильченко). Здесь колонны облицованы черным лабрадоритом, пол покрыт серыми плитами гранита, чередующиеся с черными вставками, обрамленные латунными полосками. Металлическими профилями выделены и ребра колонн. Контрастную ноту в цветовую гамму вносит золотистый мрамор “газган”, примененный для облицовки стен.

В 1958 году первая линия ленинградского М. была доведена до Финляндского вокзала. В архитектурном решении сооруженных здесь двух станций — “Чернышевской” (архитекторы А. В. Жук и С. Г. Майофис) и “Площадь Ленина” ( архитектор А. К. Андреев ) — наглядно отразились те перемены, которые в конце 50-х годов произошли в советской архитектуре. На этих станциях нет сложного декоративного убора, столь охотно применявшейся раньше. Красив по тону светло-серый мрамор облицовки “Чернышевской”, с ним очень хорошо сочетаются серебристые вентиляционные решетки. На контрастном сопоставлении красного и белого цвета построена колористическая гамма подземного зала станции “Площадь Ленина”.

Станция “Выборгская” (архитекторы А. В. Жук, В. Ф. Дроздов, Е. А. Жук) и “Лесная” (архитекторы А. И. Прибульский и В. В. Ганкевич) родственны друг другу по конструктивному решению (обе они колонного типа) и композиции.

Для облицовки стен и колонн “Выборгской” использован необычный для метро материал — розовато-бежевый травертин — естественный камень с характерной пористой фактурой. Колонны “Лесной” облицованы белым мрамором “коэлга”, а стены керамической плиткой, зеленый цвет которой ассоциируется с названием станции. На торцовой стене здесь размещена созданная скульптором П. А. Якимовичем декоративная композиция “Солнце”.

Конструкция станции “Площадь Мужества” (группа архитекторов под руководством Л. Л. Шретера) и “Политехническая” (архитекторы С. Б. Сперанский, Н. В. Каменский, Л. Г. Бадалян), выполненных односводчатыми, с “островной” платформой, расположенной между путями.

Композиция станции “Площадь Мужества” посвящена героизму и стойкости ленинградцев в годы ВОВ. Серый гранит платформы и такая же по тону облицовка путевых стен из уфалейского мрамора придают архитектуре зала существенную торжественность. Светильники выполнены в форме опрокинутых пирамид, укрепленных на нависающих над путями металлических консольных балках.

Архитектура“Политехнической” более спокойна, в ней нет того ощущения эмоциональной обостренности, которое свойственно “Площади Мужества”. Стены и торец “Политехнической” облицованы тавертином. С камнем по цвету удачно согласуются металлические детали отделки, которым особая обработка придала оттенок старой меди.

Станция “Академическая” выполненная в колонном варианте (архитекторы А. С. Гецкин, В. П. Шувалова, В. Г. Хильченко). Главным мотивом оформления подземного зала этой станции служит аркада. Колонны и арки отделаны штампованными профилями нержавеющей стали. В сочетании с облицовкой белым мрамором “коэлга” это придает архитектуре станции можорный, праздничный характер.

Станцию “Гражданский проспект” проектировали архитекторы Г. Н. Булдаков, Л. Е. Кисельгоф и др. Пилоны и стены подземного зала этой станции облицованы очень красивым по тону серовато-бежевым мрамором “газган”.

Конечная станция “Девяткино” (архитекторы А. С. Гецкин, К. Н. Афонская, Н. И. Згодько, А. В. Квятковский, И. Е. Сергеева) совмещена с железнодорожной станцией Девяткино, что позволяет быстро пересесть с пригородных электропоездов в поезда М. и наоборот. Станция перекрыта “структурой” площадью 166 на 43,5 *м.* из армоцементных сборных элементов.

# Оборудование, организация движения и подвижной состав метрополитена

Конструкция и основания пути М., сварка рельсовых стыков и крепление рельсов на упругих прокладках обеспечивают высокие эксплуатационные качества пути и плавность хода поездов на больших скоростях. Управление стрелками осуществляется с постов централизации. В некоторых зарубежных М. путь уложен на щебеночном балластном основании, что приводит к загрязнению тоннелей и образование пыли при движении поездов.

Система электроснабжения М. включает: тяговые подстанции, где переменный ток высокого напряжения (6—10 кв) преобразуется в постоянный с напряжением 825 вольт, который по кабелю подводится к контактному рельсу и через скользящий токоприемники — подводится к тяговым двигателям поезда; понижающие подстанции для нужд освещения и питания электропривода эскалаторов, вентиляторов, насосов и другого оборудования. Подстанции оборудованы системой автоматики и телеуправления с центрального диспетчерского пульта. Безопасность следования поездов М. (на отдельных участках скорость достигает 90 км/ч) при интервалах движения 1,5—2 мин обеспечивается системой СЦБ ( сигнализация, централизация блокировка ) с автоматической остановкой поезда в случае проезда мимо запрещающего сигнала, а также автоматической локомотивной сигнализацией.

С 1976 года на станции “Технологический институт” Действуют две телекамеры, которые следит за работой эскалаторов и помогают переключать их в нужном направлении. В настоящее время телекамеры установлены почти на каждой станции. Когда вы входите в подземный зал М. Зимой вас встречает приятное тепло, а летом, в жару, освежающая прохлада. За климатом М. следит его санитарно-техническая служба. Систематически на каждой проверяют показания приборов и сообщаются в центральный пункт. При малейшем нарушении установленных норм немедленно принимаются меры по их восстановлению.

Климат ленинградского М. обеспечивает система тоннельной вентиляции, включающая десятки мощных вентиляторов. Одни подают через вентиляционные шахты свежий воздух в тоннели, другие отсасывают воздух из метро на поверхность. Вся система работает по графику, разработанному специальной лабораторией. Эти графики учитывают сезон, колебания температуры наружного воздуха, частоту движения поездов.

С целью повышения безопасности на станциях типа “горизонтальный лифт” (станциях закрытого типа ) внедрили устройства фотоэлектрического контроля зоны между дверьми поезда и дверьми станции. Эти устройства не позволяют поезду отправится до окончания высадки и посадки пассажиров. Для движения и создания пассажирам условия наибольшего комфорта необходимо ежедневно за небольшой ночной перерыв в движении, примерно с 1.30 до 5.30 ч,

проверить путевое хозяйство, контактный рельс и другие устройства. В состав хозяйственно-ремонтного поезда входит габаритная рама. С ее помощью проверяют не сдвинулось ли что-нибудь со своего места из путевого, кабельного или станционного оборудования, что может зацепить движущейся состав. Чтобы в М. был абсолютно чистый воздух, в ночное время чистят не только станционные помещения, но и тоннели. Для этого используют промывочный агрегат, в него входит цистерна с водой, насос и трубы с распыляющими форсунками. Небольшим количеством воды но под значительным давлением один агрегат, который передвигает мотовоз, промывает 3-4 км тоннеля. Он же используется и для уничтожения растительности с помощью гербицидов на путях М. , выходящих на поверхность.

Вагон М. также проходит систематическую проверку и чистку в депо. Снаружи ходовые части обдуваются сжатым воздухом. Стены, окна и крыши моются мыльной эмульсией, затем ополаскиваются чистой водой и протираются сухими вращающимися щетками. Окна обдувают теплым воздухом.

Для перевозки хозяйственных грузов работники Ленметрополитена создали контактно-аккумуляторный электровоз. Он может работать от контактного рельса и от собственных аккумуляторов. Главное его преимущество перед мотовозом — он не загрязняет воздух в тоннелях.

При движении поезда тоннель освещается только фарами в целях экономии электричества. Из-за резкого перепада света у машинистов с годами развивается заболевания глаз .

# Перспектива на 1998 год

Губернатор Петербурга Владимир Яковлев заявил, что все планируемые на 1998 год объемы строительства петербургского М. будут обязательно выполнены. Откроются две новые станции — “Парк Культуры” и “Новая деревня”, продолжится бесперебойное финансирование и проведение работ по восстановлению движения на перегоне “Лесная” — “Площадь Мужества” и, наконец, “доведут до открытия” прославленную станцию “Адмиралтейская”. При этом нельзя исключить, что подряд на проведение работ будет передан тому самому шведско-итальянскому консорциуму, который не давно выиграл конкурс на восстановление вышеупомянутого перегона; дело в том , что фирмачи вроде как готовы обустроить станцию без переделок и тем более разрушения исторических зданий на поверхности (а “Адмиралтейскую” и не открывали до сих пор именно потому, что имеющейся проект не исключает подобных последствий ), да еще в состоянии провести тоннель для второго выхода на Невский проспект. Обидно конечно что наш “Метрострой” опять “имеет шанс проиграть”, но что поделаешь против лома в виде передовых западных технологий приема пока похоже не обнаруживается... Владимир Анатольевич обещал также, что в ходе строительства питерского М. ни один объект в исторической части города не пострадает.

# Хроника событий

|  |  |
| --- | --- |
| **1941 год** | Январь. Совет Народных Комиссаров и ЦКВКП(б) принял постановление о строительстве метрополитена в Ленинграде.  Апрель. Начато строительство Ленинградского метрополитена. |
| **1946 год** | После Великой отечественной войны возобновлено строительство метрополитена. |
| **1955 год** | 8 октября. По линии Ленинградского метрополитена прошел первый пробный поезд.  14 ноября. Указом Президиума Верховного совета СССР Ленинградскому метрополитену присвоено имя В. И. Ленина.  15 ноября. Введена в эксплуатацию первая очередь Ленинградского метро от станции “Автово” до станции “Площадь Восстания” протяженностью 10,8 км.  Введена в эксплуатацию первая очередь электродепо “Автово” |
| **1956 год** | Впервые на сети железных дорог и метрополитенов применена автоматическая воздушная очистка стрелочных переводов. |
| **1957 год** | Введены в действие Объединенные мастерские метрополитена.  Первая группа М.етрополитенцов награждена орденами и медалями. |
| **1958 год** | 1 июня. Введен в эксплуатацию участок Кировско-Выбогской линии от станции “Площадь Восстания” до станции “Площадь Ленина” протяженностью 3,4 км.  Впервые в стране на метрополитене начаты работы по автоматизации управления электропоездами. |
| **1959 год** | Введен в эксплуатацию вагон-путеизмеритель системы ЦНИИ МПС.  Закончен перевод совмещенных тягово-понизительных подстанций на телеуправление. |
| **1961 год** | Решением Исполкома Ленсовета и Президиума облсовпрофа метрополитену присвоено звание “Предприятие высокой культуры”.  29 апреля. Введена в эксплуатацию первая очередь Московско-Петроградской линии от станции “Парк Победы” до станции “Технологический институт” протяженностью 6,5 км. |
| **1962 год** | Начато оборудование станций автоматическими контрольными пунктами и монеторазменными автоматами. |
| **1963 год** | Введение в действие диспетчерская централизация стрелок и сигналов.  Декабрь. Начата опытная эксплуатация вагона-дефектоскопа с магнитным и ультразвуковым контролем рельс.  1 июля. Введен в эксплуатацию участок Московско-Петроградской линии от станции “Технологический институт -2” до станции “Петроградская” протяженностью 5,9 км. |
| **1964 год** | Установлен первый опытный полупроводниковый выпрямитель тягового тока.  Введен в эксплуатацию первый на метрополитенах страны контрольно-аккумуляторный электровоз. |
| **1965 год** | 9 октября. Начаты испытания системы автоматического управления поездами на участке Московско-Петроградской линии.  Оснащена поездной диспетчерской радиосвязью первая линия метрополитена.  Закончена реконструкция диспетчерской централизации с установлением контроля свободности путей перегонов.  Закончен перевод эскалаторов на скорость движения 0,94 метра в секунду вместо 0,72 метра в секунду. |
| **1966 год** | Кировско-Выборгская линия продлена от станции “Автово” до станции “Дачное” протяженностью 1,5 км.  Май. Образована служба пути, как самостоятельное подразделение М.  Июнь. Вместо электромеханической службы образованны службы эскалаторная и электроподстанций и сетей. |
| **1967 год** | Создана служба подвижного состава.  3 ноября. Введена в эксплуатацию первая очередь Невсо-Василеостровской линии от станции “Василеостровская” до станции “Площадь Александра Невского” протяженностью 8,2 км.  Январь. Началась опытная эксплуатация автоведения поездов на Московско-Петроградской линии.  Образованны службы тоннельных сооружений и санитарно-техническая |
| **1968 год** | Начата плавная замена ртутных выпрямителей на кремниевые.  Июнь. Началась опытная эксплуатация автоведения поездов на Невско-Василеостровской линии. |
| **1969 год** | Введен в эксплуатацию участок Московско-Петроградской линии от станции “Парк Победы” до станции “Московская” протяженностью 1,8 км.  Объем перевозки пассажиров превысил один миллион человек в сутки.  11 апреля. Начался перевод управления электропоездами одним машинистом без помошника. |
| **1970 год** | 21 декабря. Введен в эксплуатацию участок Невско-Василеостровской линии от станции “Площадь Александра Невского” до станции “Ломоносовская” протяженностью 6,15 км. |
| **1971 год** | Начато внедрение системы автоматического и дистанционного управления эскалаторами.  Январь. Межведомственная комиссия Государственного комитета СМ СССР по науке и технике приняла в постоянную эксплуатацию автоматическую систему управления ведения поездов на Московско-Петроградской и Невско-Василеостровской линиях. |
| **1972 год** | 12 декабря. Введен в эксплуатацию участок Московско-Петроградской линии от станции “Московская” до станции “Купчино” протяженностью 4,4 км. |
| **1973 год** | В тоннелях всех линий метрополитена во время движения поездов погашено освещение.  Закончено усиления тягового электроснабжения Кировско-Выборгской линии для пропуска 40 пар восьмивагонных составов и Московско-Петроградской - шестивагонных составов.  Переведены на телеуправление и телесигнализацию санитарно-технические устройства Кировско-Выборгской и Московско-Петроградской линий. |
| **1974 год** | Создан отдел автоматизированных систем управления метрполитеном. |
| **1975 год** | 22 апреля. Введен в эксплуатацию участок Кировско-Выборгской линии от станции “Площадь Ленина” до станции “Лесная” протяженностью 3,49 км.  31 декабря. Введен в эксплуатацию участок Кировско-Выборгской линии от станции “Лесная” до станции “Академическая” протяженностью 5,26 км.  Принят в эксплуатацию новый вагон дефектоскоп, изготовленный на базе вагона серии Е и контролирующий сразу две рельсовые нити. |
| **1976 год** | Декабрь. Государственной комиссией принята в эксплуатацию комплексная система автоматического управления поездами на линии.  На станции “Технологический институт” смонтирована первая телевизионная установка для обзора эскалаторов и среднего зала. |
| **1977 год** | 29 сентября. Введен в эксплуатацию участок Кировско-Выборгской линии от станции “Автово” до станции “Проспект Ветеранов” протяженностью 3,62 км. |
| **1978 год** | 29 декабря. Введен в эксплуатацию участок Кировско-Выборгской линии от станции “Академическая” до станции “Девяткино” протяженностью 4,32 км.  Закончен перевод управления всех линий машинистами без помощников. |
| **1979 год** | 28 сентября. Введен в эксплуатацию участок Невско-Василеостровской линии от станции “Василеостровская” до станции “Приморская” протяженностью 2,36 км.  Начато оснащение линий М. охранно-пожарной сигнализацией. |
| **1980 год** | Все станции оснащены световыми информационными указателями и пиктограммами. |
| **1981 год** | 9 сентября. Введен в эксплуатацию участок Невско-Василеостровской линии от станции “Ломоносовская” до станции “Обухово” протяженностью 4,3 км.  Объем перевозки пассажиров превысил два миллиона человек в сутки. |
| **1982 год** | 4 ноября. Введен в эксплуатацию участок Московско-Петроградской линии от станции “Петроградская” до станции “Удельная” протяженностью 7,19 км. |
| **1983 год** | Прошла обкатка первого в стране вагона М. с асинхронным тяговым приводом. |
| **1984 год** | 28 декабря. Введен в эксплуатацию участок Невско-Василеостровской линии от станции “Обухово” до станции “Рыбацкое” протяженностью 3,23 км. |
| **1985 год** | 30 декабря. Введена в эксплуатацию первая очередь Правобережной линии от станции “Площадь Александра Невского” до станции “Проспект Большевиков” протяженностью 6,83 км. |
| **1986 год** | Принята в эксплуатацию первая очередь автоматизированной системой управления метрополитеном. |
| **1987 год** | 30 сентября. Введен в эксплуатацию участок Правобережной линии от станции “Проспект Большевиков” до станции “Улица Дыбенко” протяженностью 1,76 км. |
| **1988 год** | 19 августа Введен в эксплуатацию участок Московско-Петроградской линии от станции “Удельная” до станции “Проспект Просвещения” протяженностью 3,73 км. |
| **1989 год** | На Московско-Петроградской линии введен автоматический контроль параметров воздуха и автоматизированная система дистанционного управления тоннельной вентиляцией. |
| **1990 год** | Задействован вагон-габаритометр, выполненный силами ПКТБ и службы пути на базе вагона серии “ЕМ”. |
| **1991 год** | 30 декабря. Введен в эксплуатацию участок Правобережной линии от станции “Площадь Александра Невского 2” до станции “Садовая” протяженностью 4,69 км |
| **1992 год** | Кировско-Выборгская и Невско-Василеостровская линия оборудованы системой автоматического контроля параметров воздуха. |
| **1993 год** | Начаты испытания первого в стране поезда метрополитена с асинхронным тяговым приводом. |
| **1994 год** | Начало оснащения станций системой электронных платежей с использованием магнитных карточек. |
| **1997 год** | 15 сентября. Введен в эксплуатацию участок Правобережной линии от станции “Чкаловская” до станции “Спортивная” |
|  |  |

# Литература

# 

*Л ю б о ш Г. А., Ленинградский метрополитен имени В. И. Ленина., Лениздат 1980.*

*Большая советская энциклопедия., Москва, Советская энциклопедия 1974.*

*А. М. Баскаков и др., Метрополитен Ленинграда Страницы истории, АО “Иван Федоров” 1995.*

*Юный Техник, №12 декабрь 1990.*

*С. М. Серпкокрыл, Ленинград достопримечательности, Лениздат, 1975*

*В. Шварц, Ленинград , государственное издательство “Искусство” 1956*

*Калейдоскоп №4 1998*

*Весь Петербург - 95, отпечатано в Финляндии в концерне “TURUN SANOMAT OY” г. Турку 1994*