МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА
ФАКУЛЬТЕТ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ

На правах рукописи

Кочетков Артур Андреевич

МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ АВАРИЙНОСТИ И УЩЕРБА (НА ПРИМЕРЕ МОСКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА)

Специальность 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами: транспорт)

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Научный руководитель:
доктор экономических наук, профессор
Сухарев Олег Сергеевич

Москва – 2022

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ…… 3
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТРАНСПОРТНОГО СЕКТОРА…… 11
1.1. Основы эффективности управления на предприятии…… 11
1.2. Предприятия транспортного сектора и их структура управления…….. 19
1.3. ГУП «Московский метрополитен»: особенности структуры управления…….. 28
ГЛАВА 2. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТРАНСПОРТНОГО СЕКТОРА……... 43
2.1. Процесс управления на предприятиях транспортного сектора……. 43
2.2. Технико-экономические показатели эффективности системы управления на предприятиях транспортного сектора…..……..... 61
2.3. Эффективность принятия управленческих решений и снижение управленческих расходов…….. 78
ГЛАВА 3. ИНСТРУМЕНТАРИЙ ПРАКТИЧЕСКОГО ВНЕДРЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТРАНСПОРТНОГО СЕКТОРА……. 89
3.1. Инновационные показатели ГУП «Московский метрополитен»…….. 89
3.2. Разработка модели прогнозирования снижения аварийности и ущерба……..... 98
3.3. Внедрение эффективной модели управления на ГУП «Московский метрополитен»…… 112
ЗАКЛЮЧЕНИЕ…….……..... 129
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ……..……..……...…….. 132
ПРИЛОЖЕНИЕ А (справочное) Крупнейшие катастрофы Московского метро……..... 143
ПРИЛОЖЕНИЕ Б (справочное) Аварийная динамика Московского метро 1974-2019 гг…..…… 144
ПРИЛОЖЕНИЕ В (справочное) Вероятность бесперебойной работы Московского метро…… 145
ПРИЛОЖЕНИЕ Г (справочное) Эконометрический прогноз крупнейших аварий метро до 2022 года…….……. 146

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. В настоящее время аварийность и ущерб[1] стали объективной повседневной реальностью для транспортный предприятий. Повышение уровня транспортной безопасности и создание дополнительных предпосылок по снижению аварийности выступают актуальной задачей в управлении предприятием транспортной отрасли для обеспечения комфорта пассажирам.

Транспорт является одним из самых значимых элементов инфраструктуры экономики России, и повышение надежности его функционирования во многом определяет успешную роль государства в экономической сфере. Возрастание роли транспорта в условиях цифровизации экономики, увеличение с каждым годом интенсивности и объема перевозок, строительство новых транспортных магистралей и развязок, провоцируют неизбежные транспортные происшествия (травмы и гибель людей на дорогах, техногенные аварии на железнодорожном транспорте и в метро). Это подтверждается неблагоприятной динамикой аварий на транспорте. Приведем статистические данные о транспортных происшествиях, которые привели к значительным убыткам за последний год в России. В 2021 году на автомобильных дорогах произошло более 110 тысяч ДТП; в том же году число аварий на железнодорожных переездах увеличилось на 41% по сравнению с предыдущим периодом[2]. В авиационной отрасли произошло более 30 крупных катастроф, а на водном транспорте – 24 крупные аварии[3]. В московском метро за 2021 год произошло более 120 сбоев[4], которые попали в СМИ.

---

[1] Ущерб представляет собой экономическую оценку совокупности деструктивных эффектов, заключающихся в невосполнимом повреждении или утрате определенного имущества, а также в дополнительных расходах. При этом аварийность определяется как вероятность наступления ущерба в определенном секторе экономики, в частности, на транспорте. См.: Тулупов А.С. Теория ущерба: необходимость формирования и развития // Экономическая наука современной России. 2008. № 2. С.158-160.

[2] Статистика ДТП на дорогах / Федеральная служба государственной статистики. URL: https:// https://rosinfostat.ru/dtp/ (дата обращения: 08.01.2022)

[3] Статистика катастроф / Федеральная служба государственной статистики. URL: https:// https://rosstat.gov.ru/statistics/transport (дата обращения: 08.01.2022)

[4] Под сбоем подразумевается вынужденная задержка поезда метро на станции или в тоннеле больше 2-х минут, влекущая за собой нарушение штатного утвержденного графика движения поездов по любым причинам (зацеперы, заклинивание тормозов, возгорание кабелей и т.д.). Предложено автором, так как определение «сбой» отсутствует в

За 5 лет (с 2017 по 2022 гг.) в московской подземке произошло свыше 700 аварий[1].

Утвержденная Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года[2] ориентирована на стимулирование и развитие транспорта в стране, в частности, на повышение эффективности функционирования метрополитена и железнодорожной отрасли[3]. Несмотря на существующую концепцию развития транспорта, которая подробно определяет поведение активных участников транспортного сектора в различных регионах России, не существует единой эффективной модели предотвращения крупных аварий или сбоев на транспорте, в частности, в метрополитене. В этой связи создание модели управления метрополитеном, предполагающей предотвращение ущерба, является чрезвычайно актуальным и своевременным.

Для достижения эффективной работы метрополитена, других транспортных компаний необходимо создать эффективную модель управления, включающую инструменты снижения аварийности и ущерба, включая прогнозирование, а также целесообразную систему показателей технико-экономической эффективности функционирования предприятия транспорта.

Степень разработанности темы. Вопросам управления и оценки эффективности деятельности предприятий посвящены работы Р. Акоффа, И.К. Ахполова, К.Ю. Багратуни, А.А. Богданова, С.В. Богословского, О.С. Виханского, В.Г. Галабурды, С.Ю. Глазьева, М.Н. Дудина, О.Н. Дунаева, О.А. Ерманского, Е.А. Земедлиной, А.Е. Карлика, Д.П. Кима, В.И. Кожухаря, Б.И. Коновалова, Н.В. Корнеева, Ю.И. Кудинова, Б.М. Лапидуса, Л.В. Лапидус, Ю.М. Лапыгина, Ю.В. Ляндау, О.С. Сухарева, А.И. Телегина.

нормативных документах метрополитена. О метрополитене / ГУП «Московский метрополитен» URL: https://gup.mosmetro.ru/o-metropolitene/vozm_vreda/ (дата обращения 05.01.2022).

[1] Metro Operativno / ГУП «Московский метрополитен». URL: https://twitter.com/MetroOperativno/ (дата обращения: 07.01.2022).

[2] О Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года : распоряжение Правительства Российской Федерации от 27 ноября 2021 г. № 3363-р. Доступ из электронного фонда нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс».

[3] Кочетков А.А. Московский метрополитен: аварийность, проблемы, перспективы. М.: Эдитус, 2020. С. 13–14.

Огромное значение для анализа методологии управления предприятием имеют исследования И. Адизеса, И. Ансоффа, Ш. Бедо, К. Борша, Э. Венейблза, Н. Винера, Р. Гранта, Н.М. Гюнтера, Ж. Дебрэ, Г.Б. Клейнера, Ж. Кремера, Х. Лейбенстайна, М. Мескона, М. Милгрома, Г. Минцберга, Я. Моссина, Э. Мэйо, С. Роббинса, А. Файоля, М. Фолле, М. Фуджита, В.Н. Цыгичко.

Отдельные частные моменты, связанные с оценкой иерархий управления отражены в монографиях С. Блума, А.А. Воронина, Л. Гарикано, А. Грайкунаса, М.В. Губко, А.П. Гуревича, В.А. Диевского, Н.А. Коргина, С.П. Мишина, Д.А. Новикова, Т. Сантоса, Ю.Н. Уртминцева, Р.А. Фатхутдинова, Т. Харриса, К. Эрроу.

Важную роль при анализе аварийности и ущерба на транспорте играют исследования В.Л. Адамяна, Б.Ф. Безродного, А.С. Гардмидера, Д.Е. Гусева, А.А. Ерофеева, В.Н. Ионичева, Б.Ю. Калмыкова, С.В. Копылова, Н.К. Кострюковой, Е.Л. Логинова, Г.Н. Поваляева, Г.К. Ходжаевой.

Однако суммарно отсутствуют конкретные предложения по формированию единой результативной модели управления транспортным предприятием, которая будет учитывать все параметры системы (принадлежность к определенному типу иерархии управления, определение оптимальной нормы управления, снижение аварийности). Поэтому необходимо проведение всестороннего анализа прикладных моделей, используемых предприятиями транспортного сектора для снижения аварийности и экономического ущерба.

Цель и задачи исследования. **Цель** настоящей работы – разработка теоретических и методических положений по повышению эффективности функционирования предприятий транспортного сектора (метрополитена) на основе внедрения модели управления, позволяющей прогнозировать ежемесячное число аварий[1], снижая аварийность и ущерб, а также увеличить общую результативность управления.

[1] Под аварией в метро подразумевается повреждение или разрушение сооружений, повреждение или отказ технических устройств опасного объекта, взрыв, выброс опасных веществ, отклонение от режима технологического процесса, которые возникли при эксплуатации опасного объекта и повлекли причинение вреда потерпевшим. О метрополитене / ГУП «Московский метрополитен» URL: https://gup.mosmetro.ru/o-metropolitene/vozm_vreda/ (дата обращения 05.01.2022).

Для достижения указанной цели в диссертации решаются следующие **задачи**:

1) провести сравнительный анализ функционирования иерархических структур транспортного предприятия как субъекта управления, что позволит выявить проблемные места, оценить качество принимаемых управленческих решений, сократить расходы внутри управленческой иерархии в метрополитене, предотвращая сбои (аварии) и снижая ущерб;

2) предложить технико-экономические показатели эффективности управления предприятиями транспортного сектора (московского метро), которые позволяют оценить общую результативность управления и наметить ряд инновационных мероприятий, ведущих к снижению аварийности и ущерба.

3) разработать классификацию управленческих расходов на предприятиях транспортного сектора, анализ которой позволит разработать алгоритм снижения расходов и повысить общую эффективность управления при решении задачи понижения аварийности и сбоев в метро.

4) разработать эконометрическую модель как центральный инструмент модели управления на предприятии транспортного сектора (метрополитена), которая позволяет спрогнозировать ежемесячное количество аварий и значительно снизить вероятность наступления ущерба.

Объект и предмет исследования. Объектом исследования является предприятие транспортного сектора Российской Федерации (на примере московского метрополитена) и его система управления. Предметом исследования являются процессы управления и методы оценки эффективности управления функционированием московского метрополитена, снижения аварий и сбоев.

Теоретическую основу исследования составляют фундаментальные и прикладные подходы в области теории управления транспортным предприятием, теории катастроф и методов оценки ущерба.

Методология диссертационного исследования. В ходе проведения настоящего исследования были применены такие методы как: группировка и комплексный метод, обобщение, сравнение, математическое моделирование, метод эмпирического наблюдения, использовался структурно-функциональный подход.

Информационно-эмпирическую базу исследования составили публикации Института проблем управления по иерархическим структурам и теории оптимизации, труды по теории управления социально-экономическими системами, дайджесты аналитических центров по теме диссертации, нормативные правовые акты по проблемам транспортной безопасности, пресс-релизы информационно-рейтинговых агентств, материалы сайтов ГУП «Московский метрополитен», материалы сайта ОАО «РЖД», данные официальных ресурсов предприятий транспортного сектора.

Научная новизна исследования состоит в создании и апробации теоретического и методического инструментария по повышению эффективности управления предприятиями транспортного сектора (московское метро), в виде разработанной и внедрённой модели управления, а также алгоритма расчёта управленческих расходов и модели прогнозирования аварий, позволяющих понизить общую аварийность и ущерб.

Автором **лично получены** следующие результаты:

1. Дополнена существующая классификация иерархий управления на транспортных предприятиях, раскрывающая особенности функционирования как субъекта, так и объекта управления (исполнителей), с целью выяснения возможной величины убытков как внутри предприятия, так и за его пределами (причинение убытков контрагентам, партнерам, конкурентам вследствие возросшей аварийности или вредного воздействия).

2. Предложен набор технико-экономических показателей эффективности управления в московском метро, который позволяет отслеживать в режиме реального времени интенсивность сбоев на линии, интенсивность восстановления на линии после аварии, среднее время ожидания сбоев, а также определить дневную вероятность безотказной работы. Предложены нормативные значения указанных показателей по каждой линии метро, которые позволяют определить превышение «пороговых» значений и наметить анти-аварийные меры.

3. Разработан алгоритм оценки управленческих расходов, возникающих внутри иерархии управления, позволяющий оценить общий их объем, а также определить степень влияния на динамику иных затрат. В частности, произведена

оценка управленческих расходов московского метро на основе общей штатной численности работников, и отражена растущая доля этих расходов в общем объеме расходов подземки.

4. Разработана эконометрическая модель как элемент общей предлагаемой модели управления, которая позволяет отслеживать и оценивать ежемесячное количество аварий, а также доказана статистическая устойчивость происходящих аварий на определенные даты календарного месяца, что позволяет, исходя из оценочного прогноза на базе указанной модели, планировать мероприятия по элиминированию сбоев в метрополитене.

Положения, выносимые на защиту:

1. Разработанная классификация иерархий управления (как субъекта управления) для московского метрополитена отражает систему взаимосвязей внутри иерархии управления, позволяет обосновать сокращение расходов и за счёт эффективной схемы управления, а также снизить ущерб от сбоев в метрополитене.

2. Предложенные технико-экономические показатели эффективности управления в московском метро («показатель степени надежности метро», «интенсивность потока сбоев в метро», «интенсивность восстановления линии после аварии», «аварийный трафик - нагрузка») позволяют оценить общую эффективность управления и наметить инновационные мероприятия, снижающие аварийность и потенциальный ущерб.

3. Представленная классификация управленческих расходов предприятий транспортного сектора раскрывает отдельные особенности формирования затрат и их динамику, а также дает возможность учесть трансакционные издержки, снизить расходы, как за счёт элиминирования сбоев и аварийности, так и собственно повышения эффективности мер по компенсации или предотвращения ущерба.

4. Разработанная эконометрическая модель (на примере московского метрополитена) предполагает снижение аварийности и убытков и позволяет на основе имеющихся статистических данных прогнозировать ежемесячное число аварий, сбоев и существенно снизить ущерб.

Теоретическая значимость работы заключается в разработке общего подхода к управлению метрополитеном, в том числе, созданной таксономии иерархии управления и затрат на управление, построения и применения эконометрической модели, с помощью которой можно решать задачи по снижению аварийности на транспорте. Модель позволяет прогнозировать ежемесячную аварийность и рассчитать размер ущерба за заданный промежуток времени. Тем самым расширены возможности теории управления крупным транспортным предприятием, реализующим задачу снижения аварийности.

Практическая значимость работы состоит в следующем:

– разработанная методика снижения ущерба и применение расчетной модели могут использоваться для оценки уровня аварийности и обоснования анти-аварийных мер на метрополитене, а также для дальнейших научных изысканий в данной области науки и отрасли, в частности, автомобильными компаниями, ООО «Гранит» (перевозка грузов), авиаперевозчиками;

– классификация иерархий управления предприятий транспортного сектора может быть востребована помимо предприятий, информационно-рейтинговыми агентствами, которые занимаются анализом результативности управления;

– показатели оценки эффективности работы ГУП «Московский метрополитен», могут применяться для выбора вариантов инновационных мероприятий.

Результаты диссертации полезны при преподавании дисциплин «Управление предприятием» и «Транспортная логистика».

Степень достоверности и апробация результатов. Отдельные положения диссертации были изложены в форме доклада автора на научных конференциях: X и XI международные научно-практические конференции «Правовая защита, экономика и управление интеллектуальной собственностью» (Москва, 2021), Международный круглый стол «Развитие международного сотрудничества в науке, образовании и управлении информационной безопасностью» (Москва, 2021), Международная научно-методическая и научно-исследовательская конференция МАДИ (Москва, 2021).

Результаты исследования были применены при разработки подходов к анализу оценки эффективности управления ООО «Гранит». В частности, была востребована методика уменьшения управленческих расходов и алгоритм расчета секционных затрат менеджеров. Отдельные материалы диссертации используются Департаментом «Логистики и маркетинга» ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации».

Публикации автора по теме исследования. Основные положения диссертационного исследования отражены в 8 научных работах общим объемом 14,35 п.л. (авторский объем – 14,35 п.л.), из них 4 статьи в изданиях из Перечня рецензируемых научных изданий, рекомендованных Ученым советом МГУ для защиты по специальности 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (экономические науки); 3 статьи в прочих журналах, входящих в перечень изданий, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации; 1 монография.

Соответствие паспорту научной специальности. Диссертационное исследование выполнено в соответствии с пунктами Паспорта специальности 08.00.05 – «Экономика и управление народным хозяйством», раздел «Экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами», подраздел «Транспорт»: п. 1.4.82. «Оценка качества транспортного обслуживания экономики и населения страны»; п. 1.4.85. «Определение экономической эффективности модернизации подвижного состава и создания новых транспортных средств»; п. 1.4.86. «Исследование экономической эффективности новых форм и способов организации перевозок, транспортного строительства, технического обслуживания и ремонта подвижного состава»; п. 1.4.88. «Методы прогнозирования и стратегического планирования грузовых и пассажирских перевозок».

Структура и объем работы. Настоящая работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы, включающего 137 наименований, и четырех приложений. Общий объем текста диссертации составляет 146 машинописных страниц и включает в себя 34 таблицы и 21 рисунок.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТРАНСПОРТНОГО СЕКТОРА

1.1. Основы эффективности управления на предприятии

Категория эффективности является одной из самых неоднозначных и основополагающих в экономике. Различные научные школы выдают собственные парадигмы в области эффективности, однако ни одна из представленных концепций в полной мере не отражает все особенности этой сложной категории.

Первые упоминания об экономической эффективности содержатся в трактате В. Парето «Учение политэкономии»[1]. В. Парето впервые сформулировал условия существования на рынке экономических агентов, при которых невозможно улучшить положение одного участника экономического процесса, не ухудшая положение другого[2]. Этот принцип лег в основу Парето-оптимума, при котором ни один индикатор системы не может быть улучшен без ухудшения какого-либо другого индикатора[3].

Классик политической экономии Д. Рикардо[4], открыв закон сравнительных преимуществ, обратил внимание на производства товара, имеющего максимальную эффективность. Представитель школы физиократов Ф. Кене углубился в понятие «эффективность государственного сектора»[5], обозначив его важность его развития и трансформации. У. Пети, основоположник трудовой теории стоимости, использовал категорию эффективности для оценки принятия управленческих решений.

Гуннар Мюрдаль, основоположник стокгольмской школы[6], дал свою трактовку категории эффективности, отметив роль определенной группы

---

[1] Блюмин И. Г. Теория Парето. М.: Изд-во АН СССР, 1962. С. 826—865.
[2] Осипова Е. В. Социологическая система Вильфредо Парето. М.: Наука, 1979. С. 309—331.
[3] Блауг М. Экономическая теория благосостояния Парето. М.: Дело, 1994. С. 540—561.
[4] Стиглер Дж. Рикардо и 93%-ная трудовая теория ценности. СПб.: Экономическая школа, 2000. С. 162—177.
[5] Аникин А. В. Глава восьмая. Доктор Кенэ и его секта. М.: Политиздат, 1975. С. 153—169.
[6] Мюрдаль Г. Возрастающая взаимозависимость государств и неудачи международного сотрудничества // МЭиМО № 5. 1980. С.12—15.

экономических агентов, которая при определенных условиях может использовать факторы производства с максимальной полезностью.

Маржиналистская школа, яркими представителями которой были К. Менгер[1] и Л. Вальрас[2] исследовали экономическую эффективность (удовлетворение) отдельного хозяйствующего субъекта.

Представители институционализма[3], в том числе Д. Норт[4], представили свое оригинальное понимание эффективности. Д. Норт впервые определяет критерии, при которых экономическая система может рассматриваться в качестве эффективной. Норт обращает внимание на формирование условий для достижения экономического роста и определенного уровня благосостояния в рамках создания результативной системы.

Американский экономист Х.Лейбенстайн[5] представил трактовку эффективности, которая существенно отличается от всех предыдущих. Лейбенстайн раскритиковал общую концепцию эффективности и ввел новый термин «Х- эффективность»[6]. Лейбенстайн доказывает, что максимизация объёма выпуска не всегда может быть эффективным для предприятия, так рабочие заинтересованы не в максимизации прибыли, а в сохранении здоровья.[7]

Синергетическая эффективность – новый вид эффективности в экономике. Впервые этот термин применил Г. Хакен[8]. Синергетическая эффективность проявляет себя в активном взаимодействии сопряженных элементов экономической системы, которые вызывают ощутимый экономический эффект.

---

[1] Селигмен Б. Менгер, фон Визер и возникновение австрийской школы. М.: Прогресс, 1968. 600 с.
[2] Блауг М. Общее равновесие по Вальрасу. М.: Дело, 1994. С. 527—540.
[3] Блюмин И. Г. Институционализм. М.: Изд-во АН СССР, 1962. С. 336—352.
[4] Норт Д. К. Институты, институциональные изменения и функционирование экономики. М.: Фонд экономической книги «Начала», 1997. 180 с.
[5] Лейбенстайн Х. Аллокативная эффективность в сравнении с «Х-эффективностью». СПб.: Экономическая школа, 2000. С. 477—506.
[6] Leibenstein H. X-Inefficiency Xists: Reply to an Xorcist // The American Economic Review, Vol.68, No.1. March 1978. P. 203—221.
[7] Stigler G.J. Association The Xistence of X-Efficiency // The American Economic Review, Vol.66, No.1. March 1976. P. 213—216.
[8] Хакен Г. Самоорганизующееся общество. // Сайт С.П. Курдюмова «Синергетика». URL: http://spkurdyumov.ru/economy/samoorganizuyushheesya-obshhestvo/ (дата обращения 09.01.2022)

В этом смысле экономическая эффективность является результатом слияний различных видов результативности. То есть синергетическая эффективность раскладывается на две составляющие (1.1):

$$E_с = E_л + E_н, \quad (1.1)$$

где $E_л$ – линейная составляющая,

$E_н$ – нелинейная составляющая[1].

Аллокативная и адаптивная эффективность описана в рамках теории дисфункции О.С. Сухарева[2]. Аллокативная и адаптивная эффективность имеет свои сложные частные характеристики. Виды экономической эффективности представлены на рисунке 1.1.

Примечание – Составлено автором.

Рисунок 1.1 – Виды экономической эффективности

Аллокативная эффективность отражает результативность использования ресурсов в системе и степень его экономного потребления предприятием.

Степень приспособления экономической системы может быть выражена с помощью адаптивной экономической эффективности. Также адаптивная экономическая эффективность также может характеризовать способность системы к перестройке, к освоению новых знаний и обучению, инновациям.

---

[1] Крикливец А. А. Понятие эффективности в экономической науке // Молодой ученый. 2019.М.: Москва. № 2 (240). С. 237—239.

[2] Сухарев О. С. Теория институциональной динамики. Дисфункции и управление. М.: Ленанд, 2021. 300 с.

Управленческие решения неразрывно связаны с эффективностью. Р. Стюарт[1] в своем труде «Действительность управления» обращает внимание на необходимость адекватной оценки результативности работы менеджеров. Стюарт определяет эффективность как наиболее экономичное использование ресурсов.

В экономической литературе также применяется термин «эффективность общественного производства». В этом случае для расчета эффективности применяется комплекс экономических показателей по заданным параметрам.

На микроуровне эффективность производства может быть рассчитана как эффект (полезный результат), разделенный на затраченный фактор производства. На макроуровне большое значение имеет социальная эффективность, где в качестве критерия эффективности может выступать степень благосостояния населения или средний годовой доход населения[2].

В экономической литературе детально описывается какой ценой и какими усилиями достигается экономический эффект. При этом зачастую заранее формируется мнение о том, что чем меньше затраты, тем выше эффективность. В этом случае смысл экономической эффективности будет заключаться в минимизации производимых расходов на единицу выпущенной продукции. В большинстве случаев такая минимизация расходов экономически обоснована вследствие ограниченности или временной недоступности экономических ресурсов. Таким образом, фирма на рынке станет искать возможности для более полного удовлетворения клиентов за счет более рационального использования ресурсов.

Среди современных экспертов в области теории эффективности можно выделить тех, кто занимается проблемами организационно-управленческий отношений (М.А. Баринов, О.А. Доничев, А.Д. Романова)[3], рассмотрением кластерных инициатив (И.И. Богачев, И.А. Родионова)[4], а также эффективностью

---

[1] Stewart R. Choices for the manager. McGraw-Hill. 1982. 165 p.
[2] Сухарев О.С. Теория эффективности экономики. М: Финансы и статистика, 2009. 368 с.
[3] Доничев О.А. Методология оценки инновационного потенциала социально-экономических систем // Научная электронная библиотека КиберЛенинка. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/metodologiya-otsenki-innovatsionnogo-potentsiala-sotsialno-ekonomicheskih-sistem (дата обращения 03.01.2022)
[4] Богачев И.И. Эффективность деятельности предприятий в условиях кластеризации в регионах РФ. М.: Университетская книга, 2017. 238 с.

инноваций (С.О. Айвазян, А.М. Наванян)[1]. Работы вышеуказанных авторов рассматривают проблемы эффективности с точки зрения рационализации методов и форм управления, контроля и координации внутри самого хозяйственного процесса.

Г.Б. Клейнер обращает внимание на процесс осмысления и восприятия эффективности как категории, которая, по его мнению, имеет многообразную классификацию (целевую, технологическую, экономическую и ресурсную)[2].

Приведем модели эффективности К. Менара и Р. Холла[3], которые выделили следующие элементы:

– модель, в которой эффективность проявляется через способность предприятия выживать в конкурентной среде;

– модель, в которой предприятие тесно связывает эффективность с достижением минимального уровня удовлетворения для составляющих ее составных частей. Причем, каждая из составляющих может иметь собственные отдельные цели.

Мы видим, что категория эффективности управления в некоторых случаях может коррелировать с понятием эффективности производственной деятельности предприятия, которая непосредственно связана с функционированием всего трудового коллектива предприятия.

Общая эффективность управления отражает степень результативности управления всей экономической системой и определяет гармоничность взаимоотношений между управляющей и управляемой подсистемой.

В процессе достижения определенной эффективности управления можно задать определенные параметры, оптимальные для управляющего субъекта и объекта управления.

---

[1] Айвазян С.О., Наванян А.М., Макаров В.Л. Моделирование развития экономики региона и эффективность пространства инноваций // Научная электронная библиотека КиберЛенинка. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-razvitiya-ekonomiki-regiona-i-effektivnost-prostranstva-innovatsiy (дата обращения 09.01.2022)

[2] Клейнер Г.Б. Институциональные аспекты реформирования промышленных предприятий // Проблемы теории и практики управления. 2002. №4. С. 24—30.

[3] Холл Р.Х. Организации: структуры, процессы, результаты. СПб.: Питер, 2001. 512 с.

Подчеркнем ряд факторов, которые непосредственно оказывают влияние на эффективность управления:

– создание и внедрение мотивационных и корпоративных программ для кадров всех уровней;

– эффективный подбор кадров и его способность к решению сложных стратегических задач;

– степень развития корпоративной культуры на предприятии.

Вышеперечисленные факторы в состоянии оказывать синергетический эффект в своем интеграционном гармоничном единстве.

Таким образом, эффективность управления может выражаться через общий интегральный индикатор. Такой интегральный индикатор учитывает функционирование все подсистем, результаты анализа отдельных показателей, мониторинг запасов и ресурсов, необходимых для достижения намеченных целей.

Эффективность управления можно определить путем сопоставления объема расходов на управления и объема прибыли. В этом случае нужно принять во внимание следующие моменты:

– цель процесса управления не всегда заключается в извлечении прибыли или дохода;

– результат процесса управления может заключаться в создании социально-значимой ценности определенного товара (услуги и т.п.);

– процесс определения реальных издержек трудоемок и требует значительного времени.

Эффективность управления – это конечный показатель результативности функционирования управляющей системы, который выводится значениями индикаторов субъекта управления (управленческой деятельности), а также индикаторов объекта управления (предприятия в целом и его структурных подразделений)[1].

Данное определение эффективности можно рассматривать как широком, так и в узком смысле. То есть речь идет о том, что степень эффективности выражается качественной характеристикой всей управляемой системы (или совокупности ее

[1] Кочетков А.А. Проблемы оценки эффективности управления // Экономика. Бизнес. Банки. 2021. № 6 (56). С. 41–51.

элементов), с другой стороны, эффективность показывает адекватность управленческих решений.

Сделать однозначную оценку эффективности управления чрезвычайно трудоемкая задача из-за того, что выстроенная система индикаторов результативности в каждой экономической системе не позволяют в полной степени отразить картину реального использования всех факторов производства (ресурсов) и зачастую не содержит общеэкономические индикаторы.

Для всестороннего анализа деятельности любого предприятия или экономической системы необходим комплексный подход, основанный на бесперебойном мониторинге, который бы отслеживал состояние параметров системы на всех этапах разворачивания стратегии развития предприятия. В рамках стратегии целесообразно выделить основные и вспомогательные показатели. Основные показатели призваны обобщать данные, давать полноценную картину отдельных сторон предприятия; вспомогательные показатели помогают оценить «узкие» проблемные места на предприятии, выявить негативные тенденции в отдельных секторах и наметить пути к их устранению.

Система оценки эффективности управления задается как:

1. Группа индикаторов, участвующих в формировании конечных результатов деятельности предприятия, и определении объема управленческих затрат. Ряд ключевых показателей функционирования: размер полученной прибыли за плановый период или плановый показатель рентабельности.

2. Группа индикаторов, непосредственно определяющих качественную сторону, сущность и этапы процесса управления. В этом случае оценка может быть сделана путем анализа, сопоставления и коррекции затраченных управленческих расходов, а также полученных непосредственных результатов (прибыли/убытка). При этом надо учесть, что затраты на управление включают в себя расходы на содержание административных кадров, расходы на повышение квалификации и переквалификацию, расходы на закупку и внедрение IT-технологий.

Важное значение имеют так называемые нормативные показатели, которые являются диапазоном, в пределах которого могут варьироваться те или иные

индикаторы. Нормативные показатели применяются в том случае, если необходимо провести реорганизацию отдельных департаментов на предприятии с целью улучшения группы показателей результативности без ухудшения всех остальных показателей. К нормативным показателям можно отнести такие как:

– степень производительности звеньев (отделов, секторов) предприятия;

– степень экономичности расходования ресурсов (факторов производства);

– уровень адаптации к принятию «нестандартных решений».

– степень надежности и гибкости предприятия.

Перейдем к рассмотрению отдельных особенностей этих показателей:

1. Степень экономичности кадрового потенциала учитывает объем реальных расходов на его содержание в общей доле затрат. Для сегментации отдельных категорий работников и более полного определения их вклада в предприятие, можно рассчитать удельный вес менеджеров среднего звена и низшего звена в общей численности персонала.

2. Степень производительности управленческих кадров можно измерить объемом конечной продукции или полученным объемом соответствующей информации. Такой показатель может быть рассчитан в среднем на одного сотрудника предприятия.

3. Склонность к адаптации – это свойство результативно справляться с поставленными задачами в постоянно меняющейся внешней среде. И чем лучше предприятие справляется с внешними вызовами, тем в большей степени система характеризуется как адаптивная.

4. Гибкость экономической системы наглядно демонстрирует умение быстро реагировать изменяться на внешние факторы и конъюнктуру и находить новые возможности для решения возникающих проблем.

5. Скорость принятия управленческих решений обеспечивается своевременным выявлением возникающих сложностей в процессе управления; здесь особую роль играет быстрота и момент передачи информации топ-менеджменту.

Чтобы объективно оценить имеет ли место эффективное управление, нужно определить, насколько гармонично и слаженно взаимодействуют друг с другом объект и субъект управления, насколько бесперебойно работают каналы передачи данных, насколько отлажен механизм конструктивного взаимного общения. Далеко не последнюю роль играет квалификационный уровень и опыт работы отдельных работников, задействованных в исполнении важных стратегических задач.

Таким образом, общая эффективность управления – это сводный интегральный показатель деятельности, отражающий все аспекты функционирования определенной экономической системы. Эффективность одной экономической единицы может быть рассчитана через интегральный показатель эффективности деятельности всего предприятия.

1.2. Предприятия транспортного сектора и их структура управления[1]

Важную роль при анализе эффективности управления занимает система управления предприятием, выступающая как субъект управления, оказывающий влияние на объект управления.

Система управления предприятием представляет собой набор механизмов и методов принятия необходимых управленческих решений, подчиняющихся определенным регламентам и положениям, установленным на предприятии.

Это могут быть кодексы и правила, касающиеся получения, обработки, хранения и передачи информации, а также отдельные принципы мотивации персонала, отражающие управленческие взаимоотношения внутри коллектива[2].

---

[1] При работе над данным разделом диссертации использована следующая публикация автора, в которой, согласно Положению о присуждении ученых степеней в МГУ, отражены основные результаты, положения и выводы исследования: Кочетков А.А. Виды иерархических структур и управленческие затраты // Финансы, деньги, инвестиции. 2011. № 4 (40). С. 3–8; Кочетков А.А. Модель построения эффективной иерархии управления в организации // Финансы, деньги, инвестиции. 2011. № 3 (39). С. 27–31.

[2] Гайфуллин Б., Обухов И. Современные системы управления предприятием // Компьютер Пресс. 2001. № 9. С. 23—27.

Наиболее важным моментом в системе управления предприятием является процесс обработки информации, в том число большое значение имеет своевременность, оперативность и доведение информации до работников с целью достижения необходимого результата.

Здесь необходимо упомянуть о своевременной мотивации персонала и стимулировании квалифицированных работников для повышения ими качества работы.

Таким образом система управления на предприятии должна сочетать в себе эффективную работу многочисленных подразделений, решающих конкретные задачи в режиме онлайн, и мотивационную составляющую, являющуюся катализатором качества многих управленческих решений.

Эффективная система управления предприятием должна быть ориентирована на выполнение долгосрочной стратегической программы развития с множеством обозначенных целей, которые выражаются количественными и качественными показателями, вписывающимися в общую стратегию развития[1].

Систему управления предприятием можно трактовать как некий неизменный процессор, который последовательно и планомерно обрабатывает явления, факты и события, отсеивая второстепенные проблемы, и сосредотачиваясь на выполнении важнейших задач, от которых зависит прибыль, рентабельность и рейтинг предприятия на рынке.

При этом оценить результативность системы управления достаточно непросто, так как придется сопоставлять ожидаемый результат к необходимым затратам (ресурсам).

В экономической литературе принято выделять следующие аспекты рассмотрения эффективности:

– анализ эффективности структуры управления;

– анализ методологии и принципов управления

– анализ процесса управления.[2]

---

[1] Кудрявцев Е.М. Организация, планирование и управление предприятием. М.: АСВ, 2011. 416 с.

[2] Кунц Г., О'Доннел С. Управление: системный и ситуационный анализ управленческих функций. М.: Прогресс, 1981. 250 с.

Анализ эффективности структуры управления предприятием должен включать в себя изучение рациональности построения иерархических структур (количество отделов, департаментов, менеджеров в подгруппах и число исполнителей), а также обоснованность увеличения штата административного персонала.

При необходимости можно оптимизировать штатную структуру предприятия.

В рамках методологического подхода стоит изучить сопоставимость задач и целей, проанализировать скорость выполнения «рутинных задач», найти новые методы снижения отдельных затрат.

Процесс управления представляет собой целенаправленный и обоснованный вектор командного воздействия субъектов управления (менеджеров, расположенных на различных иерархических уровнях) на различные объекты управления (исполнителей и групп работников, занимающих низшую ступень в иерархической цепочке). В этом большую помощь оказывают современные цифровые технологии, которые ускоряют процесс выполнения рутинных заданий исполнителями.

Таким образом процесс управления является взаимодействием на основе четко сформированной и устойчивой цифровой платформы с целым набором параметров, которые менеджеры высшего звена могут менять в соответствии со своими критериями и задачами для достижения оптимального результата.

Цифровая платформа в этом случае будет являться неким агрегатором, процессором, обеспечивающим прочную связь между иерархическими уровнями подчинения. В рамках цифровой платформы каждый участник процесса управления (менеджер высшего и среднего звена) имеет устойчивый налаженный канал связи со своим подчиненным, что позволяет не только мгновенно получать приказы от руководства, но и осуществлять их промежуточный контроль.

Эффективность работы каждого участника процесса управления непосредственно сказывается на конечном результате деятельности. Особенно это заметно при выполнении определенных стратегических задач.

В этом контексте на первый план выходит реструктуризация системы управления предприятия (в том числе транспортного) и оснащение его самыми современными технологиями, что, зачастую влечет определенные затраты, которые окупаются только в долгосрочном периоде.

В рамках применения системно-целевого похода можно выделить критерии, которые влияют на результативную работу управленческих структур. Одна группа критериев определяет эффективность использования производственных мощностей предприятия. Другая группа критериев призвана учесть влияние внешних факторов.

Сегодня неуклонное изменение внешних воздействующих факторов (форс мажорные обстоятельства, глобальные катаклизма), появляющиеся новые технологии негативно отображаются на деятельности предприятий.

«Слабые звенья» на предприятии еще в большей степени затрудняют процесс управления. В связи с этим зачастую возникает ситуация, когда работа менеджеров среднего звена оказывается недостаточно эффективной; появляется значительный перечень плохо контролируемых затрат и дополнительных расходов – все это является характерными признаками общего падения на производстве.

Вследствие этого процессы структурной перестройки предприятия, прежде всего системы управления, приобретают особую важность в рамках использования системных принципов управления для построения результативной модели управления предприятием.

С течением времени под влиянием внешних факторов система управления предприятием оказывается подверженной различным структурным изменениям, которые выражаются в перестройке ее отдельных звеньев, ликвидацией «проблемных участков» и возможным расширением штата управленцев.

Функционирование системы управления и ее взаимодействие с внешней средой представлено на рисунке 1.2, где отражена структура управления транспортным предприятием и его взаимосвязь с объектом управления, включая возникающие процессы на входе и выходе.

Примечание – Составлено автором.

Рисунок 1.2 – Схема управления транспортным предприятием

Рассмотрим элементы структуры управления транспортным предприятием, которые во многом определяют его стабильное положение на рынке. Эти элементы, будучи объединенными между собой посредством определенных связей (информационных, например) обеспечивают положительный синергетический эффект, повышающий общую эффективность управления.

Приведенные на рисунке 1.2 управленческие структуры являются достаточно распространенными и встречаются на разных типах транспортных предприятий и в логистических перевозках.

Например, это касается автомобильных и экспедиторских компаний, когда используется несколько видов транспорта при доставке определенных грузов.

На основе анализа существующих иерархий управления, можно представить таксономию структур транспортных предприятий, представленную в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Таксономия иерархий управления предприятий транспортного сектора

№ п/п	Тип иерархий управления	Описание
1	Промежуточные (второстепенные) иерархии управления	Промежуточные иерархии управления занимаются выполнением вспомогательных задач по оптимизации и обслуживанию магистральных иерархий управления. Оперативная реакция на «команды» магистральных иерархий управления
2	Магистральные иерархии управления	Между звеньями магистральных иерархий управления имеется хорошо налаженная двусторонняя система взаимных функций и взаимодействий Констатируется наличие четких долгосрочных стратегических задач и целей Наличие высокой степени адаптации к колебаниям конъюнктуры и негативным факторам внешней среды
3	Тензорные иерархии управления	Тензорные иерархии управления могут включать в себя матричные иерархии управления, с различными регламентами принятия управленческих решений, координацию стратегических мероприятий, управление отчетностью по финансовому планированию, обеспечение транспортной логистики, управление мультимодальными перевозками, а также обеспечение доставок грузов в труднодоступные регионы и селы
4	Многокомпонентные иерархии управления	Многокомпонентные иерархии управления встречаются в транспортной логистике со сложными интермодальными перевозками. В многокомпонентных иерархиях управления с помощью специалистов «узкого профиля» можно основательно уменьшить управленческие расходы в целом в транспортной фирме Иногда управление транспортно-складской логистикой не требует непосредственного вмешательства менеджеров высшего звена, так как менеджеры среднего уровня способны справиться с задачей самостоятельно.
5	Хордовые иерархии управления	Хордовые иерархии управления представляют собой «транзитные» логистические звенья единой транспортной сети. Например, в случае вынужденного простоя транспортных средств или из-за невозможности доставки грузов в отдельный регион или местность, хордовые иерархии обеспечивают выполнение логистических задач Хордовые иерархии управления зачастую имеют лишь формальную связь с головным офисом транспортной компании, но служат активным связующим звеном для других отделов транспортной фирмы
6	Несимметричные/ симметричные иерархии управления	Симметрия может лежать в основе архитектонике создания и управления транспортно-логистических сетей, а также изменением числа менеджеров и работников, задействованных в конкретном логистическом процессе (цикле)

Примечание — Составлено автором, результаты опубликованы в работе: Кочетков А.А. Виды иерархических структур и управленческие затраты // Финансы, деньги, инвестиции. 2011. № 4 (40). С. 3–8.

На любом предприятии существуют ведущие стратегические подразделения и департаменты, которые являются достаточно эффективными по многим критериям и потому они определяют во многом лицо фирмы.

Сегодня транспортные предприятия особо значимую роль в экономический жизни страны и их инновационный потенциал неуклонно наращивается. В рамках реализации Транспортной стратегии Российской Федерации[1] предприятия должны ориентироваться на выполнение определенных мероприятий и долгосрочных задач для создания высокотехнологичной транспортной инфраструктуры и оптимизации транспортных процессов. В этой связи рассмотрение структуры управления транспортными предприятиями является особо актуальным вопросом.

Ведущие отделы и департаменты транспортного предприятия составляют «костяк» фирмы и объединены единой управленческой функцией. Они вписываются в магистральные иерархии. В свою очередь промежуточные иерархии представляют собой необходимый вспомогательную платформу, которая занимается эффективным обслуживанием магистральных иерархий и в режиме реального времени должна им оказывать соответствующую информационную и техническую поддержку.

Однако диаграммы, схемы и графики не в состоянии в полной мере отобразить все особенности и характеристики реальной иерархии управления.

Настоящая иерархия управления в любой фирме почти всегда будет многомерной с точки зрения построения иерархических цепочек. Таблица 1.1 отражает уровень субординации между отдельными иерархиями и их отдельные особенности. Однако, взаимодействие между отдельными иерархиями управления внутри предприятия не может быть сведено только к оценке субординации.

Надо подчеркнуть, что на предприятии принятие отдельных управленческих решений осуществляется на основе так называемых регламентов процессов. К примеру, создание маршрута доставки отдельных видов грузов и контейнеров регламентируется определенным внутренним документом (регламентом). На

[1] О Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года : распоряжение Правительства Российской Федерации от 27 ноября 2021 г. № 3363-р. Доступ из электронного фонда нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс».

основе этого регламента менеджер среднего звена действует в рамках своего положенного объема полномочий и принимает на себя часть ответственности. Все управленческие действия задействованных в доставке груза участников, включая руководителя фирмы, полностью подчинены только регламенту. Менеджер по логистике не должен принимать решения, которое не соответствует регламенту.

В любой транспортной организации, в том числе многомерной, всегда остро стоит вопрос конкретной реализации и сроков отдельных стратегических решений. Здесь важно выявить количество и уровень квалификации менеджеров, которые принимают непосредственное участие в разработке и создании долгосрочного стратегического плана, а также правильно распределить приоритеты, и вместе с тем осуществлять промежуточный контроль реализации мероприятий.

Иерархии управления транспортных предприятий имеют целый спектр функциональных направлений[1].

Региональное отделение транспортной компании может иметь отдел, который обеспечивает доставку только контейнерных грузов и этот отдел подчиняется только непосредственно главе регионального отделения. В тоже время руководитель компании, ответственный за перевозки, является также функциональным менеджером регионального отдела, так как обязан координировать деятельность в соответствии с регламентом.

Таким образом выходит, что отдел по контейнерным перевозкам подотчетен сразу двум менеджерам. В это свою очередь вписывается в матричную структуру управления, которая является частным случаем тензорной структуры. Тензорная структура управления не всегда является эффективной для каждой транспортной компании и степень ее эффективности зависит от объема задач, раскиданных по различным отделениям компании. Матричные иерархии управления распространены и на других предприятиях: строительных, сельскохозяйственных и торговых.

Иерархии управления плавно выстраиваются в многомерную картину, которая отражает состав и количество управленческих звеньев, точное количество

[1] Виханский О.С. Стратегическое управление. М.:Гардарика, 1998. 380 с.

менеджеров на разных уровнях и объем задач, поставленных перед работниками. На каждом уровне иерархии действуют разработанные регламенты бизнес-процессов для принятия обоснованных стратегических решений и адекватного финансового планирования.

Хордовые иерархии управления занимают особое место в иерархии управления. Хордовые иерархии выступают как «транзитные» логистические звенья всеобщей транспортной «паутины». В случае если какой-нибудь канал доставки грузов «не работает» в силу форс-мажорных причин (аварии, стихийные бедствия и т.д.), то в «игру» вступают хордовые каналы, которые обеспечивают своевременную доставку груза по расписанию и без опозданий. Хордовые иерархии управления как правило не имеют тесной связи с головным офисом компании, но являются незаменимыми в случае возникновения внештатных ситуаций.

Многокомпонентные иерархии управления характерны для крупных транспортных компаний, занимающихся доставками грузов на далекие расстояния. Это касается компаний, которые доставляют сборные грузы по всей России, а также авиаперевозкой. Многокомпонентные иерархии управления также участвуют в интермодальных перевозках, при которых доставка грузов осуществляется различными видами транспорта.

Мониторинг деятельности вышеописанных иерархий чрезвычайно важен, так как вновь создающиеся иерархии управления увеличивают общие расходы предприятия и косвенно могут приводить к убыткам в случае своей неэффективной деятельности. При расчете экономического риска транспортно-логистические компании учитывают следующие расходы: расходы по возмещению экономического ущерба и управленческие расходы внутри иерархии.

Таким образом, анализ появляющихся иерархий управления дает возможность: 1) определить современную архитектонику построения иерархии и критерии и цели ее организации; 2) оценить рациональность построения иерархии с точки зрения дублирования функций менеджеров и результативности исполнителей; 3) рассчитать размер ущерба, который может быть причинен

контрагентам или партнерам в случае принятия неверных управленческих решений внутри иерархии управления; 4) определить индикаторы эффективности для конкретной иерархии управления.

1.3. ГУП «Московский метрополитен»: особенности структуры управления

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

Отметим отдельные показатели метро. Средняя дальность одной поездки равняется 14,5 приблизительно километров. Более 8 миллионов пассажиров каждый день спускаются в московскую подземку.[1] Около 12 тысяч поездов каждый день курсирует по всем линиям московского метрополитена[2]. Именно метрополитен в состоянии обеспечить оперативное перемещение большого количества людей из одной точки города в пункт назначения.

Интересен показатель, определяющий суточную нагрузку на все линии: он равняется 50 тысячам пассажиров.

На сегодняшний день наиболее загруженными остаются по-прежнему Таганско-Краснопресненская, Замоскворецкая и Серпуховско-Тимирязевские линии метро, которые перевозят свыше 100 тысяч пассажиров.[3].

Вагоны метро курсирует со скоростью, не превышающей 50 км/ч.

Рисунок 1.3 отражает схему служб московской подземки. Эта схема отражает организационную структуру работы ГУП «Московский метрополитен».

---

[1] Metro Operativno / ГУП Московский метрополитен». URL: http://gup.mosmetro.ru/o-metropolitene/ (дата обращения 02.01.2022)

[2] Департамент транспорта и развития дорожно-транспортной инфраструктуры. / Официальный сайт мэра Москвы. URL: http://www.dt.mos.ru/ (дата обращения 05.01.2022)

[3] Мосгортранс // Официальный сайт ГУП «Мосгортранс» URL: http://www.mosgortrans.ru/ (дата обращения 05.01.2022)

Примечание – Составлено автором на основе: Московский метрополитен / ГУП «Московский метрополитен». URL: https://mosmetro.ru/ (дата обращения 05.01.2022).

Рисунок 1.3 – Структура метро

Можно увидеть, что, с одной стороны, структура подразделений московской подземки представляет собой функциональный тип структуры управления, в которой соответствующие отделы построены в рамках выполняемых ими функций и задач. С другой стороны, можно сделать вывод, что структура является матричной, так как отдельные службы работают в тесной связи друг с другом в рамках выполнения различных оперативных задач.

Например, вся информация от оперативных служб поступает в Единый диспетчерский центр, который занимается не только накоплением данных, но и обрабатывает их, являясь главным «мозгом» управляющей системы, способным принять оперативное решение в случае внештатной ситуации.

Отдельного внимания заслуживает медицинский центр – необходимая служба для всех без исключения работников метро, которые проходят плановый медицинский осмотр перед выходом на линию.

Без сомнения одно из важнейших подразделений – служба охраны, задача которой состоит в неуклонном и систематическом подержании порядка на всех объектах структуры ГУП «Московский метрополитен».

1. Служба пути и искусственных сооружений.

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

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. Ревизия по безопасности движения

Аппарат по ревизии безопасности движения образован в 1935 году при Московском метрополитене[1]

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 касающихся различных отклонений и нарушений;

– проведение плановых и внеплановых служебных проверок в случае выявления фактов нарушений безопасности движения[2];

4. Учебно-производственный центр.

В настоящее время учебно-производственный центр является частью Службы профориентации, переподготовки и мотивации персонала. В 2019 году количество слушателей, принявших участие в программах переподготовки и повышения квалификации, составило 20 тысяч человек.[3]

Миссия учебного центра состоит в постоянной организации курсов повышения квалификации и переквалификации штатного персонала московского метро в соответствии с утвержденным перечнем специальностей.

Центр готовит машинистов, помощников машинистов, операторов эскалаторной службы, дежурных по станции и инженеров, контролеров на линии и электромонтеров.

Таким образом учебно-производственный центр является уникальной «кузницей» ценных кадров, которые будет напрямую обеспечивать безопасность в метро.

---

[1] Департамент транспорта и развития дорожно-транспортной инфраструктуры города Москвы // Официальный сайт мэра Москвы. URL: http://www.dt.mos.ru/ (дата обращения 02.01.2022)

[2] Подразделения Московского метро // Интернет-ресурс Московский метрополитен. URL: http://gup.mosmetro.ru/podrazdelenya/7/ (дата обращения 02.01.2022)

[3] Метро Москвы. // Интернет-ресурс Московский метрополитен. Режим доступа: http://gup.mosmetro.ru/podrazdelenya/8/(дата обращения 01.01.2022)

5. Служба пассажирских обустройств.

Основными задачами службы являются:

– обеспечение и проведение планового и внепланового ремонта инфраструктуры метро;

– осуществление контроля за реализацией работ по строительству городских объектов в зоне станционных комплексов;

– контроль за проведением работ, относящихся к инфраструктуре метрополитена[1].

6. Служба безопасности.

Служба безопасности была создана 1 августа 2012 года и стала полноценной правопреемницей Службы контроля[2]. Это одно из самых важных подразделений метрополитена, ибо от нее зависит целостность не только 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 исполнением необходимых предписаний (в тесном сотрудничестве с МВД, МЧС и другими силовым структурами);

– адекватное противодействие нарушениям Правил пользования метрополитеном;

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

– контроль и ограничение допуска сотрудников в технические и служебные подразделения метрополитена;

7. Служба движения.

Служба движения непосредственно занимается планированием и организацией транспортировки пассажиров, организацией распорядка работы станций, а также является центром координации работы подразделений

[1] Наше метро. // Интернет-журнал Наше метро. Режим доступа: URL: https://nashemetro.ru/ (дата обращения 01.01.2022)

[2] Метро Москвы / ГУП «Московский метрополитен» URL: https://gup.mosmetro.ru/podrazdelenya/10/ (дата обращения 01.01.2022)

метрополитена. Особое внимание уделяется повышению уровня безопасности движения подвижного состава, качества и культуры обслуживания пассажиров[1].

В настоящее время основные задачи службы движения направлены на повышение качества системы организации движения поездов, а также планирования движения пассажиропотоков и техническим аспектам в работе станций метрополитена[2].

8. 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.

Действительно именно от этой службы зависит насколько бесперебойным будет график движения. Ведь каждый туннель оснащен механизмами сигнализации и блокировки рельс.

9. Служба электроснабжения.

Служба электроснабжения является одной из важнейших служб, как как на нее 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 пассажиров[3].

---

[1] Метро Москвы // Инпернет-ресурс Московский метрополитен. URL: http://gup.mosmetro.ru/podrazdelenya/12/(дата обращения 06.01.2022)

[2] Московское метро // Интернет-журнал «Наше метро». URL: https://nashemetro.ru/put.shtml (дата обращения 06.01.2022)

[3] Метро Москвы / ГУП «Московский метрополитен». URL: http://gup.mosmetro.ru/podrazdelenya/15/ (дата обращения 02.01.2022)

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

10. Служба связи.

Служба связи создана 1 июля 2012 года на основании соответствующих распоряжений.[1]

В состав службы связи входит дистанция капитального ремонта, дистанция пожарной сигнализации, дистанция видеонаблюдения, дистанция пассажирской автоматики, а также, лаборатории связи, радио и телевидения, электротехнические мастерские.

Служба связи осуществляет:

– эксплуатацию телефонных станций метро;

– обеспечение коммуникационной связи между структурными подразделениями метро;

– ремонт и обслуживание устройств связи, обеспечивающих безопасность и бесперебойное движение поездов;

– ремонт и обслуживание механизмов и устройств видеонаблюдения, систем контроля за функционированием станций;

– контроль за проходом в тоннели;

– управление системами контроля и доступа в служебные помещения (СКУД);

– поддержание в рабочем режиме оборудования и устройств, которые находятся в компетенции Службы связи;

– применение новых технологий, а также передового опыта, максимально эффективное использование производственных мощностей;

– повышение степени автоматизации трудовых процессов[2].

[1] Метрополитен Москвы.// Интернет-журнал Наше метро. URL:http:// nashemetro.ru/put.shtml (дата обращения 02.01.2022)

[2] Метро Москвы. / ГУП «Московский метрополитен». URL: http://gup.mosmetro.ru/podrazdelenya/15/ (дата обращения 02.01.2022)

11. Эскалаторная служба.

Эскалатор представляет собой сложный комплексный технический механизм, который обеспечивает подъем и спуск пассажиров в вестибюлях и на переходах. Эскалатор по сути является незаменимым агрегатором, без которого маломобильные пассажиры не смогли бы пользоваться метро.

С внешней стороны, эскалатор представлен балюстрадой, лестничное полотно и поручень, которые объединены единой связью и обеспечивают необходимую транспортировку пассажиров с максимально комфортной скоростью[1].

В обязанности работников эскалаторной службы входит постоянный осмотр агрегатов эскалатора, а также смазывание и чистка от пыли и засоров эскалаторного полотна, так как попадание инородных предметов может привести к заклиниванию или поломки цепей эскалатора. Также необходимо заниматься обслуживанием и ремонтом лифтов и других подъемных платформ для инвалидов[2].

Основные цели эскалаторной службы:

– поддержание адекватного состояния эскалаторного полотна;

– обеспечение бесперебойной работы оборудования машинных залов;

– контроль за работой диспетчерских пунктов, электрощитовых, и соблюдение правил технической эксплуатации метрополитена [3].

Эскалаторная служба осуществляет:

– мониторинг функционирования эскалаторов, лифтов и подъемных платформ, и устройств для маломобильных на метрополитене;

– техническое обслуживание и эксплуатацию эскалаторного полотна, лифтовых платформ для инвалидов;

– формирование графиков функционирования эскалаторного полотна, принимая во внимание меняющуюся интенсивность потока пассажиров в зависимости от времени суток, а также разработку и планирование графиков

[1] Метро // Интернет-журнал Метровэй. URL: http://metroway.ru (дата обращения 02.01.2022)
[2] Метрополитен Москвы. // Интернет-ресурс Московское метро. URL: http://gup.mosmetro.ru/podrazdelenya/67/ (дата обращения 01.01.2022)
[3] Метро Москвы.// Интернет-журнал Московское метро URL: http://mosmetro80.ru/ (дата обращения 03.01.2022)

профилактических и капитальных ремонтов[1] эскалаторов, в том числе и оперативное руководство за работой бригад по ремонту эскалаторных механизмов;

– разработка и реализация профилактических мер планово-предупредительного характера по дальнейшему повышению степени бесперебойности функционирования лифтовых и эскалаторных механизмов;

– организация и планирование текущих, среднесрочных и долгосрочных капитальных ремонтов эскалаторного полотна, а также проведение текущего ремонта эскалаторных и лифтовых механизмов и агрегатов;

– реализация отдельных мер по повышению качества эксплуатации эскалаторного и лифтового комплекса, а также увеличение пропускной способности веток;

– надзор за выполнением капитального строительства объектов, а также контроль за монтажом поставляемых лифтов, эскалаторов, подъемных платформ для инвалидов и маломобильных граждан;

– применение перспективных технологических процессов при обслуживании и ремонте лифтовых и эскалаторных механизмов[2].

12. Электромеханическая служба.

Сотрудники электромеханической службы обеспечивают функционирование и поддержание работы метро вентиляции в тоннелях и на станциях, водоснабжения теплоснабжения, водоотлива и канализации [3].

Основные задачи электромеханической службы:

– обеспечение и поддержание комфортных условий транспортировки пассажиров;

– контроль за регламентом движения поездов при помощи высококачественного технического обслуживания[4].

---

[1] Московская подземка // Интернет-журнал Метромост. URL: http://www.metromost.com/alb/800.htm (дата обращения 03.01.2022)

[2] Метро Москвы / ГУП «Московский метрополитен» URL: http://gup.mosmetro.ru/podrazdelenya/67/ (дата обращения 05.01.2022)

[3] Метро Москвы / Интернет-журнал. Наше метро.URL: https://nashemetro.ru/put.shtml (дата обращения 01.01.2022)

[4] Метрострой в Москве/ Интернет-журнал Метрострой. URL: http://www.metromost.com/alb/800.htm (дата обращения 06.01.2022)

13. Служба энергоресурсов и развития энергосети.

На основании федеральных законов от 26.03.2003 № 35-ФЗ «Об электроэнергетике», 27.07.2010 года № 190-ФЗ «О теплоснабжении», 07.12.2011 № 416-ФЗ «О водоснабжении и водоотведении» были определены новые принципы работы в сферах электроэнергетики, теплоэнергетики и водоснабжения[1].

Московский метрополитен – это крупнейший потребитель электроэнергии, водоснабжения, тепловой энергии в процессе обеспечения транспортировки пассажиров[2].

Служба энергоресурсов и развития энергосети занимается оказанием услуг по отраслевому законодательству, с максимальной эффективностью для потребностей метро, а также занимается развитием энергосетей.

Служба энергоресурсов и развития подчиняется главному инженеру метрополитена.

Основные задачи Службы энергоресурсов:

1. Обеспечение технологического подсоединения и подключения всех объектов метрополитена к электрическим, тепловым сетям, сетям водоснабжения, а также технологическое подсоединение отдельных объектов к ресурсоснабжающим сетям метро.

2. Планирование и подготовка необходимых расчетов в рамках ряда мероприятий, которые ориентированы на снижение себестоимости закупаемой электрической энергии, тепловой энергии, услуг по холодному водоснабжению и водоотведению (энергоресурсы).

3. Контроль за выполнением расчетов стоимости приобретаемых метрополитеном энергоресурсов, а также выполнение расчетов для установления оптимальных тарифов на оказываемые услуги.

---

[1] Московское метро. / Московский метрополитен. URL: https://mosmetro.ru/about/structure/ (дата обращения 04.01.2022)

[2] Метро. // Интернет-журнал «Метро». URL: http://www.metro.ru/ (дата обращения 05.01.2022)

14. Служба качества.

1. Департамент качества занимается разработкой собственной уникальной процессной модели по менеджменту качества в рамках реализуемой Политики в области качества, которая была утверждена руководством Московского метрополитена.

2. Разработка и создание методического обеспечения необходима для успешной координации отдельных вопросов по качеству как внутри структурных подразделений метрополитена, так и в целом для создания единого методического пособия.

3. Запуск обучающих программ повышения квалификации в рамках внедрения эффективной системы менеджмента качества[1].

15. Служба охраны труда.

Служба охраны труда была создана в 2018 году[2].

Задачи службы охраны труда:

– организация и координация деятельности, направленной на реализацию в метро государственной политики в области охраны труда;

– проведение мероприятий (в том числе обучающих) по предупреждению и профилактике травматизма и профессиональных заболеваний;

16. Медицинская служба.

Медицинская служба – одна из важнейших структурных подразделений метро. Она была создана 1 января 2014 г.[3]

Медицинская служба включает в себя:

– Терапевтический пункт,

– Отдел санитарно-эпидемиологического контроля,

– Сектор аналитики,

– Центр психофизиологического обеспечения,

– Здравпункты[4].

---

[1] Московское метро./ ГУП «Московское метро»: URL: http:// http://www.metro.ru/ (дата обращения 02.01.2022)
[2] Метро Москвы / Интернет- журнал Мосметро. URL: http://mosmetro.ru/ (дата обращения 03.01.2022)
[3] Наше метро./ ГУП «Московский метрополитен» URL: http://gup.mosmetro.ru/podrazdelenya/73/ (дата обращения 07.01.2022)
[4] Транспорт Москвы. // Официальный сайт Департамента транспорта Москвы. URL: http://transport.mos.ru/ (дата обращения 07.01.2022)

Задачи медицинской службы:

– осуществление необходимых медицинских осмотров работников локомотивных бригад перед выходом на рейс. Осмотр касается помощников машинистов, машинистов, водителей автотранспорта;

– осуществление постоянного контроля за здоровьем машинистов и других работников метро;

– обеспечение стабильного психофизиологического состояния работников локомотивных бригад;

– организация и проведение необходимых плановых и внеплановых профилактических мер (сезонных вакцинаций и т.д.);

Осмотры осуществляются силами медицинских работников, которые имеют соответствующее профессиональное образование, а также необходимую профессиональную подготовку в проведении медицинских осмотров[1].

17. Оздоровительный комплекс.

Оздоровительный комплекс метрополитена предназначен для сотрудников метро. Он рассчитан на прием максимально 200 человек и предлагает номера гостиничного типа.

Рассмотрение вышеперечисленных служб метро демонстрируют нам пример типичной матричной структуры управления. В подобной структуре управления происходит группирование подразделений по нескольким критериям [2]

В матричной структуре управления управление по функциям и задачам осуществляется непосредственно начальниками соответствующих служб; с другой стороны, все службы подчинены непосредственно начальнику метрополитена.

Надо отметить, что матричная форма является достаточно гибкой и удобной формой управления.

Преимущества матричной системы метро:

– возможность активного взаимодействия с функциональными подразделениями, усиление взаимосвязи между ними; (в частности, это особенно

[1] Метро Москвы // Интернет-журнал Мосметро. URL: http://www.mosmetro.ru/ (дата обращения 08.01.2022)
[2] Организационная структура управления // Интернет-ресурс «Электронная энциклопедия». URL: http://www.up-pro.ru/encyclopedia/organizacionnaya-struktura.html (дата обращения 09.01.2022)

важно, когда происходит сбой или авария и службы должны оперативно договариваться друг с другом);

– четкое разделение задач и функций управления между отдельными руководителями, закрепленных за отдельными проектами (ремонт, модернизация, планирование маршрутов движения и т.д.);

Недостатки матричной структуры метро:

– сложность установления четкой ответственности при решении определенной задачи особенно в чрезвычайной ситуации (особенно в случае серьезной катастрофы метро, когда будут разбирать оперативность каждого подразделения и степень ответственности и т.д.);

– возможность нарушения установленных правил и запретов в случае необходимости принятия оперативного решения (в случае серьезного сбоя, влекущего длительную задержку и необходимости принятия оперативных шагов вне Инструкций);

– возникновение конфликтов между руководителями отдельных служб;

– длительность согласования конкретного плана мероприятий в экстренной ситуации.

Надо отметить, что создание единого диспетчерского центра в 2019 году (ЕДЦ), который призван аккумулировать оперативные сведения о возможных сбоях на дистанциях и внештатных ситуациях[1], и будет весьма полезным начинанием и повысит эффективность принятия решений в чрезвычайных ситуациях.

Идея ЕДЦ состоит в объединении диспетчерских службы движения, электромеханических и эскалаторных служб, которые ранее располагались на проспекте Мира.

ЕДЦ будет также включает в себя службу электроснабжения и ситуационный центр. Оперативная работа ЕДЦ обеспечивается силами 800 специалистов различных служб (диспетчеров, дежурных и т.д.). Предусмотрено обязательное

[1] Московское центральное кольцо. // Интернет-ресурс МЦК. URL: https://www.mos.ru/mayor/themes/2299/6001050/ (дата обращения 04.01.2022)

нахождение на месте не менее 200 человек, которые будут способны принимать важные решения в случае внештатных ситуаций.

Основной задачей ЕДЦ является оперативное управление всеми системами метро: начинания от планирования графиков движения поездов вплоть до работы системы вентиляции.

Кроме того, ЕДЦ будет выполняет задачи по повышению качества перевозки пассажиров. Важным составным элементом ЕДЦ является Центр организации перевозок (ЦОП). В ЦОП оборудованы рабочие места для оперативной работы всех технических категорий работников, дежурных, операторов и т.д. [1].

Вся оперативная информация, направляемая в ЕДЦ, поступает в режиме онлайн, и транслируется на «видеостену». На большом экране можно увидеть текущий статус функционирования отдельных подразделений метро, в том числе показатели пассажиропотока, исполнения графика движения.

Представляется целесообразным предусмотреть создание в структуре метро Единой службы аварийных бригад (ЕСАБ). Такая служба должна постоянно быть готовой в любую секунду добраться до определенной станции метро или оказаться в нужном тоннеле для исправления внештатной ситуации. Аварийные бригады должны быть закреплены за каждой конкретной линий метро и находиться в постоянной близости от нее. Предусмотреть, что у ЕСАБ будет особый плановый и внеплановый график работы в две смены (дневную и ночную).

При этом время между «вызовом бригады» и «прибытием на место» не должно превышает – 5-15 минут. Служба аварийных бригад должна в этом смысле ежедневно держать «руку на пульсе» и ее сотрудники должны понимать, что в любую минуту дня и ночи их могут вызвать на объект. В этом смысле разумно расширить не только штат метрополитена такими сотрудниками, но и предусмотреть их размещения в соответствующих подразделениях метро. При этом «рассадка» сотрудников ЕСАБ службы должна быть оптимально распределена по всем линиям московского метро с тем расчетом, чтобы не

[1] РИАМО. Единый диспетчерский центр Метро / ГУП «Московский метрополитен». URL https://riamo.ru/article/385062/edinyj-dispetcherskij-tsentr-metro-moskvy-nachal-rabotu-v-zdanii-byvshego-kinoteatra-erevan.xl (дата обращения 04.01.2022)

группировать их в одном месте (помещении), а разместить их с учетом протяженности линий и проблемных участков.

Выводы по главе 1:

1. Эффективность управления представляет собой комплексный многоаспектный показатель функционирования экономической системы. Эффективность управления ранжируется при помощи системы индикаторов, применимых к определенным типа предприятий в рамках заданных критериев оптимальности.

2. Анализ современных управленческих структур транспортной отрасли позволяет выделить таксономию иерархий управления, которая позволяет выявить характерные связи внутри структур управления, а также наметить ряд мероприятий, снижающих риск убытков и ущерба.

3. Структура управления московским метрополитеном является матричной системой, в которой процесс управления по функциям и задачам осуществляется непосредственно начальниками соответствующих служб; с другой стороны, все службы подчинены непосредственно начальнику метрополитена.

ГЛАВА 2. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТРАНСПОРТНОГО СЕКТОРА

2.1. Процесс управления на предприятиях транспортного сектора

По мнению ряда ученых одним из наиболее эффективных и наиболее рациональных подходов к рассмотрению проблем управления является процессный подход[1]. В основе процессного подхода лежит идея, что эффективность любой экономической деятельности повышается, если управлять ею как процессом. Для результативного функционирования любое предприятие должно ранжировать и структурировать в собственной деятельности процессы, которые ориентированы на конкретного потребителя. Эти процессы можно рассматривать как бизнес-процессы; они всегда связаны с производством услуг и товаров; необходимо определить владельцев процессов, которые несут полную ответственность за качество их реализации, затем вести постоянный контроль за индикаторами процессов (перечень показателей по процессам, которые позволяют «держать руку на пульсе» - вовремя сообщать о возникающих проблемах и отслеживать текущее состояние).

В крупных городах транспортные предприятия существуют уже долгое время и имеют устойчивые сложившиеся процессы, тесно связанные со спецификой отдельного региона и другими внешними факторами. Изменение внешней среды предъявляет серьезные требования к «реакции» предприятий на внутренние (нехватка кадров) и на внешние (обострение конкуренции на рынке перевозок) вызовы. Таким образом разработка детальной процессного подхода является необходимой задачей. Зачастую трудность состоит в том, что транспортные предприятия, давно существующие на рынке (более 10 лет), не могут быть адекватно расписаны на бизнес-процессы руководством предприятия.

[1] Ансофф И. Стратегическое управление. М.: Питер. 2009. 334 с.

Процесс управление заключается в реагировании на возникающую ситуацию рутинными поручениями, что приводит к искажению смысла ответственности владельца процессов и выпадению «проблемных участков», на которые в данный момент руководство не обращает внимание.

Применение процессного подхода на транспортных предприятиях позволяет определить и четко обозначить сами процессы, а также выявить информационные связи между ними, скорректировать нужные управляющие воздействия и подготовить требуемый объем ресурсов – все это позволяет приступить к оптимизации организационной структуры предприятия; более рациональности осуществить планирование, контроль и анализ внутри предприятия.

С другой стороны, нужно учесть организационно–экономическую и производственно-техническую сложность организации систем пассажирских транспортных перевозок, что делает необходимым использование специальных средств анализа и описания. Для создания адекватной функциональной процессной модели предприятия удобно использовать методологию моделирования IDEF0[1].

Методология моделирования IDEF0 позволяет создать полный процесс, который будет отображать все функции и структуру системы в целом, включая все информационные потоки, материальные объекты, тесно связанные с функциями управления. Визуализация процессной модели может быть сделана при помощи графического языка описания, который наглядно отражает полный спектр производственных, деловых, и других операций на предприятия на любом уровне управления. Составленные диаграммы на основе стрелок и блоков легко воспринимаются и читаются. Построение диаграмм обычно выполнено согласно иерархическому принципу, в соответствии с которым на верхнем уровне «пирамиды» отображены основные функции управления, а затем происходит их уточнение и детализация. Модель очень точно описывает процессы, происходящие

[1] IDEF0 – это часть общей методологии IDEF (ICAM Definition), разработанной в США в рамках Программы интегрированной компьютеризации производства ICAM (Integrated Computer Aided Manufacturing) и направленной на увеличение эффективности промышленных предприятий посредством широкого внедрения компьютерных (информационных) технологий. / Интернет-ресурс «Справочные материалы по информационным технологиям». URL: https://itteach.ru/bpwin/metodologiya-idef0 (дата обращения 09.01.2022)

в системе, отображает качество управления, определяет какие средства используются для выполнения отдельных функций.

Ниже предлагается макет процессного подхода к транспортному предприятию, который разработан в соответствии с методологией IDEF0. В нем исследованы процессы, которые присущие любому транспортному предприятию, что позволяет выявить общие задачи, закономерности и проблемы.

В макете имеется так называемая функция верхнего уровня, которая при моделировании охватывает деятельность транспортной компании во всей ее полноте. С другой стороны, для определения общего подхода к управлению транспортным предприятием можно ограничиться моделированием основного вида деятельности – то есть перевозкой пассажиров.

Необходимо отметить, что рассматриваемая в этой главе процессный подход к управлению транспортным предприятием не является единственно правильным и всеобъемлющим, а лишь отражает подход автора настоящего диссертации к этой проблеме.

Таким образом производственная функция разделяется на 5 самостоятельных процессов:

– планирование перевозок (пассажиров);

– выполнение перевозок (пассажиров);

– обеспечивать безопасность перевозок (пассажиров);

– контроль перевозок (пассажиров) и управление ими;

– анализ перевозок (пассажиров).

При дальнейшем моделировании каждый процесс распадается на более мелкие пока не достигается нужная степень детализации управления. Надо отметить, что IDEF0-моделирование является весьма трудоемкой задачей и требует непредвзятой оценки целого предприятие, так его отдельных аспектов. Такая оценка приносит большую пользу руководителю, который непосредственно участвовал в этой работе, так как предполагает новое переосмысление и понимание организации управления транспортом.

В этом, любой управленческий процесс транспортного предприятия разделяется на четыре подчиненных процесса:

– планирование управленческого процесса;

– выполнение управленческого процесса;

– контроль управленческого процесса;

– анализ причин отклонений управленческого процесса от планируемого уровня.

В рамках IDEF0-модели мы получаем формальное описание каждого отдельного процесса, адекватно определяем его входы и выходы, выявляем необходимый объем ресурсов и оцениваем необходимое управляющее воздействие. Указанные воздействия представлены на рисунках 2.1 и 2.2.

Процесс. Управление деятельностью транспортного предприятия:

– разработка политики и нормативно-правовых акты постоянного действия;

– осуществление учета и анализа финансово – хозяйственной деятельности.

Процесс. Планировать показатели деятельности предприятия:

– планирование финансовых показателей;

– планирование показателей выполнения транспортной работы;

– оперативное управление изменениями и улучшениями.

Процесс. Осуществление перевозки пассажиров (бизнес – процесс):

– планирование все видов перевозок;

– мониторинг рынка перевозок;

– мониторинг пассажиропотока на маршрутах;

– изучение потребностей в доставке пассажиров на работу и с работы

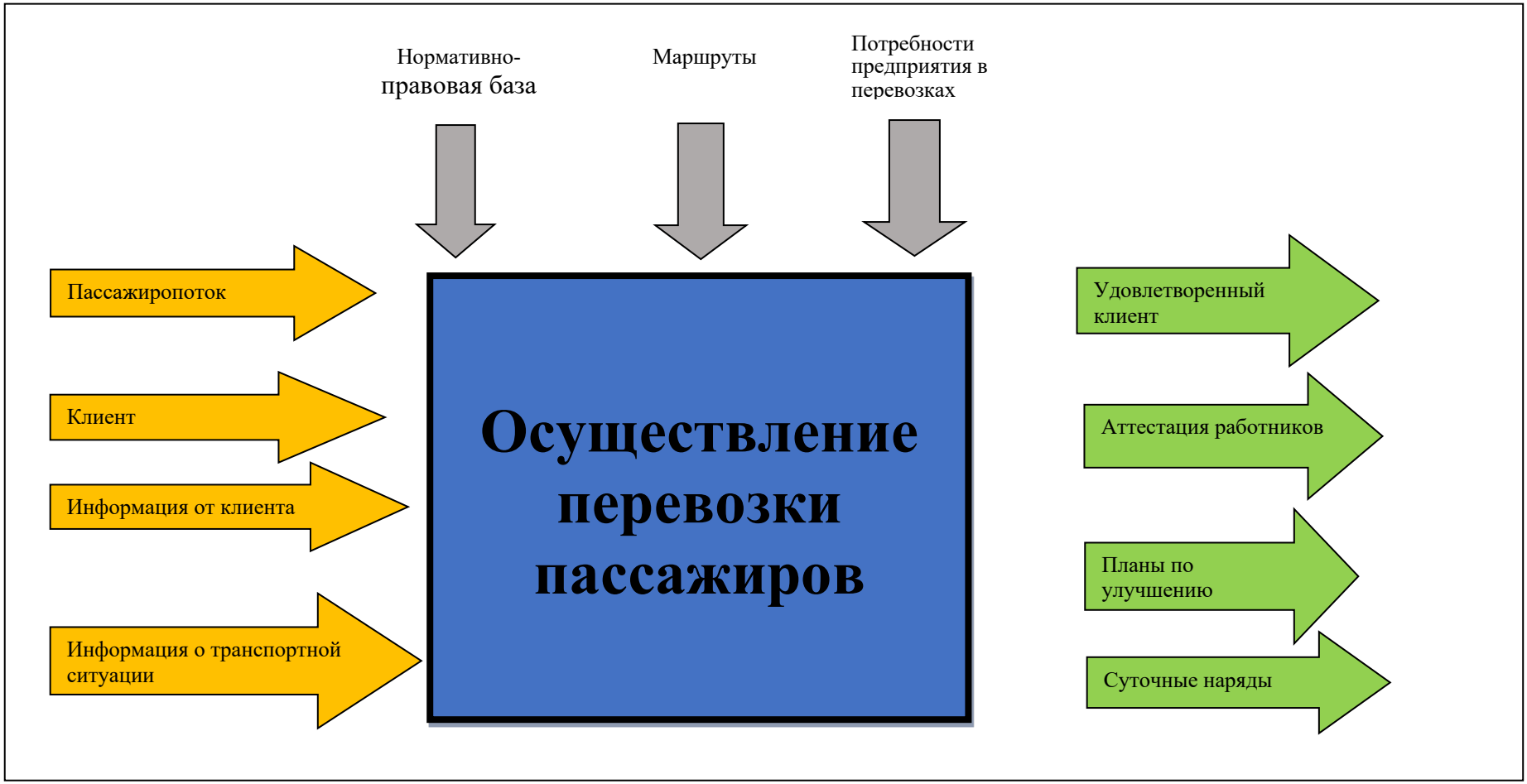
– изучение потребностей в дополнительных рейсах и маршрутах в праздничные дни;

– изучение потребностей оказания технической помощи на линии;

– изучение потребностей в хозяйственных перевозках;

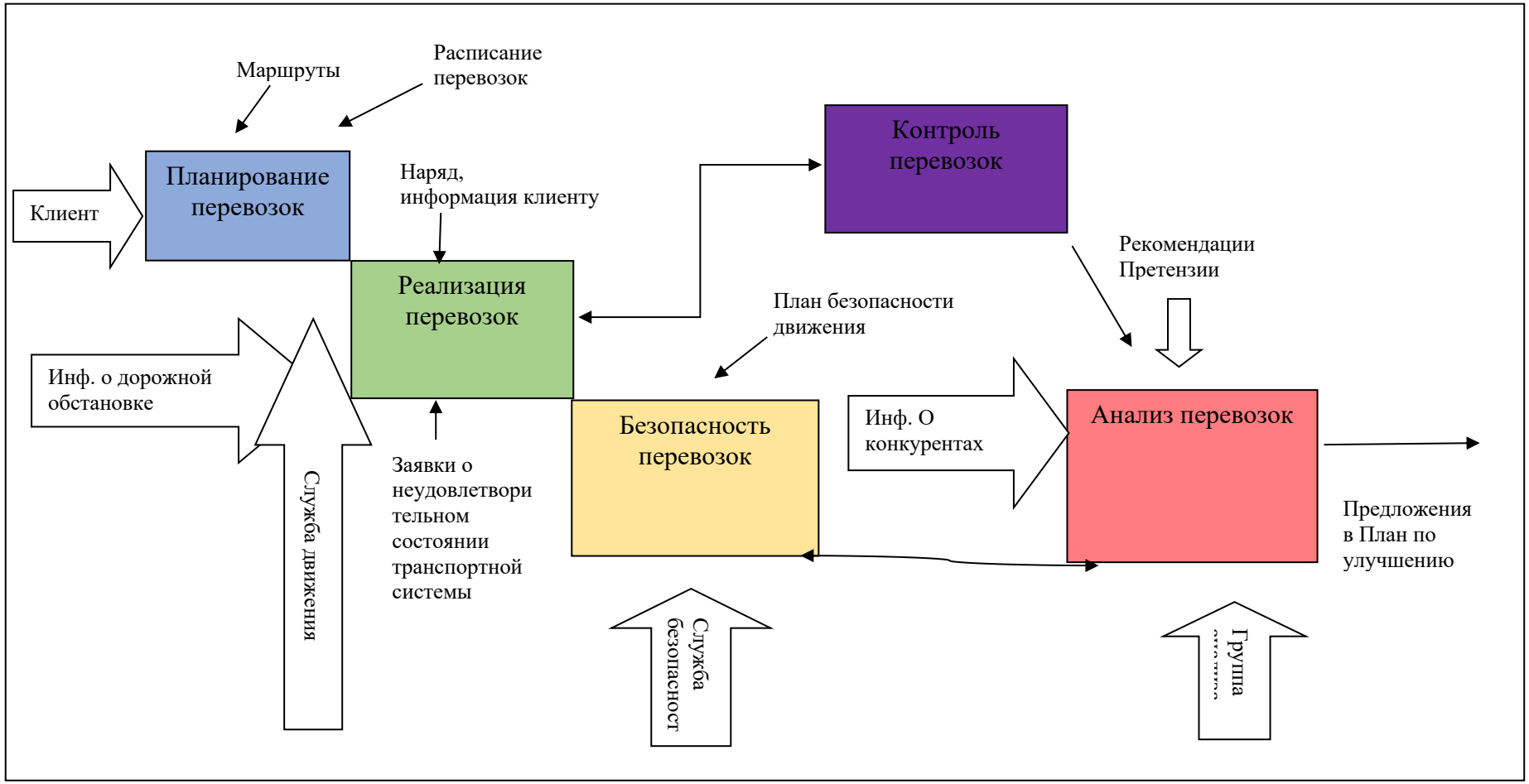
– определение ежедневного объема транспортной работы;

– составление плана ежедневной транспортировки пассажиров на маршрутах;



Примечание – Составлено автором.

Рисунок 2.1 – Процесс «Осуществление перевозки пассажиров» – входы, выходы, ресурсы и ограничения



Примечание – Составлено автором.

Рисунок 2.2 – Процесс «Осуществлять перевозку пассажиров» – декомпозиция

– формирование отдельного расписания для отдельных маршрутов для разных дней недели;

– формирование ежедневного общее расписания для контроля работы в оперативном дне;

– формирование плана перевозок пассажиров следующий месяц;

– формирование ежедневного план доставки работников на работу и с работы

– составление плана дополнительных перевозок в праздничные дни

– планирование работы техпомощи

– составление ежедневного графика работы транспортного предприятия

– составление графика работы водителей и кондукторов на заданный период

– подготовка суточных нарядов;

– подготовка путевых, билетно–учетных листов, заказ-нарядов.

Процесс. Перевозка пассажиров (бизнес-процесс):

– выдача и прием путевые и билетно – учетные листы, заказ-наряды;

– выдача и прием билетной продукции;

– оснащение устройствами для электронной оплаты проезда;

– обеспечение кондукторов необходимой экипировкой;

– получение оперативной и достоверной информации, необходимой для управления пассажирскими перевозками в рамках оперативного дня

– принятие решения о необходимости корректирующих действий;

– оперативная корректировка заданий;

– информирование потенциальных клиента об условиях (изменении условий) по предоставлению услуг;

– осуществление перевозки пассажиров;

– прием выручки (наличных денег) и считывание данные с устройств электронной оплаты проезда (электронные данные).

Процесс. Контроль за перевозками пассажиров:

– контроль качества выполнения транспортной работы;

– контроль безопасности перевозок;

– контроль выручки и других доходов от перевозок;

– контроль работы на линии;

– контроль эффективность использования парка предприятия, эффективности использования рабочего времени водителей и кондукторов;

– контроль графиков работы и фактический режим отдыха и труда кондукторов и водителей;

– контролировать за предоставлением и использованием рекламных мест и площадок (наружная и внутренняя реклама на вагонах);

– контроль выполнение заказных перевозок;

– контроль выполнения финансовой и технологической дисциплин.

Процесс. Измерение удовлетворенность клиентов:

– регистрирование и анализ жалоб и предложения;

– проведение опросов пассажиров;

– осуществление агентских проверок.

Процесс. Анализ перевозок пассажиров и грузов:

– определение причин недостаточных величин показателей деятельности (отклонений значений показателей от плановых);

– формирование предложений, направленные на улучшение качества результатов деятельности.

Процесс. Обеспеченность ресурсами:

– обеспеченность предприятия компетентными кадрами;

– прием квалифицированных сотрудников;

– обеспеченность компетентными сотрудниками;

– обеспечение здоровья сотрудников;

– проведение медосмотр при приеме на работу;

– проводить регулярных обязательных медосмотров;

– проведение предрейсовых и послерейсовых медосвидетельствований;

– обеспечение профилактики отдельных заболеваний;

– обучение и контроль знаний сотрудников.

Процесс. Анализ и оценка результатов работы сотрудников:

– контролировать работу машинистов;

– контроль работы кондукторов;

– контроль работы других категорий сотрудников;

– мотивация сотрудников в соответствии с результатом труд;

– обеспечение безопасных и удобных условий труда;

– обеспечение безопасных условий труда на каждом рабочем месте;

– обеспечивать доставку сотрудников с работы и на работу в ночное время;

– проведение социальной политики в отношении работников;

– своевременный учет и оплата труда работников;

– выделение необходимого количества транспортных средств для выполнения заданной транспортной работы (технически исправных транспортных средств, оборудованных средствами навигационного контроля);

– регулярное обновление парка транспортных средств.

Процесс. Изучение рынка транспортных средств:

– обоснование план замены транспортных средств;

– получение новых транспортных средств в рамках договоров;

– своевременная утилизация устаревшего оборудования и агрегатов;

– адекватный учет транспортных средств и агрегатов;

– страхование транспортных средств;

– проведение необходимого технического освидетельствования транспортных средств;

– обеспечение требуемого технического состояния транспортных средств;

– планирование требуемой технической готовности транспортных средств;

– проведение регламентных работ по транспортным средствам;

– своевременное осуществление ремонта транспортных средств;

– планирование ремонта узлов и агрегатов;

– обеспечение ремонтных зон необходимыми запасными частями

– проведение мониторинга технического состояния всего парка транспортных средств;

– контроль качества обеспечения технической готовности;

– контроль сроков и качества ремонта;

– контроль качества регламентных работ;

– контроль обеспечения запасными частями.

Процесс. Анализировать причины отклонений от плановых значений:

– обеспечение транспортных средств исправными средствами спутниковой навигации;

– обеспечение транспортных средств надлежащей экипировкой

– обеспечение чистоты транспортных средств;

– обеспечение сохранности транспортных средств;

– обеспечение необходимым технологическим оборудованием;

– обеспечение энергоносителями;

– обеспечение средствами связи.

Процесс. Осуществление материально – техническим обеспечением:

– планирование материально – технического обеспечения;

– планирование обеспечения запасными частями;

– планирование обеспечения расходными материалами;

– планирование прочего материально – технического обеспечения.

Процесс. Выполнение материально – технического обеспечения:

– выполнение материально – технического обеспечения;

– выбор наиболее привлекательных поставщиков и подрядчиков;

– заключение договора поставки;

– покупка и получение материальных ценностей;

– приходование на склад;

– обеспечение запасными частями собственного изготовления.

Процесс. Контроль качества материально – технического обеспечения:

– анализ причин отклонений;

– осуществление информационного обеспечение бизнес – процессов и их совершенствование на основе IT-технологий;

– планирование информационного обеспечения и развитие IT-инфраструктуры;

– выявление потребности бизнеса и планировать развитие IT-сервисов.

Процесс. Планирование, развитие и модернизация инфраструктуры:

– мониторинг рынка средств компьютерной и оргтехники, программного обеспечения;

– планирование лицензионного обеспечения;

– предоставление информации в количестве и объеме, необходимом для принятия управленческих решений;

– упрощение технологических процессов и уменьшение их трудоемкости.

– обеспечение оговоренный с бизнесом уровень предоставления сервисов (SLM)

– управление инцидентами и обеспечивать работы службы поддержки пользователей;

– управление конфигурациями сетей;

– управление изменениями;

– управление проблемами;

– управление инфраструктурой и приложениями;

– контроль качества информационного обеспечения;

– измерение степени удовлетворенности пользователей и бизнеса.

Следующий важный шаг – это определение для каждого управляющего процесса критических факторов успеха (КФУ), перечня состояний, о возникновении которых всегда нужно иметь информацию, а также о ключевых показателях результативности процесса (его индикаторах). Это позволяет спланировать мероприятия по обеспечению реализации управляющих процессов в режиме «как должно быть». Затем следует выявление владельцев процессов, а после можно переходить к созданию соответствующей организационной структуре, написанию нормативных актов о работе департаментов и отделов, должностных инструкций, созданию технологических регламентов, циркуляров Отдельные результаты этой работы приведены ниже. За основу взяты не полные характеристики процессов, и они не претендует на то, чтобы быть исчерпывающими; они лишь показывают подход к решению задач.

Например, рассмотрим процесс «Управление деятельностью транспортного предприятия». Возьмем основные подпроцессы и основные его характеристики.

Владельцем указанного процесса является сам глава транспортного предприятия. Надо отметить, что процесс назначения «владельцев процессов» не должен быть спонтанным. Процесс должен быть адекватно осознан главой предприятия как процесс, который требует постоянного внимания – внедрения новых инноваций, постоянного совершенствования, внедрения современных методик управления. Возьмем другой пример. Процесс «Осуществление перевозки пассажиров».

Конечным продуктом указанного процесса является клиент, который должен быть удовлетворен (или не удовлетворен) качеством перевозок.

Процесс перевозок охватывает самый широкий спектр клиентов, среди которых наибольшую долю занимает горожане и «гости столицы», которые постоянно перемещаются по городу по служебной и личной необходимости. В большинстве случаев клиент будет удовлетворен качеством перевозки если ему предоставлена полная и достоверная информация о ней (общее время в пути, гарантия безопасности; уровень комфорта; вежливость; доступность приобретения билетов, возможность их пополнения; а также тарифы на проезд).

Органы городской администрации в свою очередь сами могут выступать в качестве пользователей транспортных услуг и также выступают заказчиками плановых перевозок.

Помимо различных категорий клиентов, процесс «Осуществление перевозки пассажиров» включает в себя большой объем информации о потребностях, пожеланиях и замечаниях пассажиров, которые обнаруживаются в процессе их транспортировки. Информация также может о появлении конкурентных транспортных компаний, которые могут предлагать более дешевые тарифы и льготный проезд для отдельной категории граждан.

Таким образом на выходе процесса можно получить удовлетворенного пассажира, который с комфортом и за минимальное время добрался до пункта назначения, а также возможность анализа претензий «неудовлетворенных» клиентов с целью построения более оптимальных маршрутов и созданию более комфортных условий перевозки.

При этом при анализе и оценке качества транспортировки будут играть важную роль: указы и распоряжения органов городской администрации, заказ от муниципалитета, договора на осуществление маршрутов, а также обеспечение необходимыми ресурсами (парк транспортных средств).

В таблице 2.1 приведены критические факторы успеха, перечень необходимых состояний, о котором нужно иметь постоянное представление, а также индикаторы процесса. Реализация процесса обеспечивается наличием достаточного количества ресурсов.

Таблица 2.2. показывает объем ресурсов, который лежит в основе обеспечения бесперебойной работы транспорта при перевозке пассажиров. В частности, имеет значение наличие большого парка транспортных средств и взаимодействие с соответствующими логистическими подразделениями.

В таблице 2.3 приведен набор управленческие функций, относящихся к работе служб и подразделений транспортных предприятий. В основном это касается необходимости оптимального составления транспортных маршрутов и оперативного реагирования на возникающие изменения.

Ключевым параметром по процессу «Обеспеченность ресурсами» являются ресурсы определенного количества и качества, которые должны быть выделены для успешной реализации бизнес – процессов транспортного предприятия. На входе такого процесса мы имеем потенциальных сотрудников, а также необходимые товарно-материальные ценности. На выходе процесса: определенное количество транспортных средств, квалифицированные кадры, энергоресурсы, технологическое оборудование и т.д.

Продуктом процесса «Осуществление материально – технического обеспечения» является определенный объем материальных ресурсов, взятый в пропорции, необходимой для выполнения бизнес – процессов транспортного предприятия.

Характеристики процесса приведены в таблицах 2.4 и 2.5.

Таблица 2.1 – Процесс «Осуществление перевозки пассажиров»

№	Наименование Процессов	Критические факторы успеха (КФУ)	О каких состояниях нужно иметь информацию?	Ключевые показатели эффективности процесса (метрики)
1	Планировать все виды перевозок	Наличие ТС, водителей и кондукторов в достаточном количестве; Наличие данных по пассажиропотоку. Обратная связь от пассажиров (жалобы, предложения) Оперативная информация о доступных ресурсах (транспортных и работниках) Наличие стратегии, какие расписания закрывать при недостатке ресурсов Места обеспечения санитарных нужд	Укомплектованность подвижным составом и персоналом Изменение пассажиропотока Существенное изменение выручки на маршруте Существенное изменение транспортной работы Билетная продукция	Своевременная готовность: - плана транспортной работы на следующий Месяц – графиков работы подвижного состава, водителей и кондукторов – суточного наряда,- сменно –суточных заданий кондукторам Срок запуска нового расписания
2	Перевозка пассажиров	Наличие необходимого для выполнения Заданной транспортной работы, количество транспортных средств, готовых к работе, водителей и кондукторов, а также их резерва. Наличие системы диспетчерского контроля и управления в оперативном дне. Наличие диспетчеров требуемой квалификации в достаточном количестве. Наличие двусторонней голосовой оперативной связи с водителями на линии. Наличие средств прогнозирования транспортной ситуации на одном маршруте.	Незакрытые расписания. Сходы Невозможность выполнить последний кругорейс из-за сильного опоздания. О текущих и ожидаемых нарушениях интервалов движения из-за пробок, сходов и незакрытых расписаний. Отсутствие резерва аварий. Потребность в техпомощи	Наличие планового количества транспортных на линии по часам суток. Работа в соответствии с расписанием. Качественная работа диспетчеров по управлению движением в оперативном дне. Качественная работа контрольно –Ревизорской Службы
3.	Измерение удовлетворенность клиентов	Прием жалоб без ограничений	Увеличение потока жалоб по конкретному маршруту или ситуации. Разбор жалоб	% жалоб без ответа пассажиру % жалоб без разбора причины
4	Анализировать перевозки пассажиров	Полнота и достоверность информации	Искажение отчетной информации, неполнота данных	Наличие предложение по улучшению
Примечание – Составлено автором.				

Таблица 2.2. – Объем ресурсов, требуемых процессу «Осуществление перевозки пассажиров»

Ресурсная база	Служба обеспечения
1. Транспортные средства, готовые к работе на линии (технически исправные, оборудованные исправными средствами связи, исправными бортовыми навигаторами, информаторами, электронными табло или маршрутными указателями, чистая)	Техническая служба
2. Машинисты, допущенные к работе	Служба безопасности движения, Служба персонала, Служба охраны труда
3. Кондуктора, готовые к работе на линии	Техническая служба, служба эксплуатации, служба охраны труда, служба персонала
4. Билетная продукция и бланки	Бухгалтерия
5. Бланки (билетно-учетные листы, путевки и др.)	Служба материально – технического Снабжения
6. Средства управления, учета и контроля перевозок	Служба информационных технологий, техническая служба (отдел связи)
7. Информационное обеспечение	Техническая служба, эксплуатационной службы
Примечание – Составлено автором.	

Таблица 2.3 – Распределение управленческих функций по организационным единицам

Процесс	Подразделение
1. Планирование перевозок	
1.1. Введение новых маршрутов, изменение существующих маршрутов и расписания на них 1.1.1. Обследование будущих или измененных маршрутов на безопасность 1.1.2. Измерение расстояний (км) и времени, корректировка норм времени на основании нормативных актов 1.1.3. Составление и корректировка расписания маршрутов 1.1.4. Оформление паспорта маршрутов	Отдел Эксплуатации
1.2. Планирование транспортной работы на месяц	Отдел Эксплуатации
1.3. Планирование на месяц транспортных, водителей и кондукторов	Отдел планирования
1.4. Планировать перевозки на следующий день 1.4.1. Формировать суточный наряд 1.4.2. Анализировать суточные наряды АП, перераспределять закрытие расписаний внутри АП и между АП 1.4.3. Перераспределять кондукторов между АП	Служба движения

Процесс	Подразделение
2. Выполнение перевозок	
2.1. Выполнение транспортной работы	Все службы
2.4. Прием выручки	Бухгалтерия
2.5. Учет работы водителей и кондукторов	Контроль-ревизионный отдел
2.6. Контроль работы водителей и кондукторов на линии	Контроль-ревизионный отдел
a. Обеспечение безопасности движения **3.1. Обследовать дороги** 3.1.1. Сезонные обследования на городских и пригородных маршрутах 3.1.2. Обследовать ж/д переезды 3.1.3. Обследовать новый или измененный маршрут 3.1.4. Обследовать дороги по текущим заявкам 3.1.5. Обследовать дороги для детских перевозок	Служба безопасности движения
3.5 Контролировать выполнение мероприятий по обеспечению безопасности перевозок 3.5.1 Контролировать соблюдение правил безопасности движения на линии 3.5.2 Контроль состояния машинистов 3.5.3 Контролировать документации по безопасности движения 3.5.4 Контролировать наличие средств активной и пассивной безопасности 3.5.5 Контролировать соблюдение режима труда и отдыха водителей	Служба безопасности движения
4.Контроль выполнения перевозок 4.1. Контролировать закрытие расписаний 4.2. Фиксирование аварий и их причины 4.3. Выдача диспетчерам указания по смещению рейсов 4.4. Анализ прогноза транспортной ситуации на направлении, на маршруте 4.5. Привлечение дополнительного резерва 4.6. Доводить указаний до машинистов	Служба движения
5. АНАЛИЗИРОВАТЬ ПЕРЕВОЗКИ	Аналитический отдел
b. Анализ выручки . Мониторинг выручки в разрезе маршрутов, расписаний, рейсов, дней недели .Выявление неэффективные маршруты, расписания, рейсы 5.1.3 Анализ выручки после изменений в расписаниях 5.1.4 .Выявление неэффективных кондукторов 5.2. Измерять удовлетворенность клиентов 5.3. Разрабатывать алгоритмы выполнения расписаний при недостатке ресурсов	Аналитический отдел
Примечание – Составлено автором.	

Таблица 2.4 – Характеристики процесса «Осуществлять обеспечение ресурсами»

№ п/ п	Наименование процессов	Критические факторы успеха (КФУ)	О каких состояниях необходимо иметь информацию	Ключевые показатели эффективности процесса (индикаторы)
1	Обеспечивать предприятие компетентными кадрами	Привлекательные условия работы Социальная защищенность Своевременная оплата труда Стимулирующая система премирования	Большое количество увольнений Увольнение ключевых работников Недостаточная квалификация работников Изменения законодательства Российской Федерации	Коэффициент укомплектованности водителями Коэффициент укомплектованности кондукторами Текучесть персонала
2	Обеспечивать необходимое количество готового к работе подвижного состава Обеспечивать необходимыми зданиями и сооружениями, технологическим оборудованием, энергоносителям и, средствами связи	Регулярное обновление парка подвижных единиц Наличие требуемого резерва Наличие ремонтной базы Своевременное выполнение регламентных работ Своевременная заправка Наличие учета расхода тепла, электроэнергии и воды Бесперебойное обеспечение электроэнергией, рабочих мест и оборудования,	Перечень готовых к работе подвижных единиц, динамически обновляемый в течение суток Количество и причины технических сходов с линии Количество и причины неисправных подвижных единиц Отсутствие необходимых запчастей Аварийные отключения подачи электроэнергии, тепла, воды Потребность в ремонтах зданий и сооружений	Коэффициент технической готовности Коэффициент использования парка Количество невыходов по технической причине Количество сходов с линии по технической причине Оперативная информация о резерве, готовом к работе

Примечание – Составлено автором.

Таблица 2.5 – Характеристики процесса «Осуществление материально-технического снабжения»

№ п/п	Наименование процессов	Критические факторы успеха (КФУ)	О каких состояниях нужно иметь информацию?	Ключевые показатели эффективности процесса(индикаторы)
1	Планирование материально-технического обеспечения	Наличие периода планирования закупок Утвержденный запас товарно-материальных-ценностей в соответствии с номенклатурой Регулярное финансирование в требуемом объеме Автоматизация складского учета и системы сбора заявок	Достижение минимально допустимого уровня запаса на складах в соответствии номенклатурой товарно-материальных ценностей Отсутствие требуемых товарно-материальных ценностей	Наличие регулярных заявок на приобретение ТМЦ Наличие мониторинга потенциальных поставщиков Соотношение «горячих» и плановых заявок Учет фактических затрат
2	Выполнение материально-технического обеспечения	Анализ рынка ТМЦ с целью выбора наиболее привлекательного поставщика Знание сроков оплаты счетов и поставки товаров	Уменьшение запаса товарно-материальных ценностей на складах ниже порогового уровня. Появление «горячих» заявок	Наличие на складах неснижаемого запаса Период простоя транспортных в ожидании ремонта из-за отсутствия запасных частей
Примечание – Составлено автором.				

Процесс «Осуществление информационного обеспечения».

Конечным продуктом указанного процесса является клиент, удовлетворенный качеством информационного обеспечения – достоверными и оперативными данными, которые доступны управленцам разного уровня в зависимости от требуемой степени интеграции и детализации.

На входе процесса «Осуществление информационного обеспечения» осуществляется анализ потребности клиентов, а также проводится мониторинг новых технологий на рынке информационных услуг. На выходе процесса производится необходимая оценка удовлетворенного потребителя IT-услуг.

В рамках ресурсного обеспечения процесса выступают: IT-инфраструктура, а также организационно-структурные единицы (подразделения, отделы, департаменты).

Таким образом, разбиение процесса управления на составные части (отдельные процессы) позволяет не только детально изучить отдельные особенности подпроцессов, нащупать «проблемные места», но и ведет к повышению качества управления.

2.2. Технико-экономические показатели эффективности системы управления на предприятиях транспортного сектора[1]

В московском метро важнейшими показателями процесса управления являются надежность, качество, безопасность и скорость транспортировки пассажиров. В этой связи представляется целесообразным выделить индикаторы, которые отражают количественное и качественное выражение указанных характеристик за единицу времени. Это позволяет дать адекватную оценку состояния системы управления метро в режиме реального времени и оценить

[1] При работе над данным разделом диссертации использованы следующие публикации автора, в которых, согласно Положению о присуждении ученых степеней в МГУ, отражены основные результаты, положения и выводы исследования: Кочетков А.А. Финансовые показатели Московского метрополитена // Финансы, деньги, инвестиции. 2021. № 4 (80). С. 33–38 ; Кочетков А.А. Метрополитен Москвы: итоги работы за январь-декабрь 2021 года и прогноз сбоев на 2022 год // Логистика. 2022. № 1 (182). С. 24–30.

воздействие негативных факторов, в том числе аварийности. Расчет и оценка показателей эффективности становится возможной после рассмотрения эмпирических данных и анализа динамики сбоев ГУП «Московский метрополитен».

Среди факторов, оказавших позитивное влияние на аварийность, можно смело назвать пандемию. Введение «локдауна» в определенные месяцы календарного года повлияли на загруженность всех веток метро: пассажиров в час «пик» стало меньше, повысилась комфортность их перевозки (начало, середина и конец 2020 года), уменьшилось число конфликтных ситуаций в вагонах.

На самых загруженных и проблемных линиях подземки – Замоскворецкой, Таганско-Краснопресненской – в январе-марте 2020 года число сбоев не превышает 7 за месяц; в апреле-мае 2020 ситуация меняется к лучшему – число инцидентов почти на всех линиях метро составляет не более трех за месяц. То есть улучшение аварийной динамики напрямую зависит от введения и выполнения соответствующих постановлений об установлении дистанционного режима работы.

По итогам 2020 года можно отметить следующее.

На Замоскворецкой и Таганско-Краснопресненской линиях в среднем происходило от 2-х до 4-х инцидентов ежемесячно. Рекордное количество аварий на Таганско-Краснопресненской линии отмечено в феврале 2020 года: 7 сбоев. Максимальное число инцидентов на Замоскворецкой линии зафиксировано в марте 2020 года (6 аварий).

В 2020 году аварийность Московского метрополитена наглядно отражена в таблице 2.6 (в разрезе линий), где представлена ежемесячная динамика инцидентов.

Информационный ресурс twitter metro[1] позволяет ознакомиться в основном с задержками в движении поездов, которые вызваны нахождением пассажиров на

[1] Твиттер метро / ГУП «Московский метрополитен». URL: https://twitter.com/MetroOperativno (дата обращения 05.01.2022)

Таблица 2.6 – Динамика сбоев московского метрополитена за 2020 год

	янв.20	фев.20	мар.20	апр.20	май.20	июн.20	июл.20	авг.20	сен.20	окт.20	ноя.20	дек.20	Итого
Название линии													
Арбатско- Покровская	1	1	1	0	0	0	0	0	3	2	0	0	8
Большая Кольцевая	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Бутовская	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Замоскворецкая	4	4	6	1	0	1	1	1	1	1	1	1	22
Калининско-Солнцевская	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3
Калужско-Рижская	2	4	6	0	0	1	2	0	1	1	1	0	18
Кольцевая	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
Люблинско-Дмитровская	0	2	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	5
Серпухово-Тимирязевская	4	6	1	2	0	0	3	2	2	0	1	0	21
Сокольническая	3	1	1	0	0	1	2	0	0	0	1	1	10
Таганско-Краснопресненская	3	7	3	0	2	0	3	3	2	1	1	1	26
Филевская	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	6
Некрасовская	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Всего	**18**	**29**	**20**	**3**	**3**	**4**	**14**	**7**	**11**	**6**	**5**	**4**	**124**

Примечание – Составлено автором на основе.: Metro Operativno / ГУП «Московский метрополитен». URL: https://twitter.com/MetroOperativno/ (дата обращения: 07.01.2022).

линиях вследствие неадекватного поведения и вандализма. В связи с этим можно привести максимальное число сбоев на Серпуховско-Тимирязевской линии в феврале 2020 года (6 инцидентов).

На Сокольнической и Люблино-Дмитровской линиях в 2020 году ежемесячно не происходило более трех аварий, что в целом свидетельствует о достаточно позитивной динамике и снижении влияния негативных факторов, от которых зависит всплеск аварийности.

На Арбатско-Покровской линии вначале года сбои не превышали число 1 (январь-март 2020), к концу года аварийность несколько увеличилась до 2-3-х сбоев (сентябрь-октябрь 2020 года). На Калужско-Рижской линии сбои возросли в марте (6 сбоев), но затем отмечено резкое снижение сбоев до 1-2 х (до конца года).

Остальные линии – Кольцевая, Большая Кольцевая, Филевская, Бутовская демонстрировали относительно устойчивые статистические величины, не превышающие 1-го сбоя за месяц.

В целом улучшение аварийной динамики сбоев в московском метро было охватывает апрель, май и ноябрь 2020 года, что напрямую связано с тем, что пассажиры перешли на работу из офиса «на дом» и перестали пользоваться метрополитеном.

Общий итог: **124 сбоя** произошло за 12 месяцев 2020 года.

Данные из открытых источников свидетельствуют о том, что в среднем за месяц в метро происходило около 10-11 сбоев.

Также надо отметить, что каждую неделю в метро в 2020 году случалось от **1-х до 3-ти** инцидентов (без разбивки на конкретные линии).

Снижение числа сбоев связана в основном с тем, что обыватели перестали пользоваться подземным транспортом, чтобы добраться до места работы.

В таблице 2.7 приведены подсчитанные средние данные по каждой линии метро. Согласно таблице 2.7, среднее значение многих линий не превышает 2 сбоя. Важно отметить, что Таганско-Краснопресненская линия не превышает значение 1 сбой за месяц и Замоскворецкая – 2 сбоя за месяц, что является значительным улучшением показателей по сравнению с прошлым годом.

Таблица 2.7 – Среднее число сбоев метро в разрезе линий

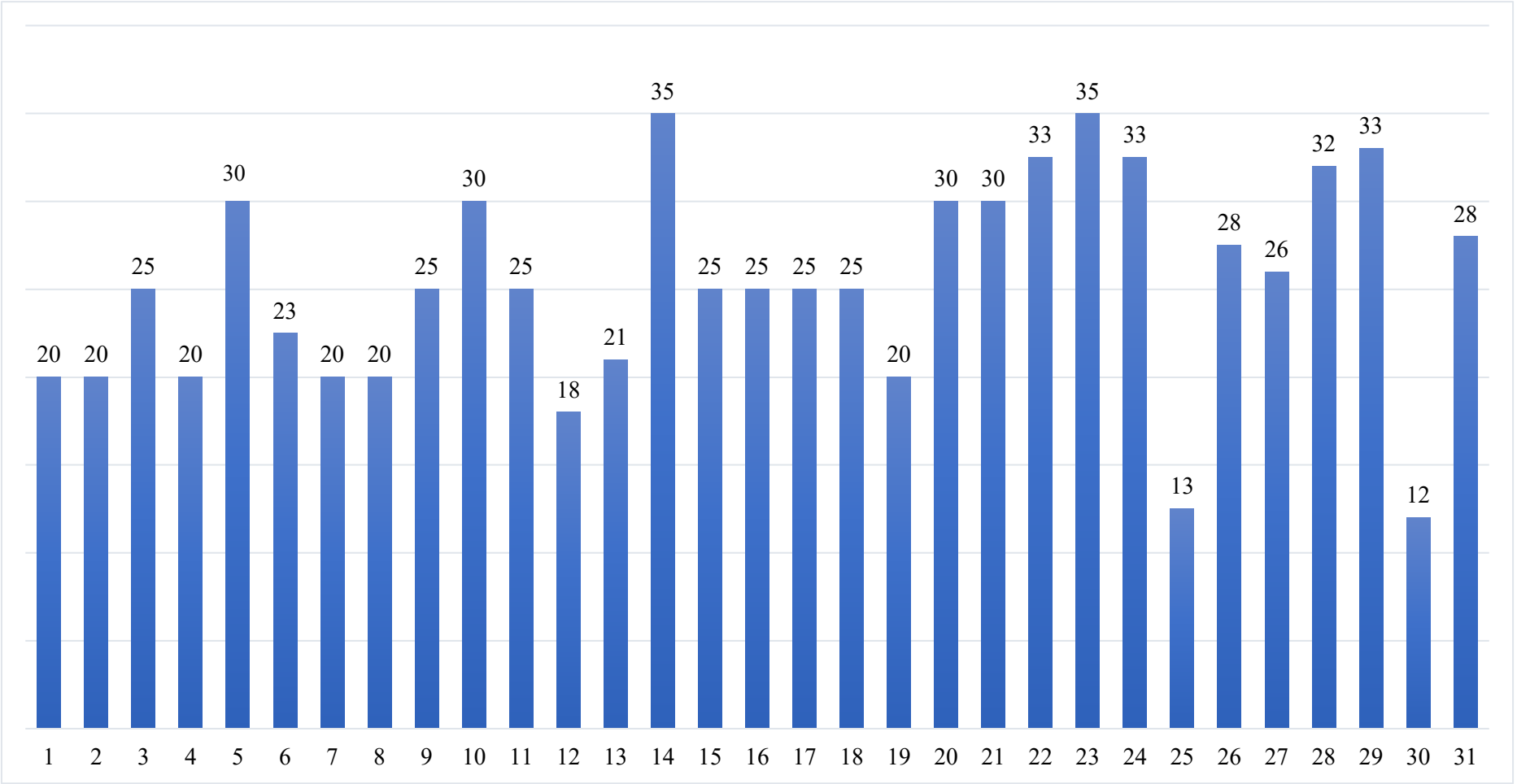
Линии	**Среднее значение сбоев за месяц**
Арбатско- Покровская	1
Большая кольцевая линия (БКЛ)	0
Бутовская	0
Замоскворецкая	2
Калининско-Солнцевская	1
Калужско-Рижская	2
Кольцевая	0
Люблинско-Дмитровская	0
Серпуховско-Тимирязевская	2
Сокольническая	1
Таганско-Краснопресненская	1
Некрасовская	0
Филевская	0
Примечание – Составлено автором на основе данных с 01.01.2020 по 31.12.2020: Metro Operativno / ГУП «Московский метрополитен». URL: https://twitter.com/MetroOperativno/ (дата обращения: 07.01.2022).	

В таблице 2.8 приведено распределение 783 сбоев, которые произошли в течение 2017-2021 годов, приходящиеся на соответствующую дату календарного месяца.

Таблица 2.8 – Распределение количества сбоев на соответствующий день календарного месяца (за 2017-2021 гг.)

Дни календарного месяца	Кол-во сбоев, приходящееся на соответствующее число календарного месяца	Весовое выражение % кол-ва сбоев на каждое число месяца	Дни календарного месяца	Кол-во сбоев, приходящееся на соответствующее число календарного месяца	Весовое выражение % кол-ва сбоев на каждое число месяца
1	20	2,55%	17	25	3,19%
2	20	2,55%	18	25	3,19%
3	25	3,19%	19	20	2,55%
4	20	2,55%	20	30	3,83%
5	30	3,83%	21	30	3,83%
6	23	2,87%	22	33	4,15%
7	20	2,55%	23	35	4,47%
8	20	2,55%	24	33	4,15%
9	25	3,19%	25	13	1,60%
10	30	3,83%	26	28	3,51%
11	25	3,19%	27	26	3,52%
12	18	2,30%	28	32	4,09%
13	21	2,68%	29	33	4,21%
14	35	4,47%	30	12	1,53%
15	25	3,19%	31	28	3,58%
16	25	3,19%			
Примечание – Составлено автором на основе: Metro Operativno / ГУП «Московский метрополитен». URL: https://twitter.com/MetroOperativno/ (дата обращения: 07.01.2022).					

По данным таблицы 2.8 аварийность на линиях метро резко возрастает **каждое 5 число** календарного месяца в году. Также высока аварийность, приходящаяся на **14, 23, 24, 28 и 29 числа** календарного месяца. Однако интересные закономерности, на этом не исчерпываются (рисунок 2.3).



Примечание – Составлено автором на основе: Metro Operativno / ГУП «Московский метрополитен». URL: https://twitter.com/MetroOperativno/ (дата обращения: 07.01.2022).

Рисунок 2.3 – Количество сбоев метро, приходящееся на числа календарного месяца

Легко увидеть, что после 14 числа каждого месяца аварийность возрастает, так что можно утверждать, что имеет место следующее соотношение, 38,54 % - всех сбоев приходится на 1-13 число календарного месяца, а 61,46% - всех сбоев приходится с 14 по 31 число. Таким образом, вероятность, попасть в «аварию» на любой линии метро **после 14 числа выше, чем до 14 числа каждого месяца.** Такая закономерность не является случайной. Это связано с большим ростом числа негативных факторов, которые накапливаются во второй половине месяца и система «устает». Более подробно катастрофы приведены в приложении А.

Приведем общие характеристики системы метро. За основу возьмем данные за 2020 год. В среднем на линиях метро сбои случаются с интенсивностью один раз в 2 дня. То есть практически **через каждые два дня** происходят задержки и неполадки на различных линиях метро. Для расчета вероятности безотказной работы метро воспользуемся экспоненциальным законом, так как он применим к массовым и «редким событиям». Следовательно вероятность безотказной работы метро будет равна (с учетом экспоненциального закона по формуле (2.1))[1]:

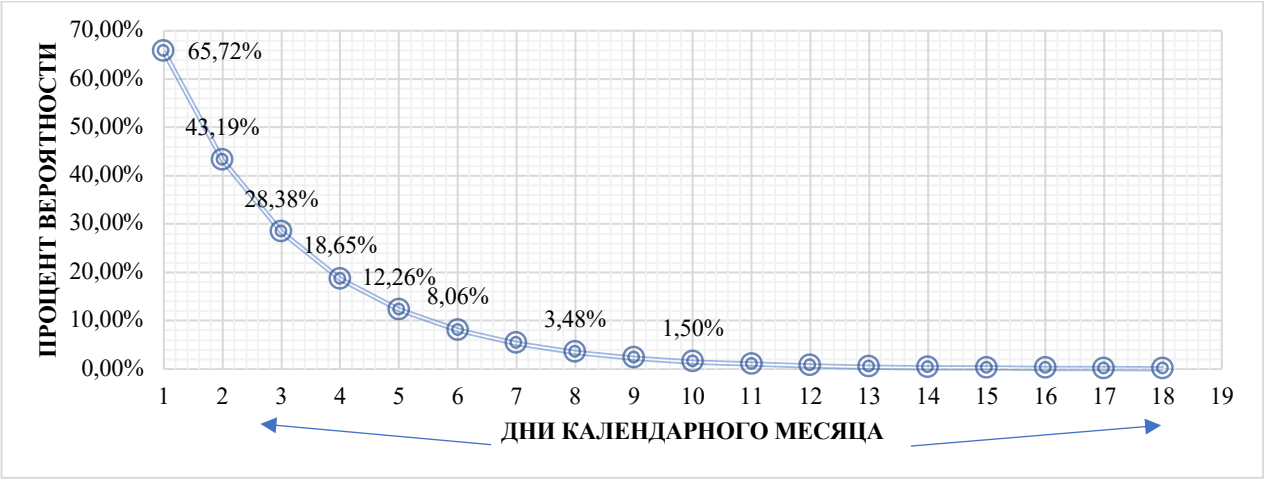
$$p(t) = e^{-\lambda t} \tag{2.1}$$

где p(t) – вероятность безотказной работы,

t – время,

λ – интенсивность отказов.

Подставляем значение λ равное 2 дням (см. рисунок 2.4).



Примечание – Составлено автором.

Рисунок 2.4 – Вероятность бесперебойной работы Московского метрополитена

[1] Экспоненциальное распределение и его свойства // Интернет-ресурс Глобальный интеллектуальный ресурс. URL: http://statistica.ru/theory/eksponentsialnoe-raspredelenie/ (дата обращения 09.01.2022)

При пользовании метро в течении 1-го дня (начиная с любого числа календарного года) вероятность его бесперебойной работы для любого пассажира будет составлять 65,72%[1]. В том случае, когда пассажир пользуется линиями метро 2 дня, то для него вероятность бесперебойной работы метро будет равна 43,19 %. Чем дольше пассажир будет пользоваться метро, к примеру неделю, то этот показатель для него составит 5%. Действительно, существует именно такая маленькая вероятность того, что за неделю ни на одной линии метро не произойдет никаких происшествий. То есть такое событие для метро явится практически недостоверным.

С точки зрения теории массового обслуживания метро может быть представлено как многоканальная система с отказами. В этом случае под каналами обслуживания мы будем подразумевать линии метро, а сбои превращаются в отказы. Таким образом на основании имеющихся статистических данных о сбоях на каждой ветке метро, можно рассчитать основные показатели функционирования московской подземки.

Примечание – Составлено автором.

Рисунок 2.5 – Граф состояний.

Одним из важнейших показателей работы метро является **среднее время ожидания сбоя, которое равняется 1/λ, где λ – интенсивность потока аварий на линии**[2]. Сбой может произойти в течение рассчитанного времени, попадая в определенный интервал, либо в конце указанного периода.

Среднее время ожидания сбоев приведено в Таблице 2.9.

[1] Кочетков А.А. К вопросу безопасности и расчета риска транспортного социального обслуживания в контексте элементов теории массового обслуживания на примере Московского метрополитена // Финансовый бизнес. 2021. № 11 (221). С. 77–87.

[2] Введение в теорию надежности. // Интернет-ресурс Теория надежности. URL: http://www.lib.unn.ru/students/src/Teoria%20nadeznosti.pdf (дата обращения: 09.01.2022)

Таблица 2.9 – Среднее время ожидания сбоя в разрезе линий метро (в днях)

Линии	Среднее время ожидания сбоя (1/λ) (в днях)
Арбатско-Покровская	11
Большая кольцевая линия	28
Бутовская	нет данных
Замоскворецкая	10
Калининская	22
Калужско-Рижская линия	13
Кольцевая	91
Люблинско-Дмитровская	23
Серпуховско-Тимирязевская	11
Сокольническая	9
Таганско-Краснопресненская	5
Филевская	60
Примечание – Составлено автором на основе данных с 01.01.2020 по 31.12.2020: Metro Operativno / ГУП «Московский метрополитен». URL: https://twitter.com/MetroOperativno/ (дата обращения: 07.01.2022).	

Как видно из таблицы 2.9, среднее время ожидания сбоя на различных линиях метро существенно различается. Показатель среднего времени ожидания сбоя на одной из самых загруженных линий – Таганско-Краснопресненской линии равняется 5 дням, то есть в среднем сбои происходят с интенсивностью один раз в пять дней[1].

Показатель «среднего времени сбоя» является достаточно важным. Он определяет допустимое количество дней, в течение которых система (линия метро) может эффективно функционировать без сбоев. К примеру, пассажир, пользующийся Большой кольцевой линией, может быть уверен, что на Большой кольцевой линии сбой произойдет не чаще чем один в месяц, а на Замоскворецкой линии – каждые 10 дней. Самый большой показатель «среднего времени» относится к Кольцевой линии и равняется 90 дней. То есть один раз в три месяца могут произойти технические пертурбации на Кольцевой линии. Это самый лучший показатель из всех линий. По сути, Кольцевая линия является самой безаварийной в рамках указанного значения.

Показатель «среднего времени» демонстрирует максимальные возможности линий метро, которая обеспечивает бесперебойность работы только в течение фиксированного периода времени, после которого сбои неизбежен.

[1] Кочетков А.А. Мониторинг аварийности московского метрополитена // Экономика. Бизнес. Банки. 2021. № 7 (57). С. 8–21.

Достаточно эффективным показателем работы метро – является **среднее время восстановления линии после сбоя (1/μ, где μ - интенсивность восстановления после аварии**. Это важнейший показатель, от которого зависит здоровье и состояние пассажиров, которые застряли между станциями в тоннеле. Этот показатель можно рассчитать только исходя из данных, предоставленных твиттером метро[1]. Причем время восстановления на линии метро сильно зависит от типа конкретного сбоя.

Если сбой вызван проблемами с семафорами, или стрелками, или другими техническими причинами – то неисправность устраняют за 15-40 минут, после чего состав продолжит движение. Если же речь идет о падении людей на рельсы, то такое событие влечет отключение электрического тока на всем участке, поэтому среднее время восстановления займет час – полтора, а в некоторых случаях и 2 часа, пока график не придет в норму. К сожалению, практически невозможно рассчитать точное (вплоть до минут) среднее время для каждой конкретной линии метро из-за отсутствия этих данных в публикуемых отчетах метро. В связи с этим, основываясь только лишь на данных открытых источников, можно считать, что среднее время восстановления на линиях метро равняется **одному часу.** Это означает, что в среднем в течение часа любая неполадка с семафором или заклинившими колодками вагона будет оперативно устранена оперативной бригадой либо самим машинистом поезда.

Также важен такой показатель как среднее количество сбоев в месяц, которые происходят на всех линиях метро. Этот индикатор равен 23 сбоям. То есть за 5 рабочих дней происходят 4 сбоя на каких-либо ветках метро – то есть практически каждый день. Что касается субботы и воскресенья, то в эти дни, как правило, сбоев не происходит.

В праздничные дни и в те месяцы, на которые приходятся праздники (январь, март и май) возможно отдельное снижение кол-ва сбоев, связанное со уменьшением количества пассажиров. В общей сложности за неделю происходит как минимум 5-6 сбоев на различных линиях метро.

---

[1] Твиттер метро / ГУП «Московский метрополитен» URL: https://twitter.com/metrooperativno?lang=ru (дата обращения 04.01.2022)

К сожалению, это свидетельствует о высокой аварийности метро как динамической системы в целом.

Помимо сбоев в аварийной динамике метро можно выделить такое понятие как «технические отказы механизмов». Действительно, ведь мы учитывали до сих пор только те сбои, о которых стало известно благодаря открытым источникам. А ведь есть случаи, когда метро само устраняет тот или иной «сбой» и этот факт остается незамеченным (нет информации о сбое в СМИ). Таким образом, понятие «отказ механизмов» в системе метро гораздо несет более широкий смысл, чем «сбой». Под «отказом механизмов» можно подразумевать любой скачок напряжения, приводящий к короткому замыканию, вышедший из строя искрящийся кабель, заклинивание путевых устройств, задымление подсобных помещений. Что касается данных по отказам, то имеются только данные с 2008 по 2013 год, где среднее годовое число отказов составляло 2405 [1]. К сожалению, в отчетах метро нет данных по отказам за период с 2014 по 2020 гг. Однако, логично, предположить, что цифра 2405 отнюдь не уменьшилась, если вообще не увеличилась. Возьмем тем не менее этот показатель за основу. Итак, предположим, что за год происходит в среднем 2405 отказов. С учетом этого можно рассчитать общие показатели аварийности трафика с помощью формул Эрланга[2].

Для удобства расчета нам понадобятся дневные данные аварийного трафика в метро. Для этого достаточно разделить 2405 на 365 дней, и получаем $\lambda = 6{,}58$ сбой/день (интенсивность отказов метро каждый день)[3]. Это и есть приближенное количество отказов в день. При округлении λ мы видим, что ежедневно происходит 7 отказов в метро в целом за один полный рабочий день. Определим интенсивность аварийного трафика в час. Метро работает в среднем 19 часов из 24 (с учетом перерыва с часа ночи и до 6 утра). Однако отказы оборудования могут происходить даже в «ночное время» когда метро закрыто для пассажиров.

---

[1] Динамика аварийности московского метро. / Компания ФИНАМ URL:// https://www.finam.ru/files/news190913-01.docx (дата обращения 04.01.2022)

[2] Установившийся режим обслуживания. Формулы Эрланга. // Интернет-ресурс Научная библиотека. URL: http://scask.ru/a_book_mm.php?id=56. (дата обращения 05.01.2022)

[3] Острейковский В. А. Теория надёжности. М.: Высшая школа, 2003. 463 с.

Таким образом, разделив 6,58 на 24 часа, получаем интенсивность аварийного трафика за 1 час работы метро λ = 0,27 отказ/час. (Обратный показатель 1/λ – среднее время «простоя» линии [1], то есть среднее время, за которое отказ не происходит; этот промежуток можно расценивать как «отдых» системы до первого отказа. В нашем случае среднее время «простоя» системы до отказа равняется 1/0,27 = 3,7 часа. То есть после каждых прошедших 3,7 часов в метро неминуем отказ. Таким образом, в среднем почти **каждые 4 часа** происходят технические отказы в метро).

Далее для расчетов нам понадобится коэффициент μ – показатель интенсивности восстановления после аварии. Его легко определить, зная среднее время «восстановления» отказа ($T_{ср}$), то есть время «ремонта» отказа и приведение отказавшего механизма в рабочее состояние. Если предположить, что оно равно 1 час, то тогда (2.2):

$$\mu = 1 / T_{ср}. \quad (2.2)$$

Тогда μ = восстановление после 1 сбоя / 1 час.

Вычисляем p – аварийный трафик метро. Для этого воспользуемся данными по сбоям за 2020 год и видим, что общее количество сбоев за 2020 год составило цифру 124. Для вычисления λ необходимо разделить 195 сбоев на 365 календарных дней и получаем значение 0,34 сбой/день. Таким образом λ = 0,34 и μ = 1. Получаем что аварийный трафик по формуле (2.3)[2]:

$$p = \lambda / \mu \quad (2.3)$$

p = 0,34 / 1 = 0,34.

Тогда вероятность того, что в метро все устройства работают без сбоев, равняется по следующей формуле (2.4)[3]:

$$P_{\text{без сбоев}} = \Lambda / (\mu + \lambda) = 0,25 \quad (2.4)$$

Это очень незначительная «малообнадеживающая» вероятность для такой сложной системы, как метро.

---

[1] Маликов И.М., Половко А.М.. Основы теории и расчета надежности. Л.: Судпромгиз, 1960. 141 с

[2] Анализ трафика .// Интернет ресурс. Формулы Эрланга. URL: https://www.cisco.com/c/ru_ru/td/docs/ios/solutions_docs/voip_solutions/TA_ISD.html (дата обращения 13.12.2021)

[3] Красс М.С., Чупрынов Б.П. Математические методы и модели в экономике. СПБ.: Питер, 2010. С 340-350.

По другой формуле вычисляем вероятность сбоев метро (2.5)[1].

$$P_{сбоев}=\mu/(\mu+\lambda) = 0,74 \quad (2.5)$$

Этот показатель справедлив для «каждодневного» аварийного трафика метро. То **есть вероятность того, что каждый день произойдет сбой равняется 0,74** (в метро в целом без привязки к конкретной линии).

Рассчитанные вышеуказанные показатели отражают более достоверную картину, охватывающую все стороны функционирования метрополитена (включая поломку эскалаторов, искрение кабеля, скачки напряжения, заклинивание стрелочных приводов и т.д.) и заставляют судить о достаточно тяжелой аварийной нагрузке.

Указанные индикаторы также характеризуют комплексно всю систему метро вне зависимости от конкретных линий. Подсчитанные значения интенсивности и обслуживания аварийного трафика показаны в часах; точно также приведены показатели вероятности отказов и вероятности «простоев», которые рассчитаны применительно к часовому аварийному трафику и могут быть полезны всем без исключения службам метро для скоординированной оперативной работы.

Отразим основные характеристики работы Московского метро в таблице 2.10.

Основываясь на данных из таблицы 2.10, можно оценить средние показатели, характеризующие функционирование Московского метро. За год, к сожалению, происходит не менее 150 сбоев. Для 365 дней это достаточно внушительная цифра. Каждую неделю в подземке происходит не менее 3-х сбоев на каких-нибудь линиях. Даже если на проблемных участках спокойно, то на более «коротких» линиях, (например, инцидент на Каховской линии 30 июля 2019 г.) все-таки возникает авария. Это говорит об определенной закономерности в распределении аварийного трафика. В частности, среднее время ожидания сбоя, равное 2 дням на рабочей неделе (без привязки к конкретной линии) является статистически устойчивым не изменяющимся значением[2].

---

[1] Красс М.С., Чупрынов Б.П. Математические методы и модели в экономике. СПБ.: Питер, 2010. С 340-350.

[2] Статистическая устойчивость. // Научная электронная библиотека КиберЛенинка. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/statisticheskaya-ustoychivost-matematicheskaya-zakonomernost-ili-fizicheskiy-fenomen (дата обращения 04.01.2022)

Таблица 2.10 – Основные характеристики работы Московского метро

№	Наименование показателя[1]	Значение показателя
1.	Годовое число сбоев	Не менее 120 сбоев
2.	Среднее время ожидания сбоя (1/ λ)	3 дня
3.	Среднее число сбоев за месяц	12 сбоя
4.	Среднее число сбоев на 1 -ой линии метро	3 сбоя
5.	Максимальное время до сбоя	8 дней
6.	Минимальное время до сбоя	1 день
7.	Количество сбоев за неделю (на всех линиях)	3-4 сбоев
8.	Максимальное число сбоев за месяц (на всех линиях)	34 сбоев
9.	Максимальное количество календарных дней, в которые могут произойти сбои за месяц	19 дней
10.	Максимальное кол-во сбоев за 1 день (на всех линиях)	4 сбоя
11.	Интенсивность потока сбоев в метро в день λ (сбой/день):	0,33 сбой/день (1 сбой/3 дня)
12.	Интенсивность потока сбоев в метро в час λ (сбой/час):	0,01 сбой/час
13.	Среднее время работы метро без сбоев	72 часа
14.	Среднее время восстановления метро после сбоя (1/μ)	1 час
15.	Среднее время восстановления после крупных катастроф[2] (1/μ)	Свыше 3-х часов
16.	Интенсивность восстановления после сбоя в метро (μ = 1 восстановление/1 час),	1 восстановление/ 1 час
17.	Интенсивность восстановления после крупной катастрофы в метро (μ = 1 восстановление/3,5 часа),	1 восстановление/3,5 часа
18.	Аварийный трафик метро (нагрузка) P=λ/μ (в час)	0,01
19.	Аварийный трафик метро (нагрузка) P=λ/μ (в день)	0,33

[1] Приведенные показатели отражают работу в метро в целом, без привязки к конкретной линии.
[2] Под серьезными авариями подразумеваются сбои, наносящие серьезный ущерб всей инфраструктуре метро.

Примечание – Составлено автором на основе данных с 01.01.2020 по 01.01.2022: Metro Operativno / ГУП «Московский метрополитен». URL: https://twitter.com/MetroOperativno/ (дата обращения: 07.01.2022); см.: Кочетков А.А. Метрополитен Москвы: итоги работы за январь-декабрь 2021 года и прогноз сбоев на 2022 год // Логистика. 2022. № 1 (182). С. 24–30.

Надо обратить внимание также на показатель среднего времени восстановления после сбоя (1/μ). Согласно собранным данным из открытых источников 1/μ в основном составляет 1 час (за 2020 год). В отдельных случаях время восстановления может достигать 1,5 часов. Что касается крупных катастроф или серьезных аварий, то время восстановления может занимать свыше 3,5 часов. Примером может служить инцидент, который произошел 21 мая 2019 года на Солнцевской линии, когда было остановлено движение от станции «Парк Победы» до «Савеловской». Время восстановления тогда заняло более 3-х часов.[1]

Вместе с тем нужно отметить, что на основании приведенных в таблице показателях делать выводы об эффективной или неэффективной работе метро достаточно проблематично.

С точки зрения теории массового обслуживания показатель нагрузки p меньше единицы ($p = \lambda / \mu < 1$), то есть в этом смысле система метро достаточно эффективно справляется с возникающими сбоями (аварийный трафик в час равен 0,02, а в день – 0,5).

С другой стороны, эффективность московской подземки можно измерить снижением или увеличением времени на восстановление линии после аварий (сбоя). Однако численно подсчитать динамику такого показателя за 2013-2021 гг. не представляется возможным ввиду отсутствия данных в официальных отчетах метро. Twitter metro заработал только с 2015 года и он содержит не все факты о происходящих инцидентах.

Время восстановления любой линии метро включается в себя:

– время, затраченное на передачу информации об аварии от машиниста в Единый диспетчерский центр (УДЦ);

– время, затраченное на принятие решения ЕДЦ о конкретных мерах по устранению аварии;

– время на оповещение аварийной бригады о необходимости прибытия;

– время ожидания аварийной бригады до ее прибытия на место;

[1] Происшествия // Интернет-журнал Москва 24: https://www.m24.ru/news/proisshestviya/21052019/77012 (дата обращения 05.01.2022)

– время работы аварийной бригады на месте в тоннеле (депо, на станции и т.д.).

Даже если передать за считанные секунды информацию в ЕДЦ об инциденте, то на принятие решения может уйти от одной минуты и больше. При том, что аварийные бригады могут не находиться в непосредственной близости и их необходимо ждать. А даже если бригады прибудут в рекордно короткие сроки (15-20 минут), то еще нужно учесть время, затраченное на восстановительные работы в ограниченном замкнутом пространстве. Все это вместе в лучшем случае выливается в один час для пассажиров, которые находятся в тоннеле.

Другим моментом, который мог бы отразить эффективность работы метро – это сокращение общего количества технических отказов, которые не попали ни в СМИ, ни в твиттер. Это означало бы, что службы метро результативно устраняют неисправности на линии, которые проходят незамеченными для «пассажиров». Этот факт также мог бы отразить определенный уровень эффективности функционирования метро как системы.

Исходя из Таблицы 2.11 можно увидеть, что лидером по годовому числу сбоев является Таганско-Краснопресненская линия (51 сбой); второе место занимает Замоскворецкая ветка (46 сбоев); третье место (33 сбоя) принадлежит Арбатско-Покровской и Серпуховско-Тимирязевской линиям. У этих проблемных линий в месяц также наблюдается по 3-4 сбоя, что и способствует накоплению к концу года значительного числа аварий.

Другие линии, например, Калужско-Рижская, Люблино-Дмитровская, Калининская показывают себя менее аварийными ветками, не превышая в месяц 2-3 сбоя.

Наиболее удачный пример в плане невысокой аварийности – это Кольцевая ветка. За год на ней всего произошло в 2020 году 18 сбоев, а среднемесячное значение осталось равным 2 сбоям. Более подробно аварийная динамика приведена в Приложении Б.

Таблица 2.11 – Показатели функционирования метро

Название линии метро	**Годовое число сбоев**	**Среднее время ожидание сбоя (мат. ожидание) (в днях)**	**Интенсивность потока сбоев в месяц λ (сбой/месяц)**	**Интенсивность потока сбоев в день λ (сбой/день)**
Арбатско- Покровская	33	12	3	0,08
Большая Кольцевая	3	64	1	0,02
Бутовская	2	124	0,3	0,01
Замоскворецкая	46	9	4	0,11
Калининская	19	20	2	0,05
Калужско-Рижская	32	12	3	0,08
Кольцевая	18	21	2	0,05
Люблинско-Дмитровская	29	12	3	0,08
Серпухово-Тимирязевская	33	11	3	0,09
Сокольническая	32	10	3	0,10
Таганско-Краснопресненская	51	7	4	0,14
Филевская	6	41	1	0,02
Некрасовская	3	65	1	0,02

Примечание – Составлено автором на основе данных с 01.01.2020 по 01.01.2022: Metro Operativno / ГУП «Московский метрополитен». URL: https://twitter.com/MetroOperativno/ (дата обращения: 07.01.2022).

2.3. Эффективность принятия управленческих решений и снижение управленческих расходов[1]

Эффективность любой экономической системы, в том числе транспортной системы, определяется качеством принятых управленческих решений. В основе одобренных руководством управленческих решений лежит категория управленческих затрат.

Управленческие затраты – это объем расходов, которые косвенно коррелируют с хозяйственной деятельностью предприятия[2].

Положение о бухгалтерском учете и отчетности предписывает отнесение управленческих затрат на себестоимость продукции в соответствии с определенной методикой. Например, заработная плата руководителя структурного подразделения на транспортном предприятии включается в себестоимость. В этом случае управленческие затраты должны быть пропорционально распределены по видам оказываемых транспортных услуг в рамках заданного показателя или коэффициента. В качестве такого показателя может выступать, к примеру, размер амортизации оборудования или должностной оклад работников.

Управленческие затраты могут включать:

– административные расходы;

– расходы на содержание управленческого персонала;

– амортизационные отчисления и дополнительные расходы на ремонт и восстановление основных средств;

– расходы на информационное сопровождение и консультирование;

– расходы на предоставление консалтинговых услуг;

– юридические расходы;

– расходы на аудиторские услуги;

---

[1] При работе над данным разделом диссертации использована следующая публикация автора, в которой, согласно Положению о присуждении ученых степеней в МГУ, отражены основные результаты, положения и выводы исследования: Кочетков А.А. Виды иерархических структур и управленческие затраты // Финансы, деньги, инвестиции. 2011. № 4 (40). С. 3–8.

[2] Определение управленческих затрат // Интернет-ресурс «Академик». URL: http://dic.academic.ru/dic.nsf/fin_enc/30752 (дата обращения: 05.01.2022)

– расходы на аренду складов и помещений;

– прочие управленческие расходы.

Иногда управленческие затраты могут рассматриваться как условно-постоянные затраты. Ведь условно-постоянные затраты по своему определению сохраняют свою постоянную величину за планируемый период времени. При изменении объема производства, происходит изменение управленческих затрат. Они способны либо уменьшаться, либо увеличиваться на единицу произведенной продукции. В этом случае можно говорить об эффекте масштаба[1].

Детальный анализ отчета финансовых результатов предприятия позволяет четко определить объем понесенных управленческих затрат в отчетном периоде. Полные аналитические данные содержатся на счете «Общехозяйственные расходы» и при необходимости могут быть востребованы аудитором, проводящем камеральную проверку.

Управленческие затраты связаны с ответственностью руководителей, которые принимают управленческие решения в рамках реализации долгосрочной или среднесрочной стратегии транспортного предприятия. Причем эта ответственность передается с верхнего уровня (топ – менеджмент) на нижний уровень, руководителям среднего звена.

Каждое транспортное предприятие в зависимости от рода своей деятельности и специфики работы на рынке имеет свою систему оценки эффективности принятия управленческих решений. Эти критерии учитывают временной аспект, сегмент клиентов, тарифы на оказываемые услуги.

1. Временной критерий, когда необходим промежуток времени на согласование управленческого решения. Здесь во внимание принимается длительность принятия решения, которое может быть расценено как простой[2].

[1] Издержки в длительный период. Эффект масштаба. // Интернет-ресурс. Электронная библиотека ГАГУ. URL: http://e-lib.gasu.ru/eposobia/tuxteneva/R_7_4.html (дата обращения 03.01.2022)

[2] Готовые решения для бухгалтера. // Интернет-журнал. Полная информация для работы бухгалтера. URL: https://glavkniga.ru/situations/s505574 (дата обращения 06.01.2022)

2. Стоимостной критерий стоимости, в основе которого лежат затраты по видам классификации, а также расходы на поддержку всего процесса в рабочем состоянии.

3. Критерий эффективности бизнес-процессов, который учитывает степень автоматизации, степень загруженности оборудования и персонала. Здесь применим коэффициент экономичности для объективной оценки всего производственного процесса.

4. Критерий контроля и коррекции, который включает подсчет процента управленческих решений, которые не были исполнены.

Также анализ времени, которое потрачено на исполнение типовых и ключевых решений. Важное значение имеет анализ периодичности такого контроля и наказаний (штрафов) за неисполнительность.

Ниже приведем пример управленческого решения через призму математических формул. Постановка задачи следующая. Пусть у некого транспортного предприятия имеется определенно количество менеджеров «М», которые реализуют транспортную стратегию, выполняя ряд запланированных мероприятий и ориентируясь на плановые индикаторы. Предполагается, что менеджеры «М» образуют такую иерархию управления, при которой будет гарантировано бесперебойность процесса логистических перевозок. Однако в рамках реализации задача менеджеры могут столкнуться с серией проблем, которые могут быть вызваны различными факторами. Зачастую внешние факторы могут иметь превалирующее значение:

– отказы оборудования на линии;

– стихийные бедствия;

– простои перебои с электропитанием;

– скол железнодорожных путей;

– обрушение мостов и т.д.

(форс-мажор, аварии на линии, внезапный простой, перебои с электропитанием, выход из строя трансформаторов и т.д).

В этом случае менеджеры обязаны оперативно отреагировать и поручить работу специально подготовленным специалистам W, либо перестроить иерархию управления так, чтобы узко профессиональные специалисты смогли исправить ситуацию. Случается, так что одна поставленная комплексная задача слишком объемна даже для нескольких специалистов, в этом случае ее можно разбить на подзадачи и наметить конкретные этапы для исполнения с указанием сроков реализации. Таким образом появляются отдельные группы исполнителей, которые находятся в тесной связи с менеджерами «М». Но и сами менеджеры «М» в свою очередь могут испытывать «потребность» в координации со стороны топ-менеджера для оптимального разрешения ситуации. Таким образом выстраивается иерархия управления с множеством исполнителей.

Достаточно квалифицированный менеджер среднего звена получает приличный оклад на предприятии и в этом смысле его содержание может обходиться достаточно затратно для транспортной компании.

Приведем ряд формул, отражающих прямую зависимость расходов и количества управленческих решений по формуле (2.6)[1]:

$$Z = P^{\beta} \tag{2.6}$$

где Z – объем затрат,

P – число управленческих решений,

β – параметр, отражающий рост затрат.

Параметр β может при определенных условиях демонстрировать насколько эффективно тот или иной менеджер выполняет свою работу. Если поручить сложную задачу высококвалифицированному исполнителю, то он быстрее справиться с работой, чем специалист со средней квалификацией. Это позволит также в определенном промежутке времени понести меньшие затраты.

Для каждого работника может быть задана некая функция «проблем», которые возникают в рамках исполнения задач. Эту функцию можно представить как μ (w), где μ – это число проблем, появляющихся на 1 ед. времени на одной

[1] Воронин А.А., Губко М.В., Мишин С.П., Новиков Д.А. Математические модели организаций: учебное пособие. М.: ЛЕНАНД, 2008. 360 с.

транспортной линии. Для простоты предположим, что число возникающих проблем за единицу времени равно числу входящих в нее исполнителей. Это явиться успешным залогом выполнения поставленных задач.

Общий объем проблем, поставленных перед исполнителями, может быть задан степенной функцией μ^{α}. При этом параметр α принимает значение только на отрезке [0,1].

Если работникам поручено решение типовых, схожих по содержанию проблем, то в этом случае параметр α станет меньше единицы. Параметр α будет зависеть от конкретного числа возникающих проблем и определять характер производственного процесса на транспортной линии.

Если менеджер «М» руководит определенным числом работников (W), то эти работники могут образовывать целевую группу $\mu_1, \ldots, \mu_k$. Общий объем проблем в целевой группе станет равным $\mu_1{}^{\alpha} + \ldots + \mu_k^{\alpha}$. В этом случае общий объем расходов менеджера «М» станет равным следующему выражению (2.7)[1]:

$$c(\mu_1,\ldots,\mu_k) = (\mu_1{}^{\alpha} + \ldots + \mu_k^{\alpha})^{\beta} \qquad (2.7)$$

Вышеуказанное уравнение определяет общий объем расходов в иерархии управлении, однако зачастую важно определить средние минимальные затраты.

Напомним, что норма управления – это количество сотрудников, которыми непосредственно руководит начальник.[2]

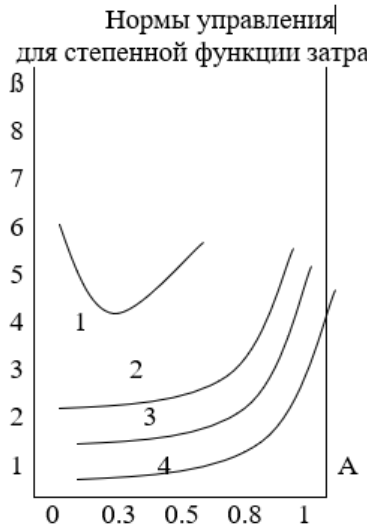
В нашем случае мы будем рассматривать наилучшую норму управления в целевой группе, занятой выполнением поставленных задач. На рисунке 2.6 приведены оптимальные нормы управления для секционной функции затрат. Можно увидеть варианты параметра β, большие значения 6. Но в этом случае мы не найдем приемлемого решения. При снижении параметра β, α также уменьшается и доходит до единицы.

Можно сделать следующий вывод: если квалификация менеджера «М» растет, то параметр β уменьшается.

---

[1] Воронин А.А., Губко М.В. Математические модели организаций. М.: ЛЕНАНД, 2008. 360 с.

[2] Управление человеческими ресурсами. // Интернет-журнал. «Директор по персоналу». Практический журнал по управлению человеческими ресурсами. URL: https://www.hr-director.ru/article/66858-bezboleznennoe-sokrashchenie-shtata-17-m9 (дата обращения 03.01.2022)



Примечание – Составлено автором.

Рисунок 2.6 – Степенная функция затрат

В этом случае норма управления также увеличивается, так как высококвалифицированные кадры в состоянии эффективно руководить большим количеством работников.

Далее можно, констатировать, что существует тесная взаимосвязь между объемом расходов менеджеров от его объема работы. Эта взаимосвязь может быть описана с помощью степенной функции P^{β}. В этом случае наилучшая норма управления будет определена формулой (2.8)[1]:

$$C_{(r,x)}(N) := \sum_{a=1}^{A} \left| \mu(N)^{\gamma_a} - \sum_{w \in N} \mu(w)^{\gamma_a} \right| \frac{c_a(x_1,\ldots,x_r)}{\left| 1 - \sum_{i=1}^{r} x_i^{\gamma_a} \right|}, \qquad (2.8)$$

где C – общий объем расходов целевой группы,

r – норма управления,

γ – характеризует однородность функции,

a – степень однородности.

Для нахождения оптимальной нормы управления подбирается такое значение r, при котором нижеприведенная функция будет неотрицательной по формуле (2.9–2.11)[2].

[1] Воронин А.А., Губко М.В. Математические модели организаций. М.: ЛЕНАНД, 2008. 360 с.

[2] Goubko M. V. The Search for Optimal Organizational Hierarchies with Homogeneous Manager Cost Functions // Automation and Remote Control. V. 69. No 1. 2008. pp 89-104

$$\sum_{a=1}^{A} \mu^{\gamma} \left\{ c_a(1/k,\ldots 1/k) - |1-k^{1-\gamma_a}| \frac{c_a(1/r,\ldots,1/r)}{1-r^{1-\gamma_a}} \right\} \quad (2.9)$$

для всех

$$k = 2,\ldots,n \quad (2.10)$$

и

$$\mu \in \left[k\mu_{\min}(N); \mu(N) \right]^1. \quad (2.11)$$

Представленные модели позволяют представить таксонологию управленческих затрат.

Приведенная в таблице 2.12 классификация расходов необходима для полного выявления всех типов возникающих расходов в иерархиях управления, что позволяет более точно определить размер ущерба на конкретном транспортном предприятии, который может произойти в силу ряда экономических причин.

Таблица 2.12 – Классификация управленческих затрат транспортной системы

№ п/п	Управленческие расходы в иерархии управления
1.	Управленческие расходы, которые зависят от оптимальной нормы управления транспортного предприятия
2.	Линейные управленческие расходы, которые непосредственно зависят от размера транспортного предприятия
3.	Управленческие расходы, которые формируются при организации рабочих мест для работников или из-за аренды помещений и складов под конкретные виды грузов
4.	Управленческие расходы, возникающие из-за атипичности проблем на транспортном предприятии и невозможностью их длительного разрешения
5.	Управленческие расходы, на которые влияют дополнительные ежемесячные детализированные бизнес-планы, приказы и циркуляры
6.	Управленческие расходы, которые связаны с обучением работников (повышение квалификации, переподготовка). Эти расходы необходимы для управления инновационными транспортными средствами (поезда новейшей модификации, новые электробусы)
7.	Управленческие расходы, возникающие из-за асимметричности информационных потоков на линии (маршруте)
8.	Управленческие расходы веерных иерархий
9.	Управленческие расходы различных видов транспортных маршрутов (интенсивных однокомпонентных, многокомпонентных и т.п.)
Примечание — Составлено автором, результаты опубликованы в работе: Кочетков А.А. Виды иерархических структур и управленческие затраты // Финансы, деньги, инвестиции. 2011. № 4 (40). С. 3–8.	

Полная всесторонняя оценка размера ущерба должна осуществляться на основе адекватной методики оценки риска и возникновения аварийности на

[1] Там же.

транспортных предприятиях. На основе разобранных выше примеров целесообразно предложить отдельные рекомендации по снижению управленческих расходов в иерархиях управления на транспортных предприятиях.

Отталкиваясь от полученных эмпирических значений, нужно определить тип секционной функции затрат на предприятии. Ниже перечислены виды секционной функции затрат:

– экспоненциальная;

– степенная;

– монотонная;

– субоптимальная;

– неоднородная,

– однородная.

После этого определяется конкретная норма управления для конкретного вида иерархии и для управленческих звеньев. И уже тогда мы можем определить объем управленческих расходов и наметить ряд мероприятий для их уменьшения.

Любая организация всегда задается вопросом нахождения высококвалифицированных работников, являющихся узкими специалистами по IT-технологиям и работников, которые являются антикризисными менеджерами.

Ниже в таблице 2.13 приведена авторская методика снижения управленческих расходов.

Таким образом, методика снижения управленческих расходов определяется спецификой и профилем транспортного предприятия, особенностей клиентуры на рынке и стратегических долгосрочных проектов.

Анализ управленческих затрат позволяет сформулировать определение ущерба применительно к ГУП «Московский метрополитен», как к предприятию повышенной опасности. Общее определение экономического ущерба включает в себя совокупную стоимостную оценку наступивших и невосполнимых повреждений имущества физических или юридических лиц, а также дополнительные затраты, связанны с восстановлением имущества, а также расходы

Таблица 2.13 – Методика снижения управленческих расходов

Меры по снижению расходов менеджера	**Характеристика**
Изменить специализацию отдельных менеджеров среднего и высшего звена	При изменении конъюнктуры рынка транспортное предприятие может быть занято переориентацией свой деятельности (изменение типов перевозок и т.д.). В этом случае необходимо предусмотреть расходы на переобучение (повышение квалификации) менеджеров. При этом управленческие затраты снизятся в долгосрочном периоде.
Повысить квалификацию работников	Значительное снижение управленческих расходов может быть достигнуто если менеджеры высшего и среднего звена повысят свою квалификацию и будут принимать более эффективные управленческие решения Также целесообразно ректутировать молодых исполнителей, которые помогут оптимизировать архитектонику иерархических цепочек в структуре управления предприятием
Изменить норму управления на соответствующем уровне иерархии с учетом секционной функции затрат	Если растет квалификация менеджеров среднего и высшего звена, то вместе с ней растет и оптимальная норма управления (более опытные управленцы руководят большим числом сотрудников). Однако с другой стороны, рост числа работников приводит к увеличению объема обязанностей менеджера высшего звена, что в определенной мере способно ослабить контроль за подчиненными.
Изменить число менеджеров в иерархии управления	С повышением квалификации менеджеров и приобретением ими необходимо опыта и навыков, часть менее опытных менеджеров может высвобождаться из иерархической цепочки управления. То есть повышение квалификации одних узкоспециализированных управленцев приведет к сокращению отдельной категории работников на предприятии, и одновременно возрастут расходы узко специализированных менеджеров
Перегруппировать (перестроить) архитектонику иерархии управления	Иногда иерархии управления могут являться неэффективными. В этом случае необходимо пересмотреть эффективность иерархических звеньев системы, определить «проблемные зоны», выявить причины информационной асимметрии, ввести в цепочку управления дополнительных менеджеров с узкой специализацией
Повысить скорость обмена информацией между работниками и менеджерами	В иерархии управления скорость обмена информацией между звеньями цепи должна быть максимально высокой. Ведь менеджер обязан выполнить «поручение» (приказ) и оперативно довести его до своих работников. С этой целью в иерархии управления все звенья цепи должны быть оснащены современными технологиями (wats up, skype и др. приложения)
Снизить расходы на содержание рабочих мест сотрудников	Нахождение более дешевых помещений и складов в аренду, уменьшение затрат на содержание технических работников, приобретение компьютерной и оргтехники по умеренным ценам

Примечание – Составлено автором, см.: Кочетков А.А. Виды иерархических структур и управленческие затраты // Финансы, деньги, инвестиции. 2011. № 4 (40). С. 8.

на возмещение морального ущерба. С учетом специфики катастроф метро можно определить ущерб как полную стоимость от разрушения инфраструктуры метро, включая необходимые затраты на восстановление убытков, причиненных внешней среде. Более подробно элементы, составляющие ущерб приведены, в таблице 2.14.

Таблица 2.14 – Классификация ущерба в метро

№	Виды ущерба
1.	Прямые потери
2.	Потери, связанные с основными фондами
3.	Потери, связанные с товарно-материальными ценностями
4.	Потери и порча имущества, связанных с третьими лицами
5.	Общий объем затрат, связанных с ликвидацией аварий
6.	Дополнительные затраты, связанные с локализацией аварий
7.	Общий объем затраты, связанных с расследованием и изучением причин аварий
8.	Убытки и простои, связанные с гибелью персонала
9.	Общий объем потерь, связанных с производственным травматизмом
10.	Прямые потери от производственного травматизма третьих лиц
11.	Затраты, связанные с вынужденным простоем оборудования
12.	Объем недополученной прибыли во время простоя
13.	Объем убытков от уплаты штрафов
14.	Общие потери от выбытия трудовых ресурсов
15.	Объем недополученной прибыли, связанной с временем произошедшего ущерба
16.	Стоимостная оценка ущерба от загрязнения атмосферы
17.	Стоимостная оценка от загрязнения прилегающих территорий с метро
18.	Стоимостная оценка от загрязнений транспортной инфраструктуры
19.	Стоимостная оценка от засорения обломками транспортных путей
Примечание – Составлено автором.	

Таким образом разом элементы ущерба ГУП «Московского метро» будут включать:

– общие затраты на ликвидацию аварии;

– полные финансовые затраты метро, связанные с конкретной аварией

– социально-экономические затраты, связанные с травмированием в метро

– косвенные убытки.

При определении общих показателей эффективности управления внутри иерархии необходимо ориентироваться на конкретную секционную функцию затрат менеджеров, полностью исследовать все составляющие ее компоненты. Секционная функция затрат задается математической степенной функцией, которая может быть получена путем покупки предприятием прикладной программы(модуля) управления затратами.

Выводы по главе 2:

1. Внедрение процессного подхода на транспортных предприятиях является эффективным методом, при котором подробная детализация бизнес-процессов помогает определить показатели результативности и создать оптимальную систему контроля.

2. Одним из важнейших показателей эффективности, который характеризует транспортное предприятие, это показатель инновационных затрат. Он может выражаться как в объеме затрат на НИОКР и инновации, так и в количестве инновационных проектов. В частности, с 2019 по 2021 годы ГУП «Московское метро» внедрило успешно 7 новых инновационных разработок. Среди наиболее успешных и востребованных рынком – новые поезда Москва-2020 повышенной комфортности, GPS для расчета тоннелей и голографические экраны.

3. Исследование иерархий управления предприятий, в частности, иерархий транспортных компаний, демонстрирует всю сложность и неоднозначность архитектоники управленческих структур, которые характеризуются определенными особенностями и параметрами, обуславливающими их внутреннюю целостную согласованность и упорядоченность[1].

4. Мониторинг актуальных иерархий управления на транспортных предприятиях позволяет выделить новую таксономию иерархий: второстепенные, магистральные, и тензорные структуры. Все это позволяет не только детально изучить особенности построения таких иерархий, но и выявить особенности их «выживания» и устойчивости[2].

5. Система управления транспортным предприятием может быть рассмотрена как комплексная динамическая система, которая имеет нелинейные внутренние составляющие, которые влияют в целом на весь процесс управления[3].

6. Добиться снижения управленских расходов транспортных предприятий возможно с помощью изменения нормы управления, повышения квалификации менеджеров высшего и среднего звена, а также увеличением скорости обмена информацией между подчиненными и менеджерами с целью оперативного исполнения поставленных задач[4].

---

[1] Кочетков А.А. Виды иерархических структур и управленческие затраты // Финансы, деньги, инвестиции. 2011. № 4 (40). С. 3–8.
[2] Там же. С. 3–5.
[3] Там же.
[4] Там же. С. 8.

ГЛАВА 3. ИНСТРУМЕНТАРИЙ ПРАКТИЧЕСКОГО ВНЕДРЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТРАНСПОРТНОГО СЕКТОРА

3.1. Инновационные показатели ГУП «Московский метрополитен»

Важную роль играют показатели эффективности, связанные с инновациями. Инновации в долгосрочном периоде способны снизить аварийность и ущерб (благодаря внедрению передовых технологий). В краткосрочном периоде инновации достаточно затратны.

Одним из наиболее перспективных подходов к разработке адекватных индикаторов является методика, предложенная проф. Р. Капланом и Д. Нортоном[1]. Эта методика основывается на оценки и разработке инновационных перспективных проектов, которая повышает общую эффективность системы.

Перечисленные в таблице 3.1 показатели позволят определить общую эффективность управления предприятий транспортного сектора, а также обнаружить «проблемные» участки управленческой структуры, которые необходимо оперативно исправить либо перестроить.

Таблица 3.1 – Инновационные показатели транспортного сектора

№ п/п	Инновационный показатель	Формула расчета
1	С – общий объем удельных расходов НИОКР по созданию и внедрению инновационных проектов в транспортной инфраструктуре	$С = С / П_i$ С - общий объем удельных расходов на НИОКР по созданию и внедрению инновационных продуктов в транспортной инфраструктуре $П_i$ - количество инновационных проектов
2	К – индикатор соблюдения культуры на транспорте	$К=К_1/К_2$ К – общая оценка работниками транспортной компании соблюдения правил пользования транспортными средствами и культуры $К_1= S*D;$ S – общее число работников, участвующих в оценке; $К_2= S*A$ S – общее число работников, участвующих в оценке; A, D – весовые коэффициенты

[1] Niven, P. Balanced Scorecard. Step-by-step Maximazing Performance and Maintaining Results. // New York: John Wiley & Sons Inc, 2002.strategy, Prentice Hall, 2000. 148 p.

№ п/п	Инновационный показатель	Формула расчета
3	Q – количество подготовленных инновационных решений на транспортных линиях	$Q = \Sigma Y_i$ Y_i - число решений, принятых на i-м этапе внедрения инновационных проектов на транспортных линиях (маршрутах)
4	F – соблюдение сроков выполнения комплекса внедрения инновационных программ и мероприятий	$F = F_1 - F_2$ F_1 –дата завершения выполнения мероприятий по графику F_2 – реальная дата завершения выполнения мероприятий
5	$V_{опер}$ – степень оперативности принятия управленческого решения по инновационному проекту или продукту	$V_{опер} - = V_1 – V_2$ V_1 – дата принятия управленческого решения по инновационному проекту или продукту V_2 – дата внедрения инновации
6	C_2 – удельный вес дополнительных расходов на проведение технических изменений и испытаний	$C_2 = C_{доп} / C_{общ}$ $C_{доп}$ - расходы на проведение дополнительных технических изменений и испытаний, $C_{общ}$ – общий объем расходов
7	J – календарный период разработки детализированного инновационного проекта	$J = \Sigma N * G_i$ N – нормативный коэффициент Gi – трудоемкость по i -му этапу инновационной программы
8	H – календарный период разработки и создания новейших современных транспортных средств	$H = H_1 – H_2$ H_1 – дата появления прототипа модели H_2 – дата введения модели в серийное производство
9	U – календарный период согласования прототипа модели транспортного продукта перед его запуском на рынок	$U = \Sigma L * t_j$ L – нормативный коэффициент t_j - показатель трудоемкости
10	W – общий объем НИОКР, которые востребованы на рынке	$W_{рынок} = (I / Inn_{пред.})$ $Inn_{пред}$ – общее кол-во инновационных проектов Inn – кол-во проектов востребованных рынком
Примечание – Составлено автором.		

Показатель R может быть рассчитан по формуле (3.1)[1]:

$$R = \lambda_1 * E_1 + \lambda_2 * E_2 + \lambda_3 * E_3, \quad (3.1)$$

где E_1 – расходы на НИОКР;

E_2 – расходы на приобретение инновационных транспортных средств;

E_3 – дополнительные расходы на инновации;

λ – весовые коэффициенты, $\sum \lambda_i = 1$.

Показатель расходов на инновации ГУП «Московский метрополитена» (R) составлял в 2018 году – 20,48 млрд. руб., в 2019 году – 1,96 млрд., в 2020 году –

[1] Составлено автором на основе весовых коэффициентов.

54,16 млрд. руб. Увеличение показателя R демонстрирует неуклонное наращивание инновационного потенциала, а также увеличение объема расходов на модернизацию оборудования Московского метрополитена.

Рассмотрим инновационные проекты, которые были внедрены ГУП «Московский метрополитен» с 2019 по 2021 год[1].

1. Система распознавания лиц на основе биометрического идентификатора. Это достаточно важный аспект, который помогает распознавать пассажиров в режиме онлайн. Система распознавания лиц появилась в московском метро с апреля 2019 года. В тестовом режиме система была апробирована на станции «Октябрьское поле». После прохождения успешного испытания система была внедрена и на других линиях (Серпуховско-Тимирязевской, Калужско-Рижской, Люблинско-Дмитриевской и Таганско-Краснопресненской).

Важно подчеркнуть, что не только станции, но и вагоны были оборудованы камерами видеофиксации. На это было потрачено около 1,4 млрд рублей бюджетных средств Москвы. Аукцион на поставку и оснащения был опубликован на сайте госзакупок 9 июля 2020 года[2].

Сегодня в метро в общей сложности установлено свыше 4 тысяч камер, позволяющих распознавать лица. На идентификацию одного пассажира требуется не более двух секунд. Для сравнения, всего в Москве установлено свыше 175 тысяч камер видеонаблюдения[3].

2. Оплата биометрией. С 2020 года в метро начали тестировать систему по скану лица. Распознавание основывается на платформе FacePay; часть испытаний планируется завершить к октябрю 2021 года[4].

3. GPS для расчета тоннелей. Эта система чрезвычайно важна при проведении инженерно-строительных работ в рамках подготовки инновационных

---

[1] ХАЙТЕК.// Интернет-журнал «Хайтек»- Медиа про высокие технологии в России и лучшие мировые практики. URL: https://hightech.fm/2020/09/02/metro-new-tecnology-moscow (дата обращения 07.01.2022)

[2] ТиНАО: итоги девяти лет развития. / ГУП «Московский метрополитен» URL: https://www.mos.ru/mayor/themes/3299/7465050/ (дата обращения 03.01.2022).

[3] Количество камер для фиксации нарушений правил остановки в Москве возрастет на треть // Интернет-журнал ТАСС. URL: https://tass.ru/moskva/10976385 (дата обращения 03.12.2021)

[4] Биометрическая оплата. Система FACE PAY // Интернет-журнал Российская газета. URL: https://rg.ru/2021/01/31/reg-cfo/biometricheskaia-oplata-proezda-v-moskovskom-metro-zarabotaet-k-koncu-goda.html (дата обращения 03.12.2021)

проектов. В дело вступают так называемые маркшейдеры[1], которым поручено проведение расчетов по прокладке тоннелей под землей. При удачном выборе места для строительства новой станции метро необходимо точно определить, насколько глубоко будет залегать тоннель под землей. В этом случае может помочь GPS (Global Positioning System) – эта система точно определит глубину залегания. Также используется применение специальных геодезических приборов для измерения расстояний, вертикальных и горизонтальных углов. То есть использование GPS помогает специалистам и маркшейдерам осуществлять правильное измерение пространства под землей и конструировать тоннели, проектные трассы и депо.

Кроме того, применение системы GPS позволяет сократить число работников, занятых в прокладке тоннелей и в возведении новых станций. Для сравнения в эпоху СССР в метро работало около 350 маркшейдеров, в сейчас в службе метро задействовано всего 150 человек.[2]

4. Голографические экраны. Голографические экраны очень удобны для визуализации и донесения информации для пассажиров. Идея использования голографических экранов впервые была озвучена на одном из технологических форумов. Предполагается, что на экранах будет показана информация об удобных сервисах московского метро с целью обеспечения всех пассажиров самой необходимой оперативной информацией. Такие экраны уже установлены «Новослободская-Менделеевская», а также станции «Мичуринский проспект». Если проект будет успешен, то будет внедрен в 2021 году[3].

5. Поезда без машиниста. Современные технологии и математические методы моделирования позволяют настолько автоматизировать весь процесс движения поезда метро, включая остановку на станции, посадку и высадку пассажиров, закрытие дверей, и въезд поезда в тоннель. Таким образом сам поезд

---

[1] Маркшейдеры.// Интернет-ресурс «Проектирование». URL: https://proektoria.online/catalog/professions/markshejder (дата обращения 03.11.2021)

[2] Профессии Ростеха: маркшейдер./ Интернет-журнал Ростеха. URL: https://rostec.ru/news/professii-rostekha-marksheyder/ (дата обращения 03.11.2021)

[3] ХАЙТЕК // Интернет-ресурс «Хайтек». Высокие технологии в России и лучшие мировые практики: URL: https://hightech.fm/2020/09/02/metro-new-tecnology-moscow (дата обращения 07.01.2022)

может обойтись без машиниста. В мире есть метрополитены, где метро работает без машиниста. Например, в Дубае. В Москве поезда «Ласточка» без машинистов будет ездить по МЦК с 2021 года.[1]

6. Интерактивные автоматы для навигации. Не секрет, что современная система метро, включая Московское центральное кольцо (МЦК), а также МЦД достаточно сложна. Зачастую пассажиры не всегда могут построить оптимальный маршрут для того, чтобы доехать до нужной станции. В этой связи в метро Москвы установлены такие автоматы.[2] С помощью этих автоматов можно узнать местонахождение музеев, выставок, ресторанов, ведомственных учреждений. Также эти автоматы полезны иностранцам, которые не владеют русским языком и плохо ориентируются в Москве

7. Виртуальный супермаркет. Почти все пассажиры не располагают временем на покупки, так как спешат доехать до работы. Система виртуальных супермаркетов предполагает использование смартфона для осуществления покупки при помощи QR – кода. Это так называемый маркетинговый ход, позволяющий оптимизировать время пребывания пассажиров в подземке. В 2021 года система не получила особого распространения, хотя запущена в режиме тестирования в 2020 году.[3]

8. Обновление парка вагонов – поездами Москва – 2020. Поезда «Москва» представляют собой пример повышенной комфортности поезда, что очень важно для тех пассажиров, которые проводят в подземке больше часа чтобы добраться до места назначения. В 2020 год было выведено еще 45 новых составов[4], а в 2021 к ним добавилось еще 24 поезда.[5]

---

[1] Комплекс градостроительной политики / Интернет-журнал Мосметрострой. URL: https://stroi.mos.ru/news/poiezda-biez-mashinistov-zapustiat-po-mtsk-s-2021-ghoda. (дата обращения 03.11.2021)

[2] Московское метро / ГУП «Московское метро»: URL:https://www.mos.ru/news/item/44042073/ (дата обращения 04.12.2021)

[3] Виртуальные супермаркеты. / Интернет-журнал РИАМО URL:https://riamo.ru/article/448042/v-metro-moskvy-budut-prodavat-produktsiyu-shirokogo-potrebleniya-v-virtualnyh-supermarketah.xl (дата обращения 02.12.2021)

[4] Инновации метро / Интернет-журнал для предпринимателей URL: https://incrussia.ru/specials/innovation-metro/ (дата обращения 01.11.2021)

[5] В 2021 году поездов «Москва-2020» в метро стало в полтора раза больше // Интернет-газета «Известия» URL: https://iz.ru/1192843/2021-07-14/v-2021-godu-poezdov-moskva-2020-v-metro-stalo-v-poltora-raza-bolshe (дата обращения 03.11.2021)

Опираясь на вышеизложенные нововведения, можно рассчитать показатель W, отражающий число востребованных на рынке инноваций метро.

С учетом того, что из 8 нововведений всего одно (виртуальный супермаркет) не нашло полного применения, можно сказать, что показатель W = 7/8 = 0,8 (80%). То есть можно сделать вывод, что практически все инновационные проекты, которые были предложены для внедрения в московскую подземку, нашли свое применение. Что касается популярности среди пассажиров виртуального супермаркета, то не слишком большое распространение этой инновации скорее всего связано с менталитетом горожан.

Коэффициент соблюдения культуры на транспорте определяется исходя полученных сведений опроса пассажиров в 2020 году[1]. В опросе приняли участие студенты, работники, самозанятые, домохозяйки и др. (см. рисунки 3.1, 3.2).

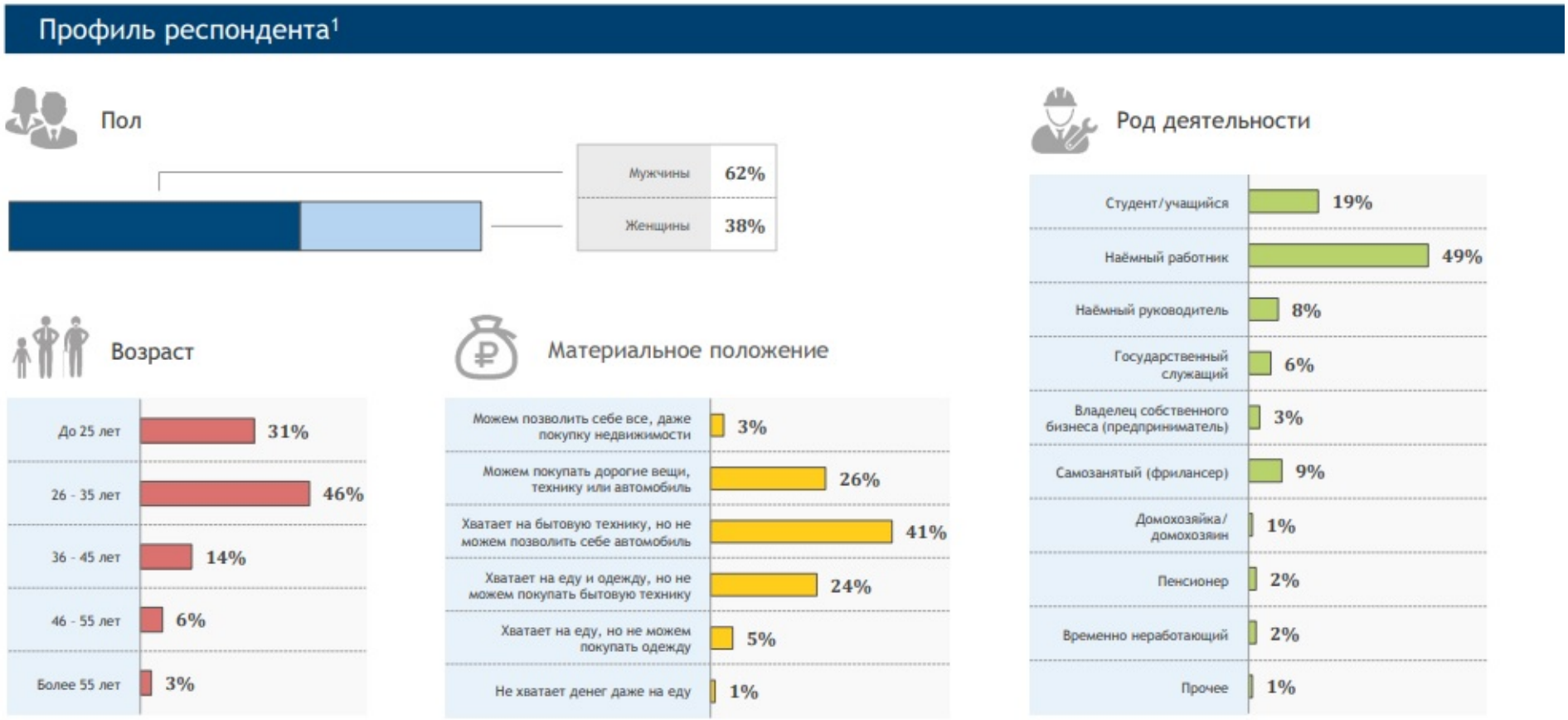
В опросе приняли участие экономически активное население свыше. (Доля тех, кото за 55 лет составила всего 3%). В целом опрос отражает отношение пассажиров к степени комфортности в поездах нового поколения.

Около 73 % респондентов заявили, что испытывают дискомфорт, связанный с мощным холодным кондиционером в вагоне. С другой стороны, среди положительных моментов надо отметить, что почти 93 % пассажиров устраивает уровень шума в вагонах и 97% респондентов одобрило уровень освещения.

Откидные сидения в вагонах устраивают лишь 53 % опрошенных; около 57% сомневаются в целесообразности установки таких сидений. 41% респондентов выступают за создание в вагонах специально выделенного пространства для проезда стоя. Это особенно важно в час пик, когда вагон заполняется полностью.

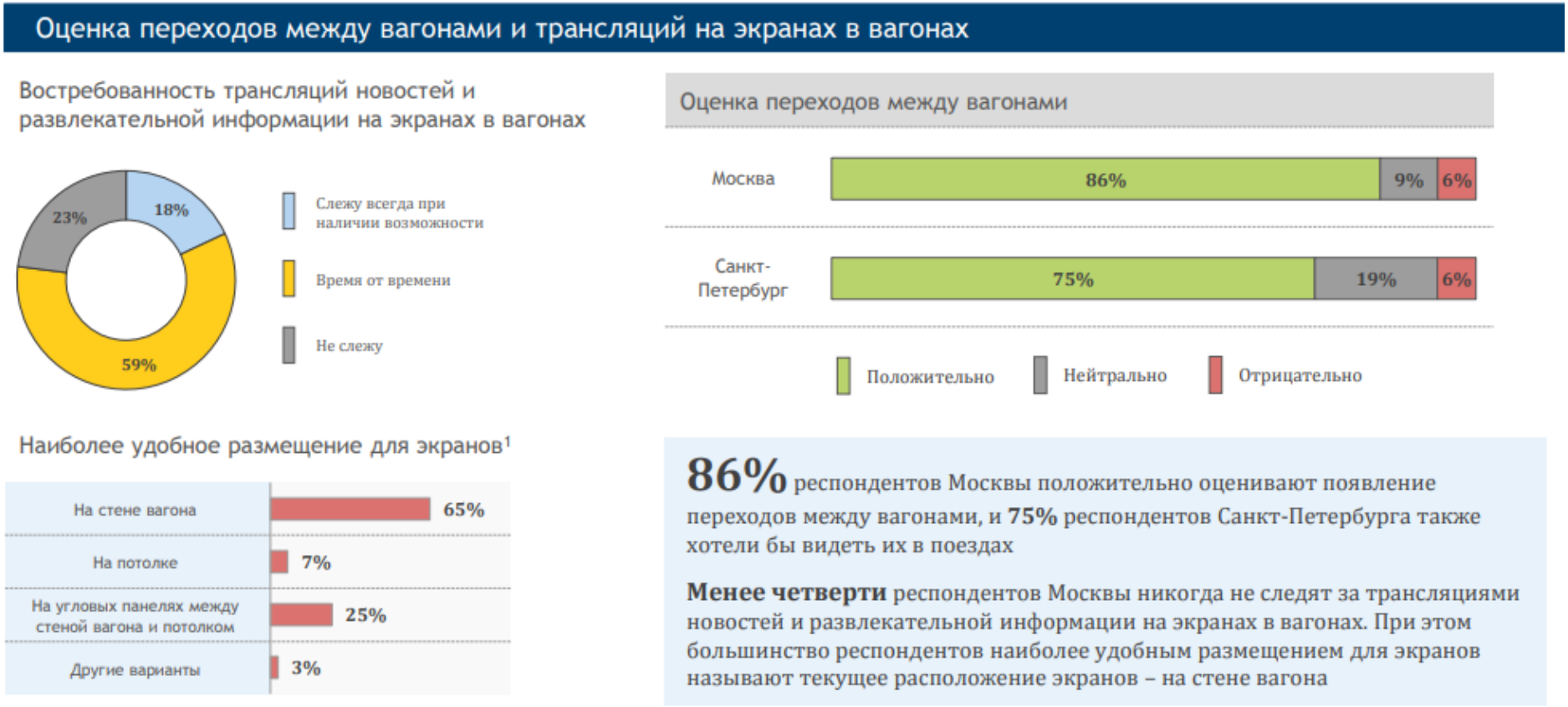
Более того, представляется целесообразным оснастить зоны стоя удобными поручнями, которые бы позволили экономист пространство вагона. Пассажиры высоко оценили оснащение поездов «Москва» USB-разъемами для зарядки

[1] Комфорт в новых поездах. Результаты опроса пассажиров метро Москвы и Санкт -Петербурга./ Интернет-ресурс Институт проблем естественных монополий. URL: http://www.ipem.ru/files/files/research/20200930_a_poll_of_moscow_and_st__petersburg_metro_passengers.pdf (дата обращения 12.12.2021).



Примечание – Составлено автором на основе данных опроса метро: Комфорт в новых поездах. Результаты опроса пассажиров метро Москвы и Санкт -Петербурга / Интернет-ресурс. Институт проблем естественных монополий. URL: http://www.ipem.ru/files/files/research/20200930_a_poll_of_moscow_and_st__petersburg_metro_passengers.pdf (дата обращения 22.11.2021).

Рисунок 3.1 – Опрос пассажиров Московского и Петербургского метро. Профиль респондента



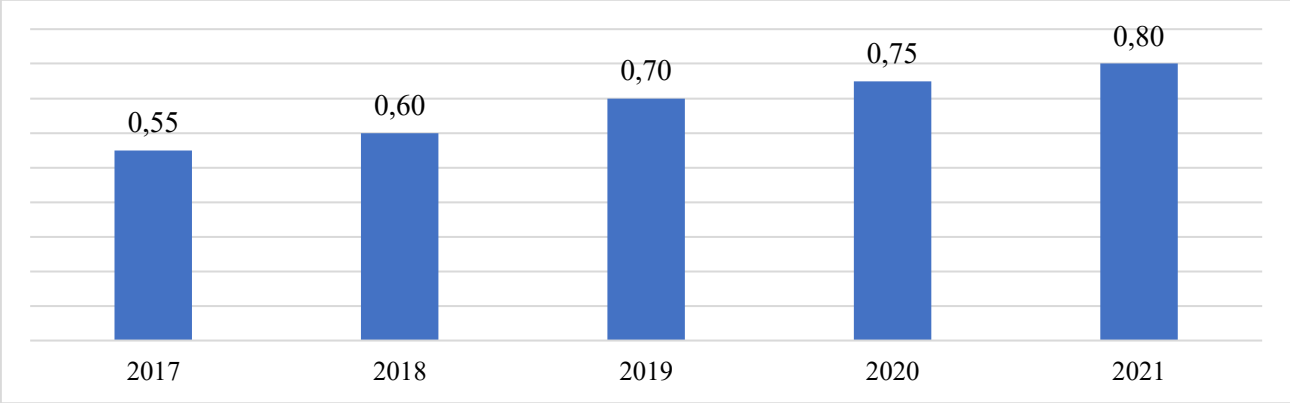
Примечание – составлено автором на основе данным опроса метро. Комфорт в новых поездах. Результаты опроса пассажиров метро Москвы и Санкт -Петербурга / Интернет-ресурс «Институт проблем естественных монополий». URL: http://www.ipem.ru/files/files/research/20200930_a_poll_of_moscow_and_st__petersburg_metro_passengers.pdf (дата обращения 02.12.2021).

Рисунок 3.2 – Опрос пассажиров Московского и Петербургского метро. Комфорт в новых поездах

смартфонов и ноутбуков (одобрили 92% респондентов Москвы). 86% опрошенных одобрили появление свободных переходов между вагонами, что облегчило процесс перемещения пассажиров в поезде.

Теперь очень легко перейти из головного вагона в конец поезда. Также надо отметить, что по данным опроса четверти респондентов (25%) признались, что никогда не следят за трансляциями новостей и не в курсе нововведений.

Коэффициент транспортной культуры для пассажиров равен 75 % в 2020 году. Можно рассчитать динамику коэффициента транспортной культуры на транспорте по данным независимого профсоюза метро[1] (рисунок 3.3).



Примечание – Составлено автором на основе социологических опросов и данных независимого профсоюза метро: Соцопрос // Официальный сат профсоюза метро. URL: https://profrazin.com/ (дата обращения 03.06.2021).

Рисунок 3.3 – Динамика коэффициента транспортной культуры в Московском метро

Рисунок 3.3 демонстрирует положительную динамику показателя и уровень транспортной культуры растет. Это свидетельствует о том, что среднестатистический пассажир успешно «адаптировал» на себе внедренные инновации метро и активно пользуется цифровыми технологиями в подземке.

Можно прогнозировать, что в дальнейшем инновации метро будут еще в большей степени способствовать повышению степени комфорта в вагонах, увеличению надежности и безопасности движения, а также уменьшению эксплуатационных расходов.

[1] Профсоюз метро. / Официальный сайт профсоюза метро. URL:https://profrazin.com/ (дата обращения 03.01.2022).

3.2. Разработка модели прогнозирования снижения аварийности и ущерба

Разработка и создание эффективной модели работы функционирования метро – сложная и системная задача, решение которой может занять от нескольких месяцев до полугода. В рамках создания модели необходимо выделить следующие этапы:

– составление содержательного описания эффективной модели, которое может быть реализовано на основе сбора эмпирических данных и выполняемых нормативных значениях применительно ко всем объектам метрополитена;

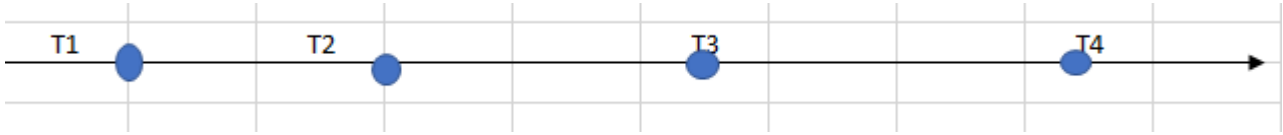
– составление формализованной схемы модели, которая будет включать основные технические характеристики и показатели работы метро;

– представление экономико-математической модели, которая будет не только моделировать конкретные даты аварий, но и определять конкретный объем ущерба от сбоев.

T_1, T_2, T_3, T_4 – даты аварий. Тогда (3.2):

$$T_2 - T_1 = A_1 \quad (3.2)$$

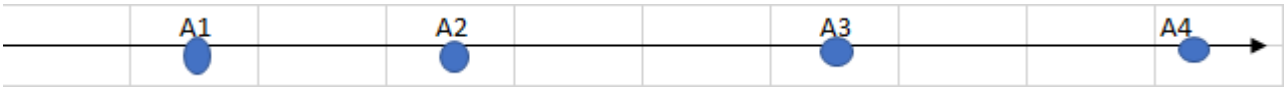
– промежутки времени между авариями. Для удобства временная шкала равняется 30 календарным дням (рисунок 3.4).



Примечание – Составлено автором.

Рисунок 3.4 – Шкала дат

Тогда зададим прямую с аварийными промежутками времени, где A_1, A_2, …, A_n – промежутки времени между сбоями за определенный (календарный период времени) (рисунок 3.5).



Примечание – Составлено автором.

Рисунок 3.5 – Шкала аварийных дат

Согласно статистическим данным, математическое ожидание сбоев метро равно приблизительно m = 2 дня. Математическое ожидание является постоянным и не меняется в зависимости от длины A_1, A_2, …, A_n. Отсюда можно предположить, что поток A_1, A_2, …, A_n – ординарный марковский стационарный поток.

Отдельные линии метро могут иметь непостоянное математическое ожидание, которое может меняться из-за различных факторов.

1. Для прогнозирования аварий можно использовать метод наименьших квадратов (МНК) при условии, что сбои метро носят линейный характер. Прогноз на основе МНК должен быть скорректирован на «аварийные» даты неблагоприятных событий. В рамках метода МНК достаточно ввести более 10 значений для определения точности аварии. На некоторых линиях метро в месяц происходит 2-3 сбоя, на других – 5-7.

При расчете МНК удобно пользоваться полиномом второй или третьей степени (при коэффициенте корреляции R=0,99), так как тяжелые полиномы больших степеней сильно искажают результат. Расчеты все вести в программе MATHLAB или WOLFRAM.

2. Если аварии носят ярко выраженный нелинейный характер с неустойчивым математическим ожиданием для эффективного прогноза могут подойти формулы из теории хаоса.

Для прогнозирования аварийности сбоев в метро можно использовать различные математические модели: линейные, нелинейные, статические, структурные и т.д. Однако недостатком линейных моделей является то, что в них присутствует автокорреляция[1] и усредненные значения, которые искажают результаты.

Согласно статистике, реальная динамика сбоев метро за любой период времени носит ярко выраженный нелинейный характер, так как пертурбации и происшествия возникают в самые неожиданные моменты и приходятся даже на выходные дни (возгорание щитовых, падение людей и деревьев на рельсы, поломка

[1] Данное понятие широко используется в эконометрике. Наличие автокорреляции случайных ошибок приводит к ухудшению качества модели прогнозирования. // Интернет-ресурс IBM. https://www.ibm.com/docs/ru/spss-modeler/SaaS?topic=data-autocorrelation-partial-autocorrelation-functions (дата обращения 04.01.2022)

эскалаторного полотна). Таким образом, именно рассмотрение метро через нелинейные модели[1] и возможность применения нелинейных методов[2] позволит более точно и адекватно предсказать аварийную динамику московской подземки.

К числу таких нелинейных моделей относится логистическое отображение, которое широко используется в теории хаоса[3]. В теории хаоса имеется целый класс моделей, которые в состоянии достаточно правильно моделировать сбои.

Вообще теория хаоса интересна сама по себе с точки зрения своих приложений и возможности показать примечательные графические бифуркации. Хаотическое распределение значений (времени между сбоями) может на первый взгляд показаться лишенным всякого смысла, однако во всяком хаосе имеется свой особый порядок. Динамика значений хаоса подчиняется строго определенным правилам, в котором есть место повторяющимся значениям через различные промежутки времени.

Наиболее перспективными является логистическое отображение вида (3.3):

$$X_{n+1}= X_n*EXP(\lambda*(1-X_n)) \quad (3.3)$$

и синусоидальное отображение вида[4] (3.4):

$$X_{n+1}= X_n*EXP(\lambda*(1-X_n))*SIN\ (X_n) \quad (3.4)$$

где X_n – значение, соответствующее определенному периоду времени между двумя сбоями,

λ – устойчивый параметр от 0 до 4.

Отличительной чертой, указанных выше формул, является то, что они являются рекуррентными функциями, в которых каждое последующее значение зависит от предыдущего. Таким образом, для построения точного прогноза аварийности сбоев метро необходима самая полная и достоверная прошлая статистическая информация, так как начальное значение определяет все последующие значения.

---

[1] Бычков Ю.А., Щербаков.С.В. Непрерывные и дискретные нелинейные модели динамических систем. Издательство: Лань, 2018. 420 с.

[2] Малинецкий Г. Г., Потапов А. Б., Подлазов А. В. Нелинейная динамика: подходы, результаты, надежды. М.: УРСС.2006.

[3] Ахромеева Т. С., Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г. Нестационарные структуры и диффузионный хаос. М.: Наука. 1992. 371 с.

[4] В. Н. Думачев, В. А. Родин. Эволюция антагонистически-взаимодействующих популяций на базе двумерной модели Ферхюльста–Пирла (рус.). Math-Net.ru, 2005. Т. 17, вып. 7. С. 11-22

Итак, приведем методику для прогнозирования сбоев.

1. Определение конкретной модели логического отображения (выбор среди отображения Фейгенбаума, унимодального экспоненциального[1] и др.) для оценки хаотических колебаний сбоев метро.

2. Определение параметра λ и начального значение X_0 в конкретной рекуррентной функции на основе эмпирических исследований.

3. Нахождение в модели хаоса устойчивых фракталов (повторяющихся периодов времени, через которые происходят сбои, соответствующие определенным датам календарного месяца).

4. Определение размерности всех типов фракталов (фрактальных решеток), повторяющихся во времени, и их идентификация.

5. Определение периода времени, через которые повторяются фракталы.

Замечания к построению вышеописанной методики:

1. Период времени, разделяющий определенные фракталы, может равняться математическому ожиданию (средней наработке на отказ).

2. При прогнозировании учитываются праздничные дни, период летних каникул в июне и июле, а также даты, приходящиеся на ремонт определенных линий.

Исходные данные для расчетов прогнозной динамики приведены в таблице 3.2.

Из таблицы 3.2 ясно видны повторяющиеся промежутки времени, которые выражаются в одинаковых интервалах – днях, и которые можно представить в виде повторяющихся значений {1,1}, {2,2}, {1,3,3}. Можно смело назвать эти промежутки фракталами (по теории хаоса), так как эти сочетания цифр повторяются с определенной периодичностью.

Этот факт можно увидеть в таблице 3.2, если рассмотреть период времени с 02.01.2021 до 06.012.2021. Также можно увидеть «расстояния» между фракталами {2,2} и {1,1}, выражающиеся в периоде времени с 26.02.2021 по 23.07.2021.

---

[1] Митина О.В. Использование модели логистического уравнения для изучения динамических процессов в психологии и науках // Портал психологических изданий PsyJournals. : https://psyjournals.ru/files/66741/modelirovanie_2013_1_mitina.pdf (дата обращения 04.01.2022)

Таблица 3.2 – Сбои метро Москвы за 2021 год (на всех линиях) и распределение фрактальных промежутков времени между сбоями

Дата сбоя	Число дней между сбоями	Дата сбоя	Число дней между сбоями	Дата сбоя	Число дней между сбоями	Дата сбоя	Число дней между сбоями	Дата сбоя	Число дней между сбоями	Дата сбоя	Число дней между сбоями
01.01.2021		10.03.2021		12.05.2021		07.07.2021		16.09.2021		18.11.2021	
02.01.2021	1	11.03.2021	1	13.05.2021	1	15.07.2021	8	20.09.2021	4	19.11.2021	1
03.01.2021	1	15.03.2021	4	17.05.2021	4	18.07.2021	3	21.09.2021	1	21.11.2021	2
11.01.2021	8	18.03.2021	3	19.05.2021	2	20.07.2021	2	24.09.2021	3	01.12.2021	10
13.01.2021	2	21.03.2021	3	21.05.2021	2	23.07.2021	3	03.10.2021	9	04.12.2021	3
01.02.2021	19	29.03.2021	8	30.05.2021	9	03.08.2021	11	10.10.2021	7	05.12.2021	1
04.02.2021	3	01.04.2021	3	01.06.2021	2	05.08.2021	2	11.10.2021	1	06.12.2021	1
09.02.2021	5	09.04.2021	8	04.06.2021	3	10.08.2021	5	14.10.2021	3	07.12.2021	1
16.02.2021	7	15.04.2021	6	08.06.2021	4	16.08.2021	6	19.10.2021	5	08.12.2021	1
17.02.2021	1	16.04.2021	1	09.06.2021	1	17.08.2021	1	22.10.2021	3	10.12.2021	2
18.02.2021	1	24.04.2021	8	10.06.2021	1	20.08.2021	3	27.10.2021	5	16.12.2021	6
24.02.2021	6	25.04.2021	1	14.06.2021	4	21.08.2021	1	03.11.2021	7	21.12.2021	5
26.02.2021	2	28.04.2021	3	15.06.2021	1	25.08.2021	4	09.11.2021	6	24.12.2021	3
28.02.2021	2	01.05.2021	3	25.06.2021	10	01.09.2021	7	12.11.2021	3	28.12.2021	4
03.03.2021	3	08.05.2021	7	28.06.2021	3	06.09.2021	5	13.11.2021	1	30.12.2021	2
05.03.2021	2	10.05.2021	2	06.07.2021	8	14.09.2021	8	17.11.2021	4		

Примечание – Составлено автором.

Интересно отметить, что наличие фракталов {2,2} и {1,1} говорит о том, что на неделе произошло как минимум 3 сбоя. Подобную картину мы могли наблюдать в январе, феврале и сентябре 2021 года, когда происходила значительная нагрузка на метро. Далее мы видим, что фрактал {1,1} трижды повторялся 2021 году: в январе месяце, начиная с 02.01.2021 и по 18.02.2021 через различные промежутки времени.

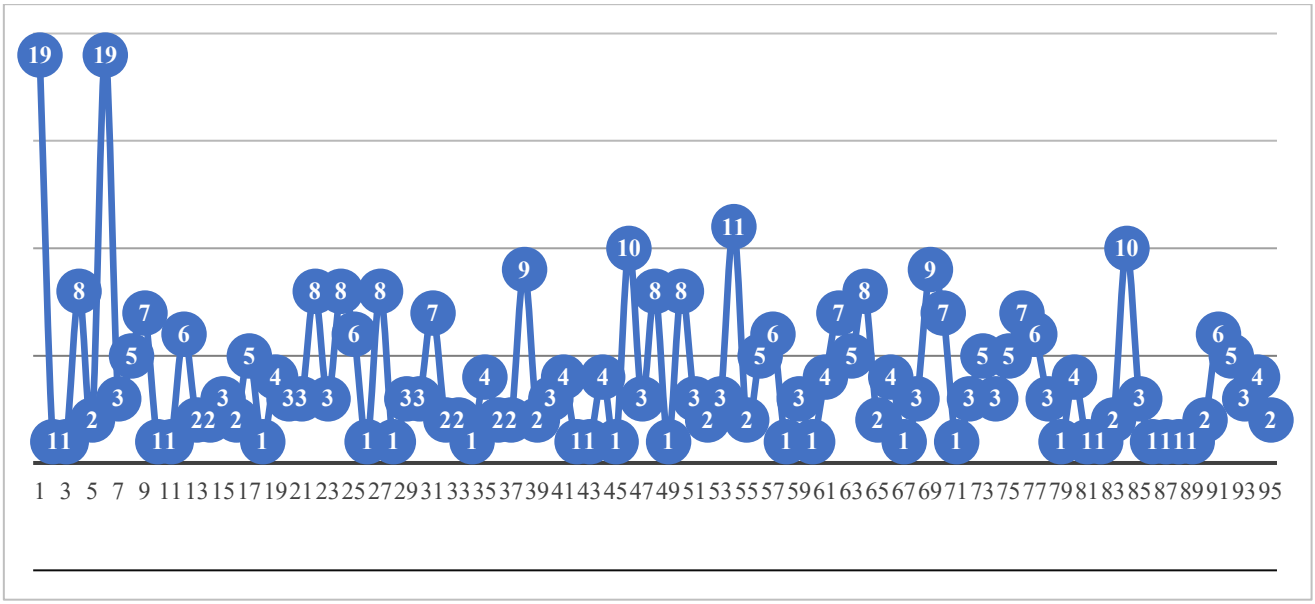
Далее с другим фракталом {1,3,3} мы встречаемся в апреле месяце – с 25.04.2021 по 01.05.2021. Еще один фрактал {1,3,1} четко прослеживается в августе месяце 2021 года.

Помимо рассмотренных фракталов имеются другие фрактальные решетки, которые чередуются с указанным фракталом с определенной периодичностью и которые не менее интересны для рассмотрения – это периоды {4,1,3} и {4,1,3}.

В Таблице 3.2 фрактал {4,1,3} встречается в марте и сентябре 2021 года. Сам фрактал {4,1,3} свидетельствует о наличии 3 сбоев за неделю и является подтверждением некоторого спада нагрузки после «трудных фракталов» {1,1,} или {1,1,}.

Фрактал {1,4,1} наблюдается дважды в 2021 году – в июле и в ноябре месяце. Это является свидетельством того, что нагрузка на систему метро время от времени спадает и пассажиропоток уменьшается, провоцируя снижение сбоев и аварий.

Поэтому период времени 10 дней (прежде чем произошел, например, новый сбой 25.06.2021) был в достаточной степени предсказуем. Однако понадобилось значительное количество времени, прежде чем система метро не выстраивается в четкий фрактал {1,3,1} – 17.08.2021 по 22.08.2021. Фрактал {1,3,1} свидетельствует о средней напряженности сбоев, не превышающих 2-3 раза в неделю. Можно констатировать, что нагрузка системы возрастает более или менее равномерно, прежде чем достигнуть максимального напряжения, о чем будет свидетельствовать появление фрактала {1,1,1} с 05.12.2021 по 27.02.2021 года. Как уже отмечалось ранее фрактальные решетки {1,1,1} подтверждают 4 сбоя в неделю. Для наглядности отображения устойчивых фракталов можно использовать диаграмму, представленную на рисунке 3.6.



Примечание – Составлено автором.

Рисунок 3.6 – Периоды времени между сбоями метро с 01.01.2021 по 31.12.2021, выраженные в днях календарного месяца (на всех линиях метро)

Для расчета прогноза необходимо учитывать определенное среднестатистическое число сбоев за предыдущий период.

Для расчета прогноза сбоев в 2022 году используем логистическое отображение вида[1] (3.5):

$$X_{n+1} = X_n * EXP (\Lambda * (1-X_n))*SIN (X_n), \quad (3.5)$$

где $X_o = 0,2$,

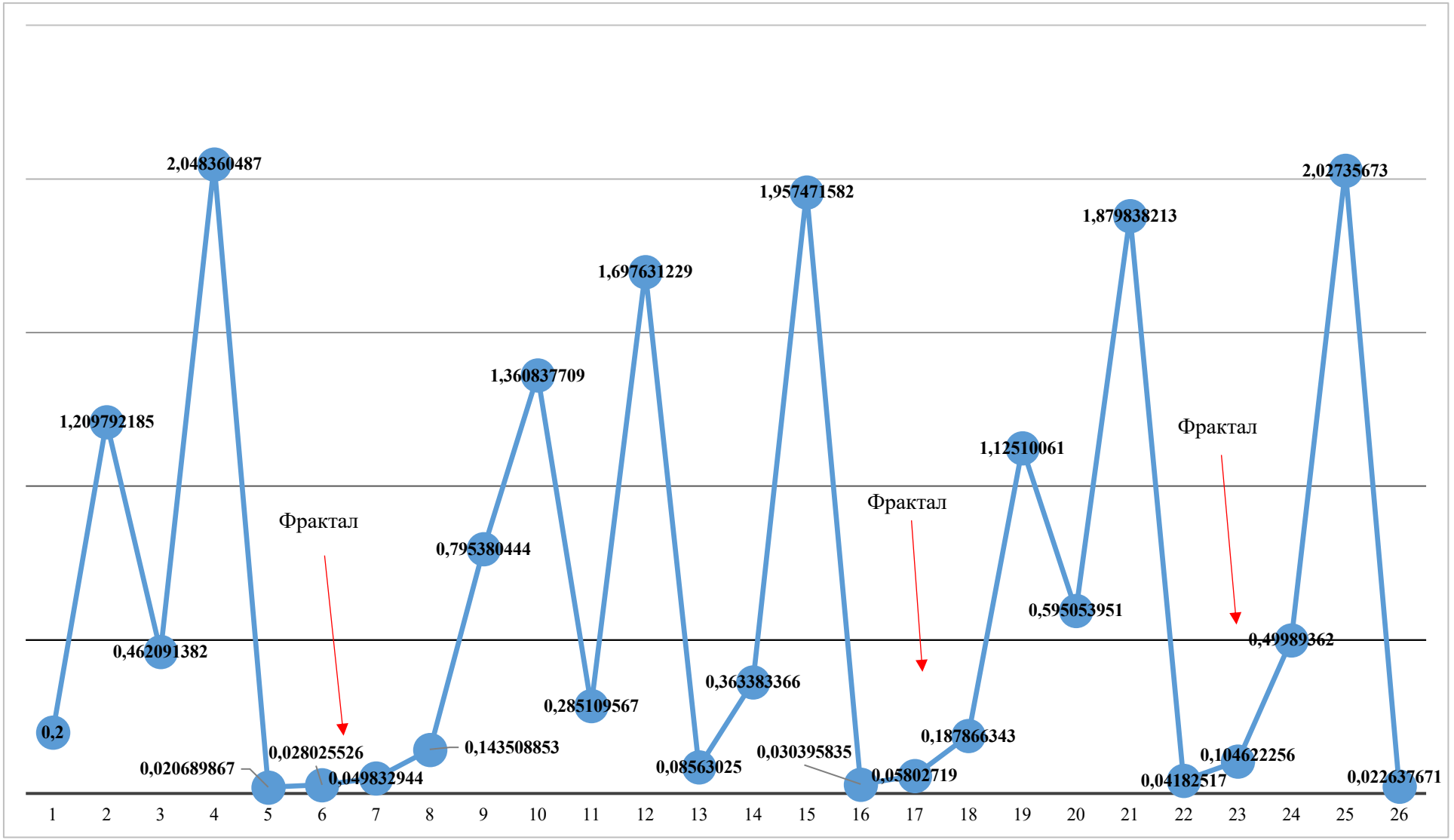
$\Lambda = 4,27$.

Логистическое отображение (хаос) повторяющихся промежутков времени между сбоями представлено на рисунке 3.7.

Согласно эмпирическому наблюдению, при $\Lambda = 4,27$, у синусоидального логистического отображения помимо заметных возникающих фракталов, указанных в диаграмме 7, можно увидеть четкий период между фрактальными образованиями равный 7. То есть эти значения, соответствующие определенным промежуткам времени между сбоями, отделяют один фрактал от другого.

По итогам расчетов получаем следующую таблицу по динамике сбоев на 2022 год (таблица 3.3).

[1] Составлено автором на основе статьи Митиной О.В. Использование модели логистического уравнения для изучения динамических процессов в психологии и науках о жизни.// Портал психологических изданий PsyJournals URL: https://psyjournals.ru/files/66741/modelirovanie_2013_1_mitina.pdf (дата обращения 04.01.2022)



Примечание – Составлено автором на основе отображения (3.5).

Рисунок 3.7 – Фракталы логистического отображения

Таблица 3.3 – Сбои в Московском Метрополитене в ноябре 2021 – январе 2022 года (на всех линиях)

№	Дата сбоев	Число дней между сбоями
1	17.11.2021	
2	18.11.2021	1
3	19.11.2021	1
4	21.11.2021	2
5	01.12.2021	10
6	04.12.2021	3
7	05.12.2021	1
8	06.12.2021	1
9	07.12.2021	1
10	08.12.2021	1
11	10.12.2021	2
12	16.12.2021	6
13	21.12.2021	5
14	24.12.2021	3
15	28.12.2021	4
16	30.12.2021	2
17	04.01.2022	5
18	16.01.2022	12
19	18.01.2022	2
20	24.01.2022	6
21	26.01.2022	2
22	28.01.2022	2
Примечание – Составлено автором.		

Общий прогноз аварийности сбоев приведен в таблице 3.4.

Сбои, указанные в таблице 3.4, учитывают выходные и праздничные дни, летние каникулы в июне и июле.

Таблица 3.4 отражает совокупное количество сбоев, которое может произойти на всех без исключения линиях Московского метрополитена без отсылки на конкретные линии.

В таблице 3.5 приведены значения по недельным сбоям за 2021 год.

Исходя данных таблицы 3.5, легко увидеть, что динамика недельных сбоев колеблется от 2-х до 3-ти. (В редких случаях – до 4-ти, как например за август и ноябрь 2021 года). Но, если число сбоев равняется 4-м и они приходятся на каждый

Таблица 3.4 – Прогноз сбоев на 2022 год Московского метрополитена (на всех линиях)

01.01.2022	01.02.2022	04.03.2022	04.04.2022	05.05.2022	05.06.2022	06.07.2022	06.08.2022	06.09.2022	07.10.2022	07.11.2022	08.12.2022
02.01.2022	02.02.2022	05.03.2022	05.04.2022	06.05.2022	06.06.2022	07.07.2022	07.08.2022	07.09.2022	08.10.2022	08.11.2022	09.12.2022
03.01.2022	03.02.2022	06.03.2022	06.04.2022	07.05.2022	07.06.2022	08.07.2022	08.08.2022	08.09.2022	09.10.2022	09.11.2022	10.12.2022
04.01.2022	04.02.2022	07.03.2022	07.04.2022	08.05.2022	08.06.2022	09.07.2022	09.08.2022	09.09.2022	10.10.2022	10.11.2022	11.12.2022
05.01.2022	05.02.2022	08.03.2022	08.04.2022	09.05.2022	09.06.2022	10.07.2022	10.08.2022	10.09.2022	11.10.2022	11.11.2022	12.12.2022
06.01.2022	06.02.2022	09.03.2022	09.04.2022	10.05.2022	10.06.2022	11.07.2022	11.08.2022	11.09.2022	12.10.2022	12.11.2022	13.12.2022
07.01.2022	07.02.2022	10.03.2022	10.04.2022	11.05.2022	11.06.2022	12.07.2022	12.08.2022	12.09.2022	13.10.2022	13.11.2022	14.12.2022
08.01.2022	08.02.2022	11.03.2022	11.04.2022	12.05.2022	12.06.2022	13.07.2022	13.08.2022	13.09.2022	14.10.2022	14.11.2022	15.12.2022
09.01.2022	09.02.2022	12.03.2022	12.04.2022	13.05.2022	13.06.2022	14.07.2022	14.08.2022	14.09.2022	15.10.2022	15.11.2022	16.12.2022
10.01.2022	10.02.2022	13.03.2022	13.04.2022	14.05.2022	14.06.2022	15.07.2022	15.08.2022	15.09.2022	16.10.2022	16.11.2022	17.12.2022
11.01.2022	11.02.2022	14.03.2022	14.04.2022	15.05.2022	15.06.2022	16.07.2022	16.08.2022	16.09.2022	17.10.2022	17.11.2022	18.12.2022
12.01.2022	12.02.2022	15.03.2022	15.04.2022	16.05.2022	16.06.2022	17.07.2022	17.08.2022	17.09.2022	18.10.2022	18.11.2022	19.12.2022
13.01.2022	13.02.2022	16.03.2022	16.04.2022	17.05.2022	17.06.2022	18.07.2022	18.08.2022	18.09.2022	19.10.2022	19.11.2022	20.12.2022
14.01.2022	14.02.2022	17.03.2022	17.04.2022	18.05.2022	18.06.2022	19.07.2022	19.08.2022	19.09.2022	20.10.2022	20.11.2022	21.12.2022
15.01.2022	15.02.2022	18.03.2022	18.04.2022	19.05.2022	19.06.2022	20.07.2022	20.08.2022	20.09.2022	21.10.2022	21.11.2022	22.12.2022
16.01.2022	16.02.2022	19.03.2022	19.04.2022	20.05.2022	20.06.2022	21.07.2022	21.08.2022	21.09.2022	22.10.2022	22.11.2022	23.12.2022
17.01.2022	17.02.2022	20.03.2022	20.04.2022	21.05.2022	21.06.2022	22.07.2022	22.08.2022	22.09.2022	23.10.2022	23.11.2022	24.12.2022
18.01.2022	18.02.2022	21.03.2022	21.04.2022	22.05.2022	22.06.2022	23.07.2022	23.08.2022	23.09.2022	24.10.2022	24.11.2022	25.12.2022
19.01.2022	19.02.2022	22.03.2022	22.04.2022	23.05.2022	23.06.2022	24.07.2022	24.08.2022	24.09.2022	25.10.2022	25.11.2022	26.12.2022
20.01.2022	20.02.2022	23.03.2022	23.04.2022	24.05.2022	24.06.2022	25.07.2022	25.08.2022	25.09.2022	26.10.2022	26.11.2022	27.12.2022
21.01.2022	21.02.2022	24.03.2022	24.04.2022	25.05.2022	25.06.2022	26.07.2022	26.08.2022	26.09.2022	27.10.2022	27.11.2022	28.12.2022
22.01.2022	22.02.2022	25.03.2022	25.04.2022	26.05.2022	26.06.2022	27.07.2022	27.08.2022	27.09.2022	28.10.2022	28.11.2022	29.12.2022
23.01.2022	23.02.2022	26.03.2022	26.04.2022	27.05.2022	27.06.2022	28.07.2022	28.08.2022	28.09.2022	29.10.2022	29.11.2022	30.12.2022
24.01.2022	24.02.2022	27.03.2022	27.04.2022	28.05.2022	28.06.2022	29.07.2022	29.08.2022	29.09.2022	30.10.2022	30.11.2022	31.12.2022
25.01.2022	25.02.2022	28.03.2022	28.04.2022	29.05.2022	29.06.2022	30.07.2022	30.08.2022	30.09.2022	31.10.2022	01.12.2022	
26.01.2022	26.02.2022	29.03.2022	29.04.2022	30.05.2022	30.06.2022	31.07.2022	31.08.2022	01.10.2022	01.11.2022	02.12.2022	
27.01.2022	27.02.2022	30.03.2022	30.04.2022	31.05.2022	01.07.2022	01.08.2022	01.09.2022	02.10.2022	02.11.2022	03.12.2022	
28.01.2022	28.02.2022	31.03.2022	01.05.2022	01.06.2022	02.07.2022	02.08.2022	02.09.2022	03.10.2022	03.11.2022	04.12.2022	
29.01.2022	01.03.2022	01.04.2022	02.05.2022	02.06.2022	03.07.2022	03.08.2022	03.09.2022	04.10.2022	04.11.2022	05.12.2022	
30.01.2022	02.03.2022	02.04.2022	03.05.2022	03.06.2022	04.07.2022	04.08.2022	04.09.2022	05.10.2022	05.11.2022	06.12.2022	
31.01.2022	03.03.2022	03.04.2022	04.05.2022	04.06.2022	05.07.2022	05.08.2022	05.09.2022	06.10.2022	06.11.2022	07.12.2022	

Примечание – Составлено автором на основе логистического отображения (3.5).

Таблица 3.5 – Динамика недельных сбоев Метро Москвы за январь-декабрь 2021 года

Январь					Февраль				Март				
	4	11	18	25	1	8	15	22	1	8	15	22	29
	5	12	19	26	2	9	16	23	2	9	16	23	30
	6	13	20	27	3	10	17	24	3	10	17	24	31
	7	14	21	28	4	11	18	25	4	11	18	25	
1	8	15	22	29	5	12	19	26	5	12	19	26	
2	9	16	23	30	6	13	20	27	6	13	20	27	
3	10	17	24	31	7	14	21	28	7	14	21	28	
3	**0**	**2**	**0**	**0**	**2**	**1**	**3**	**3**	**2**	**2**	**2**	**0**	**1**
5					9				6				

Апрель					Май					Июнь				
	5	12	19	26		3	10	17	24	31		7	14	21	28
	6	13	20	27		4	11	18	25		1	8	15	22	29
	7	14	21	28		5	12	19	26		2	9	16	23	30
1	8	15	22	29		6	13	20	27		3	10	17	24	
2	9	16	23	30		7	14	21	28		4	11	18	25	
3	10	17	24		1	8	15	22	29		5	12	19	26	
4	11	18	25		2	9	16	23	30		6	13	20	27	
1	**1**	**2**	**2**	**1**	**1**	**1**	**3**	**3**	**1**	**0**	**2**	**3**	**2**	**1**	**1**
7					9						9				

Июль					Август						Сентябрь				
	5	12	19	26		2	9	16	23	30		6	13	20	27
	6	13	20	27		3	10	17	24	31		7	14	21	28
	7	14	21	28		4	11	18	25		1	8	15	22	29
1	8	15	22	29		5	12	19	26		2	9	16	23	30
2	9	16	23	30		6	13	20	27		3	10	17	24	
3	10	17	24	31		7	14	21	28		4	11	18	25	
4	11	18	25		1	8	15	22	29		5	12	19	26	
0	**2**	**2**	**2**	**0**	**0**	**2**	**1**	**4**	**1**	**0**	**1**	**1**	**2**	**3**	**0**
6					8						7				

Октябрь					Ноябрь					Декабрь				
	4	11	18	25	1	8	15	22	29		6	13	20	27
	5	12	19	26	2	9	16	23	30		7	14	21	28
	6	13	20	27	3	10	17	24		1	8	15	22	29
	7	14	21	28	4	11	18	25		2	9	16	23	30
1	8	15	22	29	5	12	19	26		3	10	17	24	31
2	9	16	23	30	6	13	20	27		4	11	18	25	
3	10	17	24	31	7	14	21	28		5	12	19	26	
1	**1**	**2**	**2**	**1**	**1**	**3**	**4**	**0**	**0**	**3**	**4**	**1**	**2**	**2**
7					8					12				

Примечание – Составлено автором на основе: Metro Operativno / ГУП «Московский метрополитен». URL: https://twitter.com/MetroOperativno/ (дата обращения: 07.01.2022).

будний рабочий день работы метро, то это обозначает в системе подземки каждый день случаются инциденты. Разумеется, такая система не может считаться эффективно функционирующей, когда целая неделя целиком является аварийной.

В этом случае целесообразно ввести планово-допустимое количество сбоев за неделю – 3 (при рассмотрении метро в целом) для мониторинга отклонения реальных значений от плановых. Таким образом, если число сбоев превышает 3 за неделю на линиях метро, то это может служить поводом для проведения дополнительного оперативного совещания руководством метро с целью анализа причин инцидентов и принятием необходимых мероприятий по их упреждению и профилактике. В отдельных случаях речь может идти о полной закрытии линии метро, а не отдельных станций. Также можно ввести нормативные плановые месячные значения для каждой линии метро исходя из эмпирических данных прошлых лет. Они приведены в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Предлагаемые нормативные плановые значения сбоев для линий метро

Название линии	**Нормативные плановые значения по месячным сбоям**
Арбатско-Покровская	3
Большая кольцевая линия	1
Бутовская	1
Замоскворецкая	4
Калининская	2
Калужско-Рижская линия	3
Кольцевая	2
Люблинско-Дмитровская	2
Серпухово-Тимирязевская	3
Сокольническая	3
Таганско-Краснопресненская	4
Филевская	1
Некрасовская	1
Примечание – Составлено автором на основании эмпирических данных 2013-2021 гг.	

Сопоставление реально происходящих месячных сбоев и плановых значений сбоев, основанных на эмпирических данных, - первоочередная задача для создания эффективной модели метро. Если, например, месячные сбои на определенной линии метро превышают плановое рассчитанное значение, то это может служить лишних поводом для детального и тщательного их анализа и нахождения решений к их устранению.

Заметим, что плановое значение сбоев на линии в основном не превышает 2-3 сбоя. Это, например, такие линии как Арбатско-Покровская, Калининская, Калужско-Рижская.

Что касается «проблемных линий» – Таганско-Краснопресненской и Замоскворецкой – то плановое месячное значение достигает 4-х сбоев. В случае, когда на проблемных линиях произойдет 5 или 6 сбоев, то необходимо либо закрывать отдельные участки линии, либо проводить восстановительные работы с заменой оборудования (кабели, запирающие устройства и т.д.).

Вообще анализ проблем любой линии не может строиться бессистемно, только лишь на основе изучения причин отказа того или иного механизма инфраструктуры. Руководством метрополитена должна быть дана комплексная оценка состоянии той или иной линии на основе следующих моментов:

– определение конкретных сроков проведения восстановительных работ;

– привлечение дополнительных средств/ресурсов для проведения работ;

– полное или частичное закрытие отдельных участков линий;

– оценка дополнительных затрат на закупку ресурсов/оборудования.

Анализ аварийности на основе плановых значений позволит не только выявлять неблагоприятную динамику на отдельных линиях, но и своевременно принимать планово-предупредительные меры по устранению наступления возможных новых инцидентов.

Рассмотрим общую штатную численность московского метрополитена в 2021 году, которая обслуживает 278 станций метро (на обслуживание 1-ой станции приходится не менее 300 работников). Расходы на содержание на одного руководителя делятся на две части:

– оклад руководителя по формуле (3.6)[1]:

$$Z_1(\phi_1, \dots, \phi_k) = B_1(\phi_1 + \cdots + \phi_k)^{\lambda_1} k(k-1); \qquad (3.6)$$

[1] Губко М.В. Структура оптимальной организации континуума исполнителей//Автоматика и телемеханика. 2002. № 12. С.116 —130.

– дополнительные управленческие расходы по формуле (3.7)[1]:

$$Z_2(\phi_1, \dots \phi_k) = B_2(\phi_1 + \dots + \phi_k)^{\lambda_2}, \quad (3.7)$$

где k – количество работников, находящихся в подчинении у руководителей,

B_1 = 20 000 руб., B_2 = 40 000 руб.,

φ_1 – 0,40, φ_2 – 0,60 – степени однородности[2].

С учетом оптимальной нормы управления (r = 2, 3, …) функция на основе формулы (3.8)[3]:

$$f(r,k,\phi) = 20000\phi^{0,40}\left\{k(k-1) - r(r-1)\frac{|k^{0,60}-1|}{|r^{0,60}-1|}\right\} + 40000\phi^{0,60}\left\{1 - \frac{|k^{0,40}-1|}{|r^{0,40}-1|}\right\} \quad (3.8)$$

положительна при k = 2, 3, … ,10 с учетом $\phi \in [k; 10]$.

Нахождение оптимальной нормы управления предполагает выполнение двух условий (3.9) и (3.10)[4]:

$$1)\ f(r, r+1, \phi) \geq 0 \text{ при } \phi \in [r+1; 10]; \quad (3.9)$$

$$2)\ f(r, r-1, \phi) \geq 0 \text{ при } \phi \in [r-1; 10]. \quad (3.10)$$

Применение вышеуказанных ограничений приводит к аналитическому решению неравенств, при которых искомая норма управления будет равно четырем.

При этом параметр φ будет меняться в пределах указанного диапазона. Нахождение оптимальной нормы управления позволяет рассчитать объем расходов иерархии управления московского метро, который равен 31 867 589 рублей.

---

[1] Там же с.121.

[2] Данные об окладах работниках взяты из информации независимого профсоюза метрополитена / Официальный сайт профсоюза метро URL:https://profrazin.com/ (дата обращения 10.12.2021)

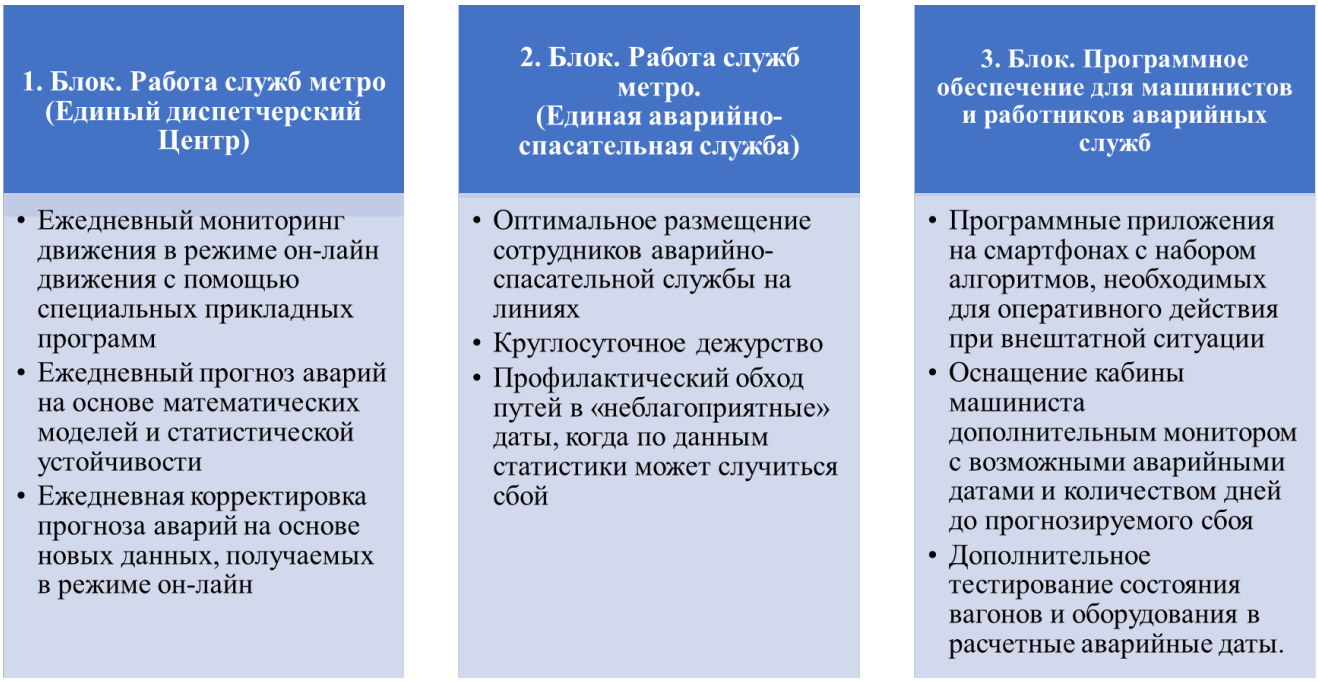
[3] Подход изложен в статье Губко М.В. Структура оптимальной организации континуума исполнителей//Автоматика и телемеханика. 2002. № 12. С.116 —130.

[4] Предложено автором на основе секционной функции затрат. Оптимальные иерархии управления для функций затрат // Общероссийский портал Math-net.ru. URL:http://www.mathnet.ru/ php/getFT (дата обращения 04.01.2022).

3.3. Внедрение эффективной модели управления на ГУП «Московский метрополитен»[1]

Эффективная модель функционирования московского метро, разумеется, должна включать не только расчетную базу, основанную на математических моделях, но четкую и слаженную работу всех структурных подразделений подземки, включая работу Единого диспетчерского центра.

Можно выделить три блока такой модели (рисунок 3.8).



Примечание – Составлено автором.

Рисунок 3.8 – Проект эффективной модели Московского метро

1. Первый блок модели включает в себя значительный объем работы сотрудников Единого диспетчерского центра (ЕДЦ).

– ЕДЦ обязан не только оперативно аккумулировать информацию в режиме он-лайн, но и мгновенно реагировать на нестандартные внештатные ситуация в рамках разработанных алгоритмов и шаблонов. Промежуток времени между возникновением инцидента и принятием мер к его устранению должен быть

[1] При работе над данным разделом диссертации использованы следующие публикации автора, в которых, согласно Положению о присуждении ученых степеней в МГУ, отражены основные результаты, положения и выводы исследования: Кочетков А.А. Метрополитен Москвы: итоги работы за январь-декабрь 2021 года и прогноз сбоев на 2022 год // Логистика. 2022. № 1 (182). С. 24–30.

максимально сокращен. Это будет способствовать уменьшению величины μ (интенсивности потока восстановления после аварий).

– ЕДЦ должен иметь собственную внутреннюю полноценную информационную базу по авариям и катастрофам за последние 15-20 лет для служебного пользования. Таким образом необходимо предусмотреть выделение в ЕДЦ отдельного сектора анализа и обработки данных, который бы не только вел статистику по сбоям метро, но и создал бы **доступный информационный портал** по техническим отказам, которые не попадают в СМИ и интернет. Создание информационного портала позволит сделать работникам метро более точный прогноз на основе программ MATHLAB или на основе других прикладных программ. Более того, полноценная созданная база данных за 10-15 лет поможет с точностью предсказать какие даты календарного месяца являются более аварийными, какие менее. То есть будет полностью отображена картина статической устойчивости по инцидентам. Доступ к такой базе данных должны иметь все сотрудники служб метро.

– Сектор анализа и обработки информации ЕДЦ на основе единой базы данных об авариях должен заниматься составлением краткосрочного и среднесрочного прогноз аварий, как минимум на неделю, как максимум – на месяц вперед.

– При составлении прогноза аварий ЕДЦ должен исходить из уже установленных статистических данных, что сбои в среднем возникают каждые 2 дня в целом (без разреза по линиям.)

– ЕДЦ должен составлять ежедневный адекватный прогноз сбоев по каждой линии метро на основе линейных и нелинейных моделей.

– ЕДЦ обязан ежедневно корректировать прогноз сбоев на основе новых поступающих данных в режиме онлайн и оперативно доводить изменения в прогнозе до машинистов и сотрудников аварийных служб.

2. Блок. Единая аварийно-спасательная служба (ЕАСС)

– Создание такой службы в метро без сомнения повлечет некоторые затраты, может быть даже весьма значительные, но зато деятельность такого подразделения

будет полностью оправдано с точки зрения предотвращения крупных аварий. Вместо того, чтобы ждать минут 20-30 минут внешние аварийные бригады МЧС или пожарной службы, лучше иметь под рукой специалистов с необходимым оборудованием. У работников таких служб должна быть соответствующая экипировка как у пожарных (специальная одежда и т.д). Каждая линия метро должна быть оснащена аварийными бригадами, которые должны в любую минуты оперативно отреагировать на инцидент.

– ЕАСС должна осуществлять плановые обходы тоннелей и ревизии объектов метро особенно накануне тех дат, когда среднее ожидание сбоев будет предсказывать внештатную ситуацию. Здесь уместно разработать для каждой линии дополнительные нормативные коэффициенты.

– Роль ЕАСС особо возрастает в «неблагоприятные даты», такие как 14, 15,24,28 и 29 числа календарного месяца (согласно эмпирической функции распределения)

3. Блок. Наличие программного обеспечения и приложений на смартфонах.

Все машинисты перед выходом на линию должны иметь с собой в смартфоне особые программные приложения, на которых отображаются следующие показатели:

– количество оставшихся дней до среднего времени сбоя (после даты наступления последнего сбоя) (в случае если осталось 0 дней, то быть предупредить о готовности другие аварийные службы)

– рассчитанные возможные даты по сбоям согласно прикладным моделям

– общие возможные даты сбоев, приходящиеся на статистически «аварийные» дни календарного месяца

– четкий и понятный набор алгоритмов в случае возникновения инцидентов.

Визуализация модели приведена в таблице 3.7.

На экране мониторов ЕДЦ должна постоянно быть нижеприведенная картинка. Это позволит:

– оповестить и подготовить заранее аварийно-спасительные службы к возможным техническим отказам;

Таблица 3.7– Визуализация общей расчетной модели по сбоям метро

Текущая дата 03.06.2019 (понедельник)	Дата последнего происшедшего сбоя	Прогнозируемая дата нового сбоя	Кол-во дней, оставшихся до прогнозируемого сбоя
Арбатско-Покровская	30.05.2019	11.06.2019	8
Большая Кольцевая	21.05.2019	24.07.2019	51
Бутовская	06.02.2018	09.07.2019	36
Замоскворецкая	16.05.2019	12.06.2019	9
Калининско-Солнцевская	21.05.2019	10.06.2019	7
Калужско-Рижская	30.05.2019	10.06.2019	7
Кольцевая	14.04.2019	11.06.2019	8
Люблинско-Дмитровская	30.05.2019	11.06.2019	8
Серпухово-Тимирязевская	30.05.2019	10.06.2019	7
Сокольническая	29.05.2019	08.06.2019	5
Таганско-Краснопресненская	29.05.2019	04.06.2019	1
Филевская	24.04.2019	04.06.2019	1
Некрасовская	20.04.2019	07.06.2019	4

Примечание – Составлено автором.

– запланировать профилактические мероприятия до возможной аварии;

– быть готовым к мгновенной эвакуации пассажиров из подземки;

– четко рассчитать время восстановления после аварии;

– провести ряд дополнительных мероприятий по обеспечению безопасности пассажиров.

Кроме того, в кабине машиниста целесообразно предусмотреть монитор со следующей информацией, которая приведена в таблице 3.8

Таблица 3.8 – Визуализация модели сбоев для кабины машиниста

Общие аварийные даты текущего календарного месяца
05.06.2019
11.06.2019
14.06.2019
24.06.2019
25.06.2019
28.06.2019
29.06.2019

Примечание – Составлено автором.

Происходящие аварии и сбои зачастую демонстрируют полную неподготовленность машинистов к внештатным ситуациям, так как они выполняют свою работу в головном вагоне чисто механически и не подозревают о том, что может произойти. В сущности, машинисты в этом смысле находятся в условиях информационной изоляции, и сбои им кажутся бессистемными и хаотичными, предсказать которые невозможно. На самом деле, как доказано в предыдущих главах, происходящие негативные события демонстрируют достаточно выраженную статистическую устойчивость, что позволяет в целом спрогнозировать их наступление. Если перед экраном монитора машинист будет видеть расчетную возможную дату по сбоям и будет в курсе «неблагоприятных аварийных дат», то он будет более собранным, внимательным, подготовленным к возможному инциденту и будет более оперативно реагировать на «внешнюю среду».

Конечно, нельзя избежать всех негативных факторов и предусмотреть все случайности на 100%, но, тем не менее, основываясь на статистической устойчивости аварий и прогнозной математической модели можно предсказать дату очередной аварии с погрешностью на 1-2 дня.

Анализ ошибок прошлых лет и свидетельство фактов говорит о том, что если бы было обращено внимание на что катастрофы, подчиняются особому закону распределения, то событие, произошедшее 15 июля 2014 года (Катастрофа с человеческими жертвами на перегоне между станциями «Парк Победы» и «Славянский бульвар») можно было и не случиться. Потому что именно 15-го числа нужно было дополнительно проверить работу аварийных бригад и всех служб, которые проводят ремонтные (профилактические работы) на линии.

Рассчитанная эмпирическая функции распределения аварий говорит о том, что неблагоприятные события могут колебаться «вблизи дат», то есть приходиться на 6 число или даже 7, но взятые в совокупности серьезные аварии всегда происходят в середине или в конце месяца. Более подробно вероятность бесперебойной работы метро приведена в приложении В. Пример. Возьмем одну из самых проблемных и загруженных веток – Таганско-Краснопресненскую ветку.

В главе 1 и 2 приводились статистические данные, доказывающие, что среднее время ожидания сбоя равняется 5 дней.

Предположим, что последний инцидент на линии произошел 03.03.2020.

Это обозначает, что согласно расчетам велика вероятность того, что очередной сбой произойдет через 5 дней, то есть 08.03.2020. Однако, сбой может и не случиться 08.03.2020. Однако, зная, что среднеквадратическое отклонение равно приблизительно 2,59 по правилу трех сигм находим, что с вероятностью почти единица сбой произойдет до **16.03.2020** (03.03.2020 плюс (**5+2,59*3 ≈ 13 дней**). То есть эти даты должны отражаться на мониторе (на экране смартфона) не только перед сотрудниками ЕДЦ, но и перед машинистом.

Общая расчетная модель должна включать в себя расчет значений по всем линиям метро.

Расчетная модель и ориентировка на «аварийные даты» позволят:

1) провести дополнительную диагностику линий (особенно на проблемных участках) и принять соответствующие меры по устранению возможных аварий;

2) провести дополнительное обследование инфраструктуры метрополитена и проверить состояние тоннелей (накануне «аварийных дат»);

3) устранить технические отказы устройств метро, включая эскалаторное полотно;

4) выявить проблемные вагоны метро, которые могут сломаться в перегонах;

5) осуществить ряд комплексных мер по профилактике недопущения серьезных аварий, особенно в статистически «неустойчивые даты»;

6) сделать изменение в графике ремонта отдельных линий, провести ремонт в «ночное время», осуществить закрытие отдельных проблемных участков на несколько дней или неделю.

Превращение ЕДЦ из главного «аккумулирующего» информацию центра в основный расчетный оператор по сбоям и авариям – это постепенная и планомерная задача, которая займет определенное время, и будет способствовать повышению эффективности функционирования работы метро.

Внедрение эффективной расчетной модели позволит значительно снизить уровень аварийности, связанный как с отказами технических устройств, так и нивелировать человеческий фактор. При этом повысится надежность и безаварийность московского метрополитена.

При повышении степени надежности функционирования московского метро могут улучшится и другие качественные показатели работы метро такие как: количество поездов, пропускаемых по линиям метрополитена, количество станций, оснащенных работающими эскалаторами, и количество перевезенных пассажиров на сутки. Ведь любой сбой провоцирует значительное скопление людей на платформах, которые затем выходя в город порождают возникающие пробки, давку в общественном транспорте и неадекватное поведение.

Проведем теперь составим эконометрическую модель на основе статистических данных 2021 года.

Формализация эконометрической модели (3.11)[1]:

$$y = f(x) + \varepsilon, \tag{3.11}$$

где y – наблюдаемое значение зависимой (объясняемой) переменной (прогнозируемое число сбоев в месяц на отдельной линии метро);

x – независимые (объясняющие) переменные (временной ряд);

ε – неучтенная случайная составляющая.

Задача: построить прогноз конкретного числа аварий на основе временного ряда в 12 месяцев. То есть $x \in (1, \ldots, 12)$.

Таким образом, x будет представлять собой число календарных месяцев.

Данные о ежемесячном количестве аварий и сбоев метро взяты автором из данных СМИ и других открытых источников.

В таблице 3.9 приведена динамика ежемесячных сбоев метро.

[1] Методика построения модели множественной регрессии / Финансовый университет URL: http://www.fa.ru/fil/smolensk/org/chair/mion/Documents/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%BA%D0%B8/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%BA%D0%B0%20%D0%AD%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%B0.pdf (дата обращения 02.01.2022)

Таблица 3.9 – Динамика аварийности в Московском метро в 2021 году

Линии метро	янв.	фев.	мар.	апр.	май.	июн.	июл.	авг.	сен.	окт.	ноя.	дек.
Арбатско Покровская	0	1	2	1	4	1	0	1	1	2	1	2
Большая Кольцевая	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
Бутовская	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Замоскворецкая	0	2	0	2	1	2	1	1	1	1	3	4
Калининско-Солнцевская	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Калужско-Рижская	1	3	1	3	2	1	3	3	0	1	2	1
Кольцевая	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0
Люблинско-Дмитровская	2	2	0	0	1	3	0	0	1	1	1	0
Серпухово-Тимирязевская	1	2	2	2	1	1	0	1	2	1	1	1
Сокольническая	1	0	1	0	0	3	0	0	1	0	0	0
Таганско-Краснопресненская	1	3	1	1	1	2	1	2	3	1	1	1
Филевская	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Некрасовская	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

Примечание – Составлено автором на основе: Metro Operativno / ГУП «Московский метрополитен» URL: https://twitter.com/metrooperativno?lang=ru (дата обращения 05.01.2022)

На основании мониторинга аварий в 2021 году составлены эконометрические уравнения прогнозирования числа сбоев для каждой линии метро (таблица 3.10).

Таблица 3.10 — Уравнения регрессии для каждой из линий метро

№	Название линии	Уравнения регрессии
1.	Арбатско- Покровская	$y = 0{,}0168x^3 - 0{,}3408x^2 + 1{,}9804x - 1{,}6162$
2.	Большая Кольцевая	$y= 0{,}0001x^3 - 0{,}0033x^2 + 0{,}0059x + 0{,}3232$
3.	Бутовская	$y= -0{,}0009x^3 + 0{,}0089x^2 + 0{,}0215x - 0{,}0808$
4.	Замоскворецкая	$y= 0{,}0181x^3 - 0{,}3206x^2 + 1{,}673x - 1{,}202$
5.	Калининско-Солнцевская	$y= 0{,}0047x^3 - 0{,}0704x^2 + 0{,}2326x + 0{,}2727$
6.	Калужско-Рижская	$y= 0{,}0058x^3 - 0{,}1384x^2 + 0{,}8698x + 0{,}6364$
7.	Кольцевая	$y= 0{,}0034x^3 - 0{,}0961x^2 + 0{,}7373x - 0{,}9596$
8.	Люблинско-Дмитровская	$y= -0{,}0089x^3 + 0{,}183x^2 - 1{,}1437x + 2{,}9697$
9.	Серпухово-Тимирязевская	$y= 0{,}004x^3 - 0{,}0715x^2 + 0{,}2764x + 1{,}2929$
10.	Сокольническая	$y= -0{,}0021x^3 + 0{,}0239x^2 - 0{,}0603x + 0{,}6465$
11.	Таганско-Краснопресненская	$y= -0{,}0073x^3 + 0{,}1294x^2 - 0{,}6302x + 2{,}2626$
12.	Филевская	$y= 0{,}0013x^3 - 0{,}0278x^2 + 0{,}1341x + 0{,}1414$
13.	Некрасовская	$y= 0{,}0032x^3 - 0{,}0674x^2 + 0{,}3793x - 0{,}3737$

Примечание — Составлено автором с использованием: Мазуров Б.Т., Падве В.А. Метод наименьших квадратов (статика, динамика, модели с уточняемой структурой) // Вестник СГУГиТ. 2017. Т. 22, № 2. С. 22–35.

В таблице 3.10, под значением переменной x берется конкретный календарный месяц сбоев $x \in (1,\ldots..12)$. Например, исходя из предложенных уравнений, представляется возможным рассчитать число сбоев, которое произойдет в марте месяце. Для этого необходимо, выбрать соответствующий

порядковый номер месяца во временном ряде (в случае марта месяца x будет равняться 3) и подставить в уравнение y и получить прогнозное число сбоев за соответствующий календарный месяц.

В таблице 3.11 приведен прогноз количества аварий в 2022 году.

Таблица 3.11 — Прогноз количества аварий в Московском метро в 2022 году

Лниии метро	**Янв**	**Фев**	**Мар**	**Апр**	**Май**	**Июн**	**Июл**	**Авг**	**Сен**	**Окт**	**Ноя**	**Дек.**	**Итого**
Арбатско Покровская	1	2	2	1	3	1	1	1	1	2	1	2	18
Большая Кольцевая линия	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
Бутовская	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Замоскворецкая	1	2	2	2	2	2	1	1	3	2	3	4	25
Калининско-Солнцевская	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	4
Калужско-Рижская	2	3	2	3	2	2	2	2	3	2	2	3	28
Кольцевая	1	2	1	1	2	1	0	1	1	1	1	1	13
Люблинско-Дмитровская	2	2	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	16
Серпухово-Тимирязевская	1	2	2	2	1	2	1	1	2	1	1	1	17
Сокольническая	1	1	1	1	1	3	0	0	1	0	0	0	9
Таганско-Краснопресненская	1	3	2	2	1	2	1	2	3	1	1	1	20
Филевская	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
Некрасовская	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Всего	11	20	15	15	14	18	9	10	16	12	11	15	166
Примечание — Составлено автором на основе уравнений регрессии (таблица 3.10).													

Дополнительный эконометрический прогноз приведен в приложении Г.

Введем ряд соответствующих показателей. Абсолютная ошибка прогноза определяется по формуле (3.12)[1]:

$$\Delta_t = y_{\text{прог}} - y_{\text{факт}} \quad (3.12)$$

где $y_{\text{прог}}$ – прогнозное значение показателя,

$y_{\text{факт}}$ – фактическое значение показателя по формуле (3.13)[2]:

$$\delta_t = 100 * (y_{\text{прог}} - y_{\text{факт}})/y_{\text{факт}}, \quad (3.13)$$

где δ_t – относительная ошибка по модулю.

[1] Основные оценки точности прогнозирования временных рядов / Математическое бюро. URL: https://www.mbureau.ru/blog/osnovnye-ocenki-tochnosti-prognozirovaniya-vremennyh-ryadov (дата обращения 05.01.2022).

[2] Терминология: погрешности измерений физических величин / Интернет-ресурс LCARD URL: https://www.lcard.ru/lexicon/meas_accuracy (дата обращения 04.01.2022).

Средние абсолютные и относительные ошибки по модулю определяются по формулам (3.14) и (3.15)[1]:

$$|\Delta_t| = \left(\frac{\sum|y_{прог} - y_{факт}|}{n}\right), \quad (3.14)$$

$$|\delta_t| = \left(\sum 100 * \left|\frac{y_{прог} - y_{факт}}{y_{факт}} / n\right|\right) \quad (3.15)$$

где n – число измерений.

Верификация модели продемонстрирована в таблице 3.12.

Таблица 3.12 — Абсолютная ошибка по модулю в модели

Линии метро	Янв	Фев	Мар	Апр	Май	Июнь	Июль	Авг	Сен	Окт	Ноя	Дек
Арбатско Покровская	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Большая Кольцевая	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1
Бутовская	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Замоскворецкая	1	0	2	0	1	0	0	0	2	1	0	0
Калининско-Солнцевская	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Калужско-Рижская линия	1	0	1	0	0	1	1	1	3	1	0	2
Кольцевая	1	2	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
Люблинско-Дмитровская	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1
Серпухово-Тимирязевская	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Сокольническая	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Таганско-Краснопресненская	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Филевская	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Некрасовская	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Источник – Рассчитано автором по формуле (3.14).												

Из таблицы 3.12 видно, что максимальная ошибка по модулю равняется 3-м сбоям. Это не слишком высокое отклонение с учетом того, что реальное число сбоев не попадает в СМИ. Средняя абсолютная ошибка по модулю равна 0,54, средняя относительная ошибка по модулю равна 0,1097.

В таблице 3.13 приведены коэффициенты достоверности аппроксимации в уравнения регрессии, которые показывает корреляционную связь между величинами y и x в соответствующих уравнениях регрессии. Чем ближе коэффициент достоверности к 1, тем точнее прогноз.

[1] Ошибка прогнозирования: виды, формулы, примеры / Интернет-ресурс S.H.T.E.M / URL: https:/shtem.ru/ошибка-прогнозирования-формула/ (дата обращения 03.01.2022).

Таблица 3.13 — Коэффициенты аппроксимации в уравнениях регрессии

№	Линии метро	Коэффициент достоверности аппроксимации R2,
1	Арбатско- Покровская	0,5188
2	Большая Кольцевая линия	0,9876
3	Бутовская	0,1235
4	Замоскворецкая	0,6904
5	Калининско-Солнцевская	0,9256
6	Калужско-Рижская линия	0,9124
7	Кольцевая	0,9966
8	Люблинско-Дмитровская	0,9026
9	Серпухово-Тимирязевская	0,9101
10	Сокольническая	0,7747
11	Таганско-Краснопресненская	0,7077
12	Филевская	0,7857
13	Некрасовская	0,7857
Примечание – Составлено автором.		

На основании таблицы 3.13 делается вывод о достаточно высокой корреляