



А. А. КОЧЕТКОВ

МОСКОВСКИЙ МЕТРОПОЛИТЕН



АВАРИЙНОСТЬ, ПРОБЛЕМЫ,
ПЕРСПЕКТИВЫ

А. А. Кочетков

**Московский метрополитен.
Аварийность,
проблемы, перспективы**

«Эдитус»

2020

Кочетков А. А.

Московский метрополитен. Аварийность, проблемы, перспективы /
А. А. Кочетков — «Эдитус», 2020

ISBN 978-5-00149-423-2

В монографии проводится анализ статистических данных по динамике аварий и сбоев Московского метрополитена. Для каждой линии метро рассчитаны следующие показатели: среднее время ожидания сбоя, среднее число сбоев в месяц, интенсивность потока сбоев, интенсивность восстановления после сбоя. Составлена эмпирическая функция распределения динамики сбоев, доказывающая, что вероятность сбоев в метро возрастает во второй половине календарного месяца в сравнении с первой половиной. На основе эмпирической функции распределения сбоев приведены конкретные «аварийные» даты календарного месяца, на которые приходится наибольшее количество технических отказов. Приведены общие показатели функционирования метро в целом (без разреза по линиям), такие как общее годовое количество сбоев, среднее время работы без сбоев, среднее время восстановления после сбоя, а также вероятность бесперебойной работы. Предложены отдельные нормативные показатели оценки динамики сбоев по линиям метро, которые позволяют анализировать разную степень аварийности за неделю и за месяц. Разработана и предложена эффективная модель управления метрополитеном, включающая создание единой доступной информационной базы по сбоям и авариям, а также расчёт краткосрочных и долгосрочных прогнозов аварий на основе статистических и математических методов. Представлены отдельные рекомендации по совершенствованию структуры служб Московского метрополитена и даны отдельные предложения по созданию дополнительных подразделений метро.

ISBN 978-5-00149-423-2

© Кочетков А. А., 2020

© Эдитус, 2020

Содержание

Обращение к читателям	6
Предисловие	7
Введение	10
Глава 1	15
§ 1.1. Теоретические предпосылки аварийности в метро	15
§ 1.2. Структура Московского метрополитена	22
Конец ознакомительного фрагмента.	26

А. А. Кочетков

Московский метрополитен: аварийность, проблемы, перспективы

Обращение к читателям

Монография «Московский метрополитен: аварийность, проблемы, перспективы» представляет собой вызывающее интерес осмысление причин катастроф, которые произошли в московской подземке за последние годы.

Собранный обширный статистический материал по динамике технических отказов заставляет задуматься об устойчивых закономерностях, следствием которых являются неизбежные аварии, а также о конкретных мерах по их повторному недопущению. Цель – не напугать читателя авариями в метро, а развить аналитические способы контроля, чтобы их избежать. То есть эта книга нужна специалистам прежде всего.

В монографии приведён ряд показателей, рассчитанных с позиции теории массового обслуживания и имеющих значение для оценки эффективности работы метро в целом. В частности, интенсивность сбоев за месяц, среднее время ожидания сбоя на линии, интенсивность восстановления линии и вероятность бесперебойной работы.

Прикладной аспект данного исследования сводится к созданию и внедрению эффективной модели прогнозирования аварий в метро на основе математических моделей. В монографии фигурируют, например, модели, построенные на основе теории хаоса, которые можно применить при описании недельной и месячной аварийной динамики.

Основная цель монографии – побудить взглянуть на метро с точки зрения обеспечения безопасности пассажиров, применяя необходимые меры и алгоритмы, способные снизить риски аварий.

Разумеется, некоторые предлагаемые идеи в монографии являются дискуссионными, они не отточены с точки зрения моделирования и вероятностной математики. Отдельные предложения, касающиеся повышения степени информированности работников метро в плане инструктажа о возможной аварийности, а также обеспечение их дополнительным оборудованием и особенно программным обеспечением являются актуальными в свете решения вопросов по цифровизации работы транспорта.

Думаю, что монография будет интересна специалистам, работникам метрополитена, техническим работникам, руководству метро, транспортникам.

О. С. Сухарев Гл. н. с. ИЭ РАН, экономист, инженер-механик-исследователь

Предисловие

Довольно длительное время Московский метрополитен является печальной ареной далеко не самых «радужных» событий: переполненные вагоны, давка и толкотня в переходах, неработающие эскалаторы, неисправные турникеты, нарушение графика движения поездов. Динамика таких негативных явлений не только не улучшилась, а, наоборот, ухудшилась, превратившись, к глубокому сожалению, в устойчивую закономерность, игнорировать которую больше не представляется возможным. Главным недостатком метро стали частые задержки и досадные инциденты на линиях. Причём о многих из них не всегда оперативно доводится информация до потенциальных пассажиров. На помощь приходят социальные сети и телеграм-канал. Но и они не являются панацеей, так как часть информации о сбоях и авариях до нас просто не доходит.

Таким образом, напрашивается вполне логичный вопрос: а можно ли заранее предсказать будущую аварию или сбой, который произойдёт на той или иной линии? Подчиняются ли инциденты метро определённому статистическому закону? Имеет ли место статистическая устойчивость? Разумеется, мы не можем знать всех факторов, которые влияют на бесперебойность движения метро, но можно выделить основные причины, которые в основном определяют аварийность. Многие из этих факторов напрямую связаны с *теорией надёжности и теорией массового обслуживания*.

Определить такие факторы возможно только после детального анализа статистики сбоев московского метро через призму статистических методов. И уже на этой основе можно будет построить эффективную модель, которая бы на 80–90 % прогнозировала бы аварии.

Динамика сбоев также вписывается в теорию катастроф. Теория катастроф блестяще изложена такими гениями, как Арнольд, Хасслер Уитни и Рене Том. Но простому обывателю совершенно неинтересны дифференциальные уравнения, описывающие «сборку», «седло», «бабочку» и т. д. Простой обыватель прагматичен: ему важно знать, когда именно произойдёт катастрофа, с указанием конкретного дня, времени и часа. Что касается конкретного дня, то становится возможным предсказать аварию в метро, если опираться на линейные и нелинейные модели, и особенно на статистические закономерности временных рядов.

Сделаем небольшое лирическое отступление.

Люди всегда искали способ предсказывать будущее, чтобы избежать риска ущерба или гибели не только для себя, но и для своих близких.

Прорицатели, маги, астрологи, теологи могли предвидеть будущее чисто интуитивно, на уровне озарения. Великие мистификаторы, такие как Калиостро (персонаж романа А. Дюма «Жозеф Бальзамо»), утверждали, что жили лет 1000, и заверяли собеседников, что отлично управляют случайностями. Причём Калиостро не был ни математиком, ни даже физиком и вряд ли мог на грифельной доске начертить примитивные дифференциальные уравнения, которыми описываются движения материальной точки в трёх координатах. Месмер утверждал, что изобрёл «живой магнетизм», и верил в его чудодейственную предсказательную силу. Лаплас же, наоборот, свято верил в детерминизм, то есть в то, что если знать начальные условия, то можно определить положение тела во времени и пространстве, которое будет отнюдь не случайным.

Так что же представляют собой эти случайности? Почему они происходят именно в определённые дни, а не в другие? Отчего некоторые дни являются удачными для ведения бизнеса, переговоров, дружеских встреч и знакомств, а другие, наоборот, неблагоприятными и разочаровывающими. Разумеется, на человека воздействует множество факторов (начиная с природных, а заканчивая факторами личного характера), которые определяют не только его судьбу, но и каждодневное поведение.

Но что, если рассмотреть множество таких поведений (людей) подобно множеству точек (событий) на плоскости. Закон больших чисел говорит о том, что поведение множества случайных событий почти утрачивает свой непредсказуемый характер (при условии большого количества испытаний), и можно определить устойчивое среднее значение.

Со времён Лапласа мир представлялся собой детерминистским. То есть если нам известно начальное положение точки, её скорость и масса, то мы можем легко вычислить траекторию движения. Сегодня даже старшеклассник вполне может справиться с уравнением движения падающего яблока, включающего координату $x(t)$ и $y(t)$. Позже в теории хаоса Эдвард Лоренц показал зависимость от начальных условий и построил свой знаменитый аттрактор¹, моделирующий воздушные потоки.

На данный момент детально разработаны модели по прогнозированию движения материальных объектов, и в этом смысле можно предсказать положение объекта в каждый последующий момент времени. Более того, созданы великолепные прикладные программы MATLAB и WOLFRAM, которые способны достоверно прогнозировать самые сложные процессы. Таким образом, от человека требуется лишь одно: задать правильные начальные данные, сверстать массив информации и выбрать верную модель для расчёта; всё остальное за нас сделает компьютер.

И всё-таки каков закон распределения неблагоприятных событий? Я имею в виду таких, как глобальные катаклизмы, аварии на транспорте, террористические акты. Можно ли предвидеть, когда они произойдут?

Нормальный закон распределения может лишь предсказать с определённой долей вероятностей наступление тех или иных катаклизмов, да и то лишь при условии, если наиболее полно собраны экспериментальные данные. Даже если мы рассчитаем математическое ожидание, дисперсию и среднеквадратичное отклонение, невозможно точно предсказать, когда именно случится очередная серьёзная авария или крупное крушение. Террористический акт 11 сентября всем показал всю непредсказуемость катастроф, которые нельзя предугадать даже при условии всецелой осведомлённости. Но что, если сама дата катастрофы имеет значение и подчинена определённому закону распределения?

Другой пример. Возьмём статистику, дающую представление о 100 крупнейших авиакатастрофах во всём мире. Можно увидеть, что дата – 11 число – появляется не менее 8 раз, то есть составляет почти 10 % от общего числа аварий. Однако авиакатастрофы со статистической точки зрения имеют совсем другие характеристики (математическое ожидание, дисперсия, и т. д.) в отличие от террористических актов.

Интуитивно можно предположить, что у каждой аварии (катастрофы) есть свой собственный закон распределения, от которого зависит частота наступления события.

Итак, можно ли предсказать, в какой именно день произойдёт то или иное неблагоприятное событие? Ведь людям не нужны ни громоздкие формулы, ни вероятности, им нужен чёткий ответ: где и когда? И желательно без формул и громоздких расчётов. В настоящей монографии на примере сбоев метро и построения модели прогнозирования аварий с позиции теории массового обслуживания и теории хаоса можно получить ответ на этот вопрос. Можно построить несколько моделей, на основе которых можно определить точную дату сбоя.

Почему метро?

Метро – это основа транспортной системы столицы. В последние годы количество инцидентов неуклонно растёт. И это заставляет задуматься не только о профилактических работах, но и о комплексной программе реконструкции всей инфраструктуры московской подземки.

В конце концов метро – это искусственная система, созданная человеком. И работает она и развивается в соответствии со статистическими закономерностями. Здесь можно при-

¹ Компактное множество фазового пространства динамической системы.

вести теорию надёжности, теорию массового обслуживания и статистику. Многие вычисления строятся на асимптотическом приближении аварий к определённым датам. Можно доказать: аварии устойчиво приближаются к определённым датам в начале месяца (5–6 числа) и затем вновь возвращаются к ним 20–21 числа.

Таким образом, в определённой динамической системе (будь то метро, железная дорога или авиация) можно усмотреть весьма чёткие закономерности, которые с учётом всех погрешностей дают ответ на вопрос: в какое время и когда именно могут произойти те или иные разрушения? Предупреждён – значит вооружён. К сожалению, факты говорят о том, что метро не готово сегодня к катастрофам, которые возникают. Это свидетельствует о том, что знать, когда произойдёт сбой или серьёзная авария, явно недостаточно для предотвращения жертв, главное – это оперативная готовность служб метро к комплексу немедленных действий. Только слаженные, грамотные и отработанные до автоматизма мероприятия могут являться залогом того, что авария будет устранена с наименьшим ущербом. Как будет доказано выше, среднее время восстановления после серьёзной аварии в метро составляет около 3,5 часа, а среднее время восстановления после «обычного» сбоя с задержкой в туннеле – 1 час.

В связи с этим возникает естественное желание иметь соответствующее информационное обеспечение и типовой набор правил для всех без исключения работников метро.

Всё это может рассматриваться в рамках создания единой эффективной модели управления метро, включающей *ежесекундный мониторинг аварийного трафика метро и других характеристик системы, которые определяют надёжность московского метро.*

Введение

Московский метрополитен – один из важнейших элементов транспортной инфраструктуры, на долю которого ежегодно приходится более 60 % всех пассажироперевозок нашей столицы². Московский метрополитен – это уникальная «подземная» артерия, обеспечивающая оперативное перемещение значительного числа пассажиров по всему городу.

За последние годы аварии и сбои, происходящие в Московском метрополитене, чётко обозначили проблему необходимости повышения эффективности управления московской подземкой и введения дополнительных мер по обеспечению безопасности. Безаварийное управление метрополитена напрямую зависит от таких параметров, как регулярность движения и надёжность (бесперебойность) работы, которые обеспечиваются соответствующими службами метро. Любое нарушение поездом графика движения ведёт к *сбою*³, который провоцирует «коллапс» на всей ветке и отражается в целом на других «артериях метро», вызывая негативные последствия. Согласно данным из открытых источников (СМИ, Интернет, twitter metro), за прошедшие 10 лет произошло более 600 сбоев в московском метро. За 2019 год в подземке произошло около 300 внештатных ситуаций⁴, которые были вызваны самыми различными факторами, начиная с технических отказов и заканчивая инцидентами с неадекватными пассажирами.

В частности, 15.01.2019 на Люблинско-Дмитровской линии произошло затопление, которое привело к закрытию трёх станций. Особо стоит отметить серьёзную аварию 21.05.2019, происшедшую на Солнцевской линии, когда пассажиры провели в тоннеле более 3 часов, и инцидент 23.05.2019 на Серпуховско-Тимирязевской линии, связанный с неисправным составом.

В связи с этим необходимо принять конструктивные и действенные меры по обеспечению и предотвращению технических *сбоев и аварий*⁵ московского метро.

Президент и Правительство Российской Федерации утвердили Транспортную стратегию развития Российской Федерации до 2030⁶, которая ориентирована на стимулирование и развитие транспортных процессов в стране, в частности на повышение эффективности функционирования метрополитена.

Программа развития Московского метрополитена была принята в 2011 году, и в соответствии с её реализацией в 2020 году должно быть построено 78 новых станций и проложено 160 км рельсов.

Московский метрополитен представляет собой одну из сложнейших механических систем, созданных человеком. С одной стороны, московская подземка – это транспортная сеть, включающая сеть депо, парк поездов, подстанции с электроустановками, стрелочные приводы и т. п. С другой стороны, метрополитен – это единый технический агрегат с единым «живым» механизмом в форме «металлических шестерёнок» и «интеллектуальным пультом управления», который задаёт звеньям цепи определённую чёткость и соразмерность, слаженность и

² Электронный ресурс. Режим доступа: <https://www.mos.ru/mayor/themes/2299/5344050/> (дата обращения: 01.07.2019).

³ Под сбоем подразумевается остановка поезда в тоннеле более 2 минут, связанная с нарушением штатного графика движения состава.

⁴ Данные взяты из открытых источников: <https://twitter.com/metrooperativno?lang=ru>, а также из электронного ресурса. Режим доступа: <http://mosday.ru/news/tags.php?metro> (дата обращения: 02.07.2019).

⁵ Под аварией подразумевается сбой, который подразумевает не только нарушение графика движения поезда, но и нанесение значительного ущерба инфраструктуре метро (повреждение тоннелей, стрелочных приводов, трансформаторов, semaфоров и др.).

⁶ Электронный ресурс. Режим доступа: <https://www.mintrans.ru/documents/2/1009> (дата обращения: 02.07.2019).

оперативность. Неправильный ход «одной шестерёнки» немедленно влияет на всю сеть в целом и приводит к *сбою*.

Московский метрополитен может быть представлен также в форме динамической системы, которая соответствует определённому типу математической модели. В такой модели определяющими параметрами являются: «вероятность бесперебойной работы метро», «среднее время работы до сбоя», «среднее время восстановления после сбоя» и т. д. Таким образом, подобная модель позволит спрогнозировать количество сбоев, которые могут произойти в ближайшем будущем, и поможет соответствующим службам метрополитена построить правильный график «внештатных ситуаций». В рамках подобной модели станет привычным предсказание сбоев и аварий, которые происходят на каждой линии Московского метрополитена с определённой устойчивой интенсивностью.

Отдельное внимание должно быть уделено крупным катастрофам, которые, в отличие от сбоев, не только провоцируют столпотворения на станциях и давку в вагонах и переходах, но и наносят серьёзный ущерб инфраструктуре метро, то есть повреждают стены тоннелей, шпалы, стрелочные приводы, трансформаторы и др.

На основе статистических данных за последние 20 лет можно провести моделирование интенсивности наступления тяжёлых аварий и рассчитать вероятность их наступления в конкретном периоде времени.

Для обеспечения эффективной и бесперебойной работы метро необходимо разработать целый комплекс внутренних мер по повышению безопасности пассажироперевозок. Этот комплекс мер может включать в себя как внеплановое закрытие на ремонт «проблемных участков», так и создание дополнительных служб по немедленному реагированию.

В настоящее время неоспоримым является сам факт износа и старения части инфраструктуры метро, которая непосредственно связана как с подачей электроэнергии, так и со стыковочными механизмами. Например, на Таганско-Краснопресненской линии долгое время подвижной состав был представлен вагонами типа «Еж-3», «Еж-6» и «Ем-508Т» (выпуска 1973–1979 гг.), и только в 2020 году планируется полное выведение из эксплуатации устаревших вагонов с заменой на новейшие вагоны 81–765/766/767 «Москва».

Другой проблемой является износ рельсов и шпал, которые необходимо заменять особенно на таких старейших линиях метро, как Сокольническая.

В рамках этих условий особую важность приобретает адекватный анализ реальной аварийности метро и профилактики предотвращений крупных аварий и катастроф.

Эффективность работы метро будет включать в себя как оценку комплексной программы модернизации составов московского метро и обновление его инфраструктуры, так и перечень конкретных мероприятий по созданию принципиально новой системы безопасности, которая способна значительно уменьшить сбой на линиях, а также снизить затраты на модернизацию.

Однако детальное рассмотрение аварийности такой сложной и многогранной механической системы, как метрополитен, является весьма громоздкой и системной задачей, успешное решение которой жидется на достоверном анализе многочисленных аспектов: технических, финансовых и экономических.

Широкий спектр дискуссионных моментов, связанных с модернизацией московского метро и строительством новых линий, новые проблемы безопасности пассажиров, новые возникающие риски – всё это становится особо актуальным и востребованным для полноценного представления Московского метрополитена как единого, самостоятельного и целостного механизма.

Для снижения аварийности необходимо прежде всего создать результативную модель управления, которая будет основана на математическом моделировании возникновения рисков и реализации мероприятий по профилактике их предупреждения, что существенно позволит снизить риск возникновения ущерба.

В процессе исследования автор опирался на работы Гречко М.⁷, Наумова М. С.⁸, Цветковой Е. А.⁹, Поляк Г. Б.¹⁰, Софронова А. И.¹¹, а также Царенко А. П. и Фёдорова Е. А.¹²

В частности, один из первых статистических анализов движения метро в плане пассажироперевозок был приведён в монографии Г. Б. Поляк и Е. В. Софроновой «Генеральный план и бюджет Москвы».

К сожалению, сегодня отсутствуют углублённые исследования, которые бы охватывали полный спектр статистических данных по работе Московского метрополитена.

Статьи и монографии, изданные за последние 10–15 лет, не касаются анализа динамики аварий и не используют аппарат статистики, ограничиваясь лишь описанием эстетической составляющей московского метро (конструкционные особенности оформления станций, установка барельефов и т. д.), или же зачастую включают подробную описательную характеристику инфраструктуры. Также надо отметить полное отсутствие диссертационных исследований по данной тематике.

Таким образом, требуется дальнейшее исследование широкого спектра проблем, включающее анализ наиболее применяемых эконометрических моделей, изучение особенностей возникновения разных типов рисков, особенно тех, которые имеют нелинейный характер возникновения, а также создание единой централизованной модели управления рисками на метрополитене.

Предметом исследования являются процессы, связанные с аварийностью Московского метрополитена, процессы анализа степени аварийности всех линий метро, а также влияние аварийности на систему метро в целом.

Объектом исследования является Московский метрополитен и его система обеспечения безопасности в процессе функционирования.

Целью настоящей монографии является разработка теоретических и методических положений анализа системы метро на основе использования эффективной модели прогнозирования и предупреждения аварийных сбоев с помощью инструментальных средств, повышающих безопасность движения.

Цель исследования предопределила логику исследования и спектр решаемых задач:

1. Проанализировать современное состояние Московского метрополитена, оценить эффективность работы отдельных служб и отделов, а также систематизировать новые возникающие проблемы метро.

2. Исследовать возможность и целесообразность введения оптимальной модели управления на основе прогнозирования аварий и сбоев путём статистического анализа основных показателей работы метрополитена.

3. Разработать адекватную модель управления Московским метрополитеном, которая позволяет реально рассчитать месячное количество сбоев, среднее время восстановления и среднее время ожидания сбоя по каждой линии подземки.

4. Расширить спектр показателей эффективности управления Московским метрополитеном, что позволит более тщательно рассчитать общую результативность управления системой.

⁷ Гречко М. Легенды московского метро. М., 2014. 320 с.

⁸ Наумов М. С., Кусый И. А. Московское метро. М.: Вокруг света, 2006. 406 с.

⁹ Цветкова Е. А. Статистический анализ работы Московского метрополитена (динамика общих экономических показателей) Электронный ресурс. Режим доступа: <https://creativeconomy.ru/lib/8776> (дата обращения 25.05.2020)

¹⁰ Поляк Г. Б., Софронова Е. В. Генеральный план и бюджет Москвы. М., 1973.

¹¹ Сафронов А. И. Анализ планового графика движения пассажирских поездов Московского метрополитена / А. И. Сафронов, Пью Хтет Вин // Неделя науки – 2011: тр. науч. – практ. конференции. М.: МИИТ, 2011.

¹² Царенко А. П., Фёдоров Е. А. Московский метрополитен имени В. И. Ленина. Справочник-путеводитель. М.: Транспорт, 1979. 255 с.

В данной монографии метро рассматривается в основном с точки зрения теории массового обслуживания¹³. В этом случае метро может быть рассмотрено как многоканальная система с отказами. В качестве каналов будут выступать линии метро, а под отказами будем подразумевать сбои и аварии.

Дадим некоторые определения, которые непосредственно будут связаны с расчётами в последующих главах настоящего исследования.

Сбой (авария) – остановка поезда в тоннеле более 2 минут, связанная с нарушением штатного графика движения состава метро и приводящая к скоплению пассажиров на станции. (Ед. измерения: 1...n раз, n – кол-во сбоев.)

Интенсивность потока (сбоев) аварий – λ — частота появления аварий на линии метро. (Ед. измерения: сбой/день, сбой/час.)

Среднее время ожидания сбоя (аварии) – $1/\lambda$ ¹⁴ — среднее время, за которое происходят сбои на конкретной линии метро (часы). (Ед. измерения: часы, дни.)

Интенсивность восстановления после сбоя (аварии) – μ — эффективность восстановления линии после аварии. (Ед. измерения: восстановление после 1 сбоя/час.)

Среднее время восстановления после сбоя (аварии) – $1/\mu$ — среднее время восстановления линии метро после очередного сбоя (часы). (Ед. измерения: восстановление работы линии после последнего сбоя за ед. времени.)

Вероятность безотказной работы метро (как системы в целом, так и отдельных линий): $p(t)=e^{-\lambda t}$; t – время, прошедшее с момента последнего сбоя, а λ – интенсивность отказов. (Ед. измерения: проценты.)

Отказ механизмов метро — выход из строя любого технического устройства метро, который не только связан с подвижным составом поездов, но и относится непосредственно к инфраструктуре (тоннелю, эскалатору и т. д.) (Ед. измерения: 1...n раз, n – кол-во отказов.)

Катастрофа в метро — происшествие, наносящее серьёзный ущерб метро и влекущее частичное разрушение инфраструктуры или разрушение, связанное с человеческими жертвами (Ед. измерения: 1...n раз, n – кол-во катастроф.)

Надо отметить, что указанные выше показатели можно рассчитать на основе эмпирических данных, полученных из СМИ и Интернета.

Основной информационной базой для получения сведений об авариях и инцидентах являются следующие источники:

- twitter metro (<https://twitter.com/metrooperativno?lang=ru>),
- телеграм-канал (<https://tgram.ru/channels/metrooperativno>),
- метро (<http://mosday.ru/news/tags.php?metro>).

Допущение 1

Совершенно очевидно, что значительная часть информации о происходящих сбоях и отказах не попадает ни в СМИ, ни в Интернет. Таким образом, в условиях информационной асимметрии некоторые показатели деятельности метро могут быть рассчитаны с незначительными погрешностями. Тем не менее они отражают реальную картину происходящих событий.

Допущение 2

Поток аварий метро считается:

– стационарным (вероятность появления k аварий на любом промежутке времени зависит только от числа k и от длительности временного промежутка t и не зависит от начала его отсчёта);

¹³ Хинчин А. Я. Работы по математической теории массового обслуживания. М.: Изд. стереотип. URSS, 2019. 240 с.

¹⁴ Этот показатель равен средней наработке на отказ (MTBF) согласно теории надёжности.

– ординарным (вероятностью наступления за элементарный промежуток времени более одной аварии можно пренебречь по сравнению с вероятностью наступления за этот промежуток не более одной аварии (то есть вероятность одновременного появления двух и более аварий равна нулю));

– «без последствий» (вероятность появления к аварий на любом промежутке времени не зависит от того, происходили или не происходили аварии в моменты времени, предшествующие началу рассматриваемого промежутка)¹⁵.

Таким образом, поток аварий в метро можно считать пуассоновским¹⁶.

¹⁵ Лифшиц А. Л., Мальц Э. А. Статистическое моделирование систем массового обслуживания. М.: Сов. радио, 1978. 248 с.

¹⁶ Вентцель Е. С., Овчаров Л. А. Теория вероятностей и её инженерные приложения. 2-е изд. М.: Высшая школа, 2000. С. 135.

Глава 1

Сущность и структура московского метро

§ 1.1. Теоретические предпосылки аварийности в метро

Прежде всего дадим общее определение аварийности. Согласно энциклопедии статистических терминов, понятие «аварийность на транспорте» – это показатель, характеризующий распространённость и травматичность транспортных происшествий¹⁷.

Для анализа и оценки аварийности на транспорте используются показатели статистического учёта, которые в разной степени отражают объём нанесённого ущерба с учётом определённого числа раненых и погибших. Учитывая особенности различных видов транспорта, показатели аварийности подразделяют:

- по видам произошедших событий (сход с рельсов, наезд, опрокидывание, столкновение и т. д.);
- по видам транспортировок (пассажирские, грузовые);
- по причинам возникновения (использование неисправных транспортных средств, неудовлетворительное состояние дорожного (железнодорожного) полотна);
- в соответствии с формой собственности (коммерческая, муниципальная, государственная, смешанная форма и т. д.)¹⁸.

Теперь перейдём к определению метрополитена.

Метро – один из видов железнодорожного транспорта, на долю которого приходится более трети всех грузо- и пассажироперевозок¹⁹.

Метрополитён (от фр. *métropolitain*, сокр. от *chemin de fer métropolitain* – «столичная железная дорога») – это подземная (внеуличная) городская железная дорога с курсирующими по ней маршрутными поездами для перевозки пассажиров, инженерно отделённая от любого другого транспорта и пешеходного движения²⁰.

В 1981 году Комитет метрополитенов МСОТ²¹ предложил такое определение метрополитеновской железной дороги: «железная дорога, предназначенная быть составной частью сети, позволяющей перевозить большие количества пассажиров в пределах урбанизированной зоны посредством транспортных средств на рельсах с внешним управлением, находящаяся в пространстве, целиком или частично расположенном в тоннелях и безраздельно отданном под такое использование»²².

Согласно Швандалю, признаками метрополитена являются то, что он:

- используется в урбанизированной местности (в городах и городских агломерациях);
- работает на электротяге;

¹⁷ Исследование по аварийности на пассажирском транспорте. Национальный союз страховщиков ответственности [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.nss.ru/news/4020/> (дата обращения: 01.07.2019).

¹⁸ Энциклопедия статистических терминов. М.: Федеральная служба государственной статистики, 2013.

¹⁹ Электронный ресурс. Режим доступа: http://www.gks.ru/bgd/regl/b10_55/IssWWW.exe/Stg/02-07.htm (дата обращения: 01.01.2020).

²⁰ Электронный ресурс. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/метрополитен1> (дата обращения: 01.01.2019).

²¹ Международный союз общественного транспорта (МСОТ, фр. *Union Internationale des Transports Publics, UITP*) – это крупная международная организация, объединяющая более 1600 городских и региональных компаний: транспортных операторов городских и пригородных пассажирских перевозок, производителей подвижного состава и исследовательских организаций из 99 стран мира всех континентов. Режим доступа: <https://www.uitp.org/all-members> (дата обращения: 14.02.2019).

²² Электронный ресурс. Международный союз общественного транспорта. Режим доступа: <https://uitp.org> (дата обращения: 01.02.2019).

- полностью отделён от любого другого движения;
- работает часто (с рабочим интервалом в дневное время не более 30 минут)²³.

Московский метрополитен – это уникальная «подземная» артерия, обеспечивающая оперативную доставку большого количества людей из одного района Москвы в другой.

В последнее время аварии и сбои, происходящие в московской подземке, чётко обозначили проблему необходимости повышения эффективности управления метро как системой в целом и выявили необходимость введения дополнительных мер по обеспечению безопасности.

Оптимальное управление системой метро напрямую зависит от таких параметров, как регулярность движения и надёжность (бесперебойность) работы, которые обеспечиваются соответствующими службами метро. Любое нарушение поездом графика движения ведёт к сбою²⁴, который провоцирует «коллапс» на всей ветке и отражается в целом на других «артериях метро», вызывая негативные последствия.

Особое место занимают технические отказы оборудования, которые относятся ко всей системе метро в целом. В этом смысле отказы отличаются от сбоев тем, что они распространяются на каждый элемент инфраструктуры метро, включая эскалатор, шестерёнку в механизме, дверь в вагоне и т. д. К сожалению, в отчётах метро нет статистических данных об отказах за каждый год. Однако в 2013 году в аналитической сводке всё же приводится число отказов, равное 2111 (за 2012 год)²⁵.

В этих условиях особую важность приобретает адекватный анализ реальной аварийности метро и профилактики предотвращений крупных аварий и катастроф.

Отметим наиболее важные причины возникновения аварийности в московском метро. Они делятся на внутренние и внешние.

Внутренние причины связаны с самой системой метро и её функционированием:

- износ составляющих элементов (кабелей, электрических приводов, стрелок и т. д.);
- устаревание моделей вагонов и несвоевременное оснащение линий новыми вагонами;
- оседание рельса в тоннелях вследствие размывания почвы;
- протекание и затопление из-за дождевых потоков;
- человеческий фактор (халатность, работа в «две смены» и т. д.);
- отсутствие эффективных положений и правил на случай аварии;
- плохая координация «восстановительных работ» при аварии;
- особенности рельефа отдельных линий метро (например, на БКЛ) и вследствие этого

затруднение эвакуации людей из тоннеля;

- уровень квалификации и оперативность реагирования «аварийных бригад»;
- состояние трансформаторных подстанций метро;
- состояние эскалаторного полотна;
- состояние переходов между станциями.

Внешние причины:

- зацепинг;
- падение людей на рельсы;
- акты вандализма в вагонах и на станциях;
- теракты;
- вынужденные закрытия станций вследствие ремонта или митинга;

²³ Электронный ресурс. Роберт Швандаль. Режим доступа: <http://www.urbanrail.net/about.htm#definition> (дата обращения: 15.03.2020).

²⁴ Под сбоем подразумевается остановка поезда в тоннеле более 2 минут, связанная с нарушением штатного графика движения состава.

²⁵ Портал для специалистов транспортной отрасли. Транспорт Российской Федерации. Динамика аварийности московского метро. Интервью И. С. Беседина «Российской газете». Режим доступа: <http://www.rostransport.com/article/2168/> (дата обращения 01.04.2020)

– недостаток средств на капитальное обновление инфраструктуры метро;
Отдельные виды технических аварий приведены в таблице 1.

Таблица 1
Виды технических аварий метро

1	Неисправность системы сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ)
2	Перебои системы электроснабжения на подстанциях
3	Возгорание в подсобных помещениях
4	Поломка подвижного состава
5	Неисправность путевых устройств (излом рельса, неисправность контактного рельса)
6	Возгорание кабелей в тоннелях
7	Неисправность в системе вентиляции
8	Падение деревьев на пути
9	Обрушение тоннелей
10	Неисправность эскалаторных и подъёмных механизмов

* Источник/Source: составлено на основе данных из открытых источников.

Важно отметить, что статистика по сбоям и авариям Московского метрополитена ведётся только с 1974²⁶. До этого времени, вероятно, считалось, что в московском метро не происходит никаких происшествий.

Ниже приводим данные по сбоям Московского метрополитена (по каждой из 11 линий).

Таблица 1.1
Динамика сбоев в московском метро с 2008 по 2018 год (в разрезе линий)

²⁶ Аварии в Московском метрополитене [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/Аварии_и_тер-акты_в_Московском_метрополитене (дата обращения: 05.06.2018).

Линии	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Арбатско-Покровская	5	6	8	11	6	3	5	4	6	3	18	33
Бутовская	0	0	1	0	0	0	0	0	3	1	3	2
Замоскворецкая	10	5	4	9	5	8	4	5	6	9	28	46
Калининско-Солнцевская	0	1	1	2	6	4	4	3	3	4	5	19
Калужско-Рижская	8	4	5	10	8	3	6	6	8	8	29	32
Кольцевая	4	3	3	6	6	5	3	3	2	2	4	18
Люблинско-Дмитровская	2	2	4	4	4	3	3	4	3	6	14	29
Серпуховско-Тимирязевская	7	4	5	7	7	10	6	5	4	12	17	33
Сокольническая	3	3	7	11	13	8	5	4	4	8	24	32
Таганско-Краснопресненская	6	5	8	5	14	14	8	7	9	26	47	51
Филёвская	0	4	6	5	2	3	3	3	4	3	6	6
Итого	45	37	52	70	71	61	47	44	52	82	195	304

* Источник/Source: рассчитано на основе данных из открытых источников, а также согласно статистике компании «Покровка-Финанс»²⁷. Calculated on the basis of data from open sources, as well as according to statistics Pokrovka-Finance.

Анализируя данные таблицы 1.1, мы видим, что рекордное количество сбоев в 2017 году приходится на Таганско-Краснопресненскую линию, являющуюся печальным «лидером» по задержкам. Второе «почётное» место принадлежит Серпуховско-Тимирязевской линии, третье – Замоскворецкой линии.

Что касается 2018 года, то за неполный год лидеры по количеству сбоев – это Таганско-Краснопресненская и Замоскворецкая линии.

Обнаруживается ли здесь определённая закономерность? К сожалению, по-прежнему «проблемными» линиями остаются Таганско-Краснопресненская и Серпуховско-Тимирязевская линии, и за 10 лет эта ситуация почти не изменилась; скорее всего, подобная «сбойная» негативная тенденция сохранится и в будущем. Внутренними причинами сбоев могут быть неисправные семафоры, зацепинг или особые конструкционные особенности туннелей²⁸. Например, не секрет, что в ряде случаев имеет место оседание рельсов, а также вымывание грунта²⁹.

Особенности конструкционных построек тоннелей уходят далеко в прошлое, когда технические проекты строительства метрополитена были одобрены ещё «Метростроем»³⁰. С пози-

²⁷ Электронный ресурс. Режим доступа: <https://www.finam.ru/files/news190913-01.docx> (дата обращения: 02.07.2018).

²⁸ Требования безопасности при маневровой работе, приёме и отправлении поездов. «По охране труда в хозяйстве перевозок федерального железнодорожного транспорта». Режим доступа: <http://www.businesspravo.ru/Docum/DocumShow.asp?DocumID=168067&DocumType=3> (дата обращения: 07.01.2020).

²⁹ Мосметрострой. Официальный сайт. Режим доступа: <https://www.metrostroy.com/press-center/newspaper/delo-tehniki/gotovim-ledovuyu-ogradu/> (дата обращения: 07.01.2020).

³⁰ Мосметрострой. Официальный сайт. Режим доступа: <https://www.metrostroy.com/projects/implemented/> (дата обращения: 07.01.2020).

ции текущего дня имеет место износ оборудования, в том числе силовых кабелей³¹, которые не всегда отвечают требованиям безопасности³².

Внешние причины сбоев не менее важны. К ним относится повреждение сваями тоннелей³³, нахождение пассажиров на рельсах по разным причинам, террористические акты³⁴.

Кроме этих сбоев, представляется целесообразным рассмотреть значительные аварии и катаклизмы в метро, которые принесли значительный ущерб инфраструктуре метро и повлекли за собой человеческие потери

График этих аварий представлен в таблице 1.2.

Таблица 1.2

Крупнейшие аварии и теракты в московском метро Largest accidents of Moscow Metro

№	Год	Линия метро	Причина
1	20.10.1974	Арбатско-Покровская	Пожар
2	08.01.1977	Арбатско-Покровская	Взрыв
3	15.04.1979	Замоскворецкая	Сход вагонов с рельсов
4	12.06.1981	Калужско-Рижская	Возгорание поезда
5	17.02.1982	Калининско-Солнцевская	Поломка эскалатора
6	20.04.1987	Замоскворецкая	Пожар
7	17.01.1994	Серпуховско-Тимирязевская	Пожар
8	30.03.1994	Серпуховско-Тимирязевская	Сход с рельсов

³¹ Беспрозванных А. В. Критерии оценки степени старения силовых кабелей с бумажно-пропитанной изоляцией. Текст статьи. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/kriterii-otsenki-stepeni-stareniya-silovyh-kabeley-s-bumazhno-propitannoy-izolyatsiyey> (дата обращения 08.01.2020)

³² Официальный ресурс. Московский метрополитен. Режим доступа: <http://gup.mosmetro.ru/o-metropolitene/transportation-security/> (дата обращения: 07.01.2020).

³³ Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.rbc.ru/society/22/01/2014/570416449a794761c0ce5dca> (дата обращения: 01.02.2018).

³⁴ Электронный ресурс. Режим доступа: http://nashemetro.ru/crash_bel.shtml (дата обращения: 03.08.2018).

9	31.03.1994	Серпуховско-Тимирязевская	Сход с рельсов
10	1996	Серпуховско-Тимирязевская	Повреждение стены депо
11	11.06.1996	Серпуховско-Тимирязевская	Взрыв
12	01.01.1998	Калужско-Рижская	Теракт
13	05.02.2001	Кольцевая	Взрыв
14	06.02.2004	Замоскворецкая	Теракт
15	31.08.2004	Калужско-Рижская	Взрыв
16	29.11.2004	Серпуховско-Тимирязевская	Столкновение поездов
17	25.05.2005	–	Авария энергосети
18	19.03.2006	Замоскворецкая	Несанкционированное забивание свай
19	25.06.2008	Серпуховско-Тимирязевская	Сход с рельсов
20	08.07.2008	Серпуховско-Тимирязевская	Пробитие шахты метро
21	29.03.2010	Сокольническая	Теракт
22	04.06.2010	Арбатско-Покровская	Падение дерева
23	26.10.2011	Замоскворецкая	Пожар
24	15.04.2012	Кольцевая	Авария на эскалаторе
25	05.05.2013	Таганско-Краснопресненская	Пожар
26	05.06.2013	Сокольническая	Пожар
27	11.06.2013	Серпуховско-Тимирязевская	Аварийное отключение
28	21.01.2014	Замоскворецкая	Несанкционированное забивание свай
29	15.07.2014	Арбатско-Покровская	Сход с рельсов
30	07.03.2016	Калужско-Рижская	Возгорание релейного шкафа
31	08.07.2016	Таганско-Краснопресненская	Возгорание
32	30.07.2019	Каховская линия	Столкновение поездов на уклоне

* Источник/Source: рассчитано на основе данных из открытых источников³⁵.

По данным таблицы 1.2 мы видим, что больше всего аварий и катастроф приходится на Серпуховско-Тимирязевскую ветку: за период с 1974 года по 2016 год зафиксировано 9 случаев, которые стали известны. Второе место по «значительной аварийности» занимает Замоскворецкая ветка – на ней произошло 6 значительных аварий за 40 лет. На третьем месте оказывается Арбатско-Покровская линия и Калужско-Рижская линия (4 крупнейшие аварии).

Приведём теперь общую классификацию сбоев метро в соответствии с различными критериями:

³⁵ Гарбер В. А. Нештатные ситуации при строительстве и эксплуатации Московского метрополитена за последние 40 лет // Метро и тоннели. 2014. № 3.

1) сбои технического характера, связанные с износом или старением инфраструктуры метро (старение кабелей, коррозия металлических сооружений и т. д.);

2) сбои, связанные с нахождением пассажиров на линии (падение на рельсы, зацепинг, неадекватное поведение);

3) сезонные сбои, которые «привязаны» к времени года, возникающие из-за неблагоприятной погоды или неблагоприятных внешних явлений (ливни, заморозки, эпидемии и т. д.);

4) сбои, связанные с форс-мажорными обстоятельствами, которые напрямую не связаны с техническими сбоями, но имеют отношение к внешней среде (террористические акты, взрывы и т. д.).

Надо отметить, что сбои технического характера являются предсказуемыми, но неустраняемыми. Оборудование в любом случае будет выходить из строя, это касается механизмов, которые расположены в туннелях: запирающие устройства, семафоры и т. д. Другое дело – время восстановления линии после сбоя. Точно подсчитать такое время до минут не представляется возможным из-за отсутствия полных отчётов Московского метрополитена, поэтому для анализа приходится пользоваться информацией, предоставленной на сайте <https://twitter.com/metrooperativno?lang=ru/>.

Как будет доказано в последующих главах монографии, среднее время восстановления после инцидента – около одного часа. После этого поезда будут медленно, но неуклонно входить в график.

Очень часто сбои вызваны нахождением на пути неадекватных пассажиров. Особенно доля таких пассажиров повышается в праздничные дни или в дни проведения массовых городских мероприятий (спортивные соревнования, фестивали, дни города и т. д.).

Нельзя недооценивать роль погодных катаклизмов. В сильные морозы могут возникнуть перебои с подачей электроэнергии, а также возможны замыкания на подстанциях. Кроме того, обильные дождевые потоки способны вызвать серьёзное затопление тоннелей или привести к размыванию грунта.

Что касается крупных катастроф в метро, то здесь можно выделить:

- катастрофы технического характера (связанные с неисправностью оборудования);
- катастрофы, связанные с террористическими актами.

Несмотря на чисто технический фактор крупных катастроф метро (например, сход с рельсов поезда 15.07.2014³⁶), можно их минимизировать или свести к минимуму число жертв, если проводить вовремя внеплановые проверки состояния тоннелей и путей, а также внедрять дополнительные профилактические меры (ремонт отдельных участков, выделение проверочных бригад, следящих за выполнением работ).

К сожалению, катастрофы, вызванные террористическими актами, являются практически непредсказуемыми. Для ответа на подобный вопрос необходимо изучить полную статистику по терактам за несколько лет с целью выявления «аварийных дат», но это будет уже другая эмпирическая функция распределения, связанная с совершенно посторонними факторами, которые к метро не имеют никакого отношения. Здесь как раз повышается роль службы безопасности метро, которая обязана оперативно выявлять людей, способных провести оружие или взрывчатые вещества. Кроме того, введение программы «распознавания лиц»³⁷, полное внедрение которой будет завершено 1 сентября 2020 года, возможно, позволит исправить ситуацию к лучшему.

³⁶ LENTA.RU. Информационный портал. Режим доступа: <https://lenta.ru/articles/2014/07/15/metro/> (дата обращения: 01.02.2019).

³⁷ Информационный портал. RBC.RU. Режим доступа: <https://www.rbc.ru/society/23/01/2020/5e298a479a7947018c80c19e> (дата обращения: 05.03.2020).

§ 1.2. Структура Московского метрополитена

Открытие Московского метрополитена (Государственного унитарного предприятия города Москвы) состоялось 15 мая 1935 года и по праву составляет базис транспортной структуры Москвы.

Отметим отдельные показатели метро. Средняя дальность одной поездки равняется приблизительно 14,5 километров. Каждый день в среднем метрополитеном пользуются более 8 миллионов пассажиров.³⁸ Ежедневно по 15 линиям метрополитена (с учётом Московского центрального кольца (МЦК) и Московской монорельсовой транспортной системы) с 269 станциями (232 станции метро, 31 станция МЦК и 6 станций монорельса) пропускается более 12 тысяч поездов³⁹. Именно метрополитен в состоянии обеспечить оперативное перемещение большого количества людей из одной точки города в пункт назначения.

Значительная часть вестибюлей и станций метро испытывает серьёзную суммарную суточную нагрузку, равную 50 тысячам пассажиров. Сегодня наиболее загруженными являются станции «Бауманская», «Домодедовская», «Выхино», «Комсомольская», «Новокосино», «Новогиреево», через которые ежедневно проходят от 85 до 150 тысяч человек⁴⁰.

Поезда в среднем ездят со скоростью 41,61 км/ч. Это величина определяется как средняя эксплуатационная скорость. Минимальный интервал ожидания поездов – 90 секунд.

Структура метро представлена 19 структурными подразделениями (службами) отображена на рисунке 1.



Рисунок 1. (составлен на основе данных с портала «Московский метрополитен»: <https://mosmetro.ru/> (дата обращения: 01.03.2020))

1. Служба пути и искусственных сооружений

Служба пути и искусственных сооружений отвечает за проведение капитального ремонта рельсов, путевых устройств, а также за текущее состояние перегонов на линиях.

³⁸ <http://gup.mosmetro.ru/o-metropolitene/>

³⁹ <http://www.dt.mos.ru/>

⁴⁰ <http://www.mosgortrans.ru/>

2. Проектно-конструкторское бюро

Проектно-конструкторское бюро обеспечивает:

- разработку нормативной, технологической и документационной базы, необходимой для проведения модернизации и совершенствования подвижного состава, а также эскалаторов;
- формирование сметных документов, связанных с проведением капитального ремонта, реконструкции инфраструктуры метро, а также проектирование инженерных сетей.

3. Ревизорский аппарат

Аппарат главного ревизора по безопасности движения поездов образован в 1935 году при Управлении Московского метрополитена⁴¹.

Основными задачами ревизорского аппарата являются:

мониторинг причин нарушений Правил технической эксплуатации Российской Федерации (ПТЭ) и других локальных нормативных актов, а также формирование и разработка проектов по предупреждению причин нарушений;

организация и проведение на местах плановых и внеплановых ревизий и проверок выполнения показателей ПТЭ и других нормативных документов по вопросам обеспечения безопасности движения с незамедлительным принятием мер по оперативному устранению выявляемых нарушений;

организация своевременного и качественного служебного расследования нарушений безопасности движения в поездной и маневровой работе и работе эскалаторов⁴².

4. Учебно-производственный центр

В настоящее время учебно-производственный центр является частью Службы профориентации, обучения и развития персонала. Число обучающихся в центре по программам⁴³ повышения квалификации и переподготовки квалификации превысило 16901 человек за 2016 год⁴⁴.

Миссия учебно-производственного центра – всецело содействовать качественной подготовке и переподготовке квалифицированных кадров и специалистов метро.

В учебно-производственном центре осуществляется подготовка машинистов электропоездов, машинистов эскалаторов, дежурных по станции, инженеров связи, электромонтёров, контролёров пропускных пунктов и других специалистов. Таким образом, учебно-производственный центр является уникальной «кузницей» ценных кадров, которые будут напрямую обеспечивать безопасность в метро.

5. Служба пассажирских обустройств Дирекции инфраструктуры

Основными задачами Дирекции инфраструктуры являются:

Планирование и организация восстановления станционных комплексов, мониторинг соблюдения качества и сроков проведения необходимых ремонтных и профилактических мероприятий.

Организация и проведение плановых и внеплановых мероприятий по капитальному ремонту станционных комплексов.

Осуществление контроля за реализацией работ по строительству городских объектов в зоне станционных комплексов.

⁴¹ Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.dt.mos.ru/> (дата обращения: 01.01.2020).

⁴² Электронный ресурс. Режим доступа: <http://gup.mosmetro.ru/podrazdelenya/7/> (дата обращения: 01.01.2020).

⁴³ Электронный ресурс. Режим доступа: <https://www.mosmetro.ru/press/digits/> (дата обращения: 01.01.2020).

⁴⁴ Электронный ресурс. Режим доступа: <http://gup.mosmetro.ru/podrazdelenya/8/> (дата обращения: 01.01.2020).

Контроль за проведением работ со стороны сторонних организаций на действующих линиях метро и объектах метрополитена, а также контроль и оценка качества выполненных капитальных работ, относящихся к инфраструктуре метрополитена⁴⁵.

6. Служба безопасности

Служба безопасности была создана 1 августа 2012 года и стала полноценной правопреемницей Службы контроля⁴⁶. Это одно из самых важных подразделений метрополитена, ибо от неё зависит не только целостность всей инфраструктуры московской подземки, но и здоровье и жизнь пассажиров.

Основными задачами Службы безопасности являются:

проведение мероприятий по поддержанию общественного порядка на объектах метро и оперативный контроль за исполнением необходимых предписаний (в тесном сотрудничестве с МВД, МЧС и другими силовыми структурами);

адекватное противодействие нарушениям Правил пользования метрополитеном;

жесткий мониторинг выполнения правил пропускного режима на объекты метро и проведение учебных мероприятий;

надзор за обеспечением допуска в технические и служебные подразделения метрополитена и при необходимости ограничение пользования важными объектами метро отдельными категориями работников;

осуществление систематического надзора за деятельностью фирм и предприятий, арендующих помещения в надземных вестибюлях.

7. Служба подвижного состава

Служба подвижного состава создана 12 ноября 1934 г. и является одним из старейших подразделений.

В настоящее время под непосредственным руководством Службы подвижного состава функционирует около 20 электродепо метрополитена, в том числе Вагоноремонтный комплекс и Монорельсовая транспортная система⁴⁷.

Надо отметить, что парк вагонов метро составляет около 6000 различных моделей: «Еж-3»/«Еж-6»/«Ем-508Т», 81–717/714, 81–720/721, 81–740/741, 81–760/761 (81–760А/761А/763А), 81–765/766/767 и их модификации, из которых 2741 вагон⁴⁸ имеют реостатно-контакторную систему управления с двигателями постоянного тока («Еж-3»/«Еж-6»/«Ем-508Т», 81–717/714 и мод.).

Некоторые вагоны оснащены транзисторно-импульсной системой управления с двигателями постоянного тока (81–720/721), и около 3000 современных вагонов имеют микропроцессорную систему управления с асинхронными тяговыми двигателями (81–720.1/721.1, 81–740/741, 81–760/761 (81–760А/761А/763А), 81–765/766/767)⁴⁹.

8. Служба движения

Служба движения непосредственно занимается планированием и организацией транспортировки пассажиров, организацией распорядка работы станций, а также является центром координации работы подразделений метрополитена. Особое внимание уделяется повышению

⁴⁵ Электронный ресурс. Режим доступа: <https://nashemetro.ru/> (дата обращения: 01.01.2020).

⁴⁶ Электронный ресурс. Режим доступа: <https://gup.mosmetro.ru/podrazdelenya/10/> (дата обращения: 01.01.2020).

⁴⁷ Электронный ресурс. Режим доступа: <https://gup.mosmetro.ru/podrazdelenya/10/> (дата обращения: 15.03.2020).

⁴⁸ Электронный ресурс. Режим доступа: <http://vagon.metro.ru/database/index.html> (дата обращения: 06.01.2020).

⁴⁹ Электронный ресурс. Режим доступа: <https://nashemetro.ru/put.shtml> (дата обращения: 06.01.2020).

уровня безопасности движения подвижного состава, качества и культуры обслуживания пассажиров⁵⁰.

В настоящее время основные задачи службы движения направлены на повышение качества системы организации движения поездов, а также планирования движения пассажиропотоков и технические аспекты в работе станций метрополитена⁵¹.

9. Служба сигнализации, централизации и блокировки Дирекции инфраструктуры

Одним из самых важных звеньев в системе метро являются устройства централизации, сигнализации и блокировки (ЦСБ), которые непосредственно участвуют в перевозочном процессе. Это во многом определяет пропускную способность линий метро, безопасность движения, а также степень комфортности пассажиров. Поэтому служба появилась одновременно с метрополитеном⁵².

Действительно, именно от этой службы зависит, насколько бесперебойным будет график движения. Ведь каждый туннель оснащён механизмами сигнализации и блокировки рельсов.

11. Служба электроснабжения

Служба электроснабжения является одной из важнейших служб, так как на неё возложены особые задачи, связанные с питанием электроэнергией и обеспечением бесперебойности.

По кабелям доставляется электроэнергия всем системам метро. Высокая степень интенсивности движения поездов и объёма пассажиропотока требуют постоянного улучшения уровня технического оснащения.

Устройства электроснабжения определяют во многом степень безопасности движения электропоездов, бесперебойную работу оборудования и культуру обслуживания пассажиров⁵³.

Перебой в напряжении на подстанции или возгорание трансформатора может привести к изменению напряжения в сети, и тогда задержки неизбежны.

12. Служба связи

Служба связи создана 1 июля 2012 года на основании приказа от 11.01.2012 года «О реорганизации Службы сигнализации и связи» и новой редакции Устава ГУП «Московский метрополитен», утверждённой распоряжением Департамента имущества города Москвы от 10.04.2012 года № 744-Р⁵⁴

⁵⁰ Электронный ресурс. Режим доступа: <http://gup.mosmetro.ru/podrazdelenya/12/> (дата обращения: 06.01.2020).

⁵¹ Электронный ресурс. Режим доступа: <https://nashemetro.ru/put.shtml> (дата обращения: 06.01.2020).

⁵² Электронный ресурс. Режим доступа: <http://gup.mosmetro.ru/podrazdelenya/13/> (дата обращения: 06.01.2020).

⁵³ Электронный ресурс. Режим доступа: <http://gup.mosmetro.ru/podrazdelenya/15/> (дата обращения: 02.01.2020).

⁵⁴ Электронный ресурс. Режим доступа nashemetro.ru/put.shtml (дата обращения 02.01.2020)

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.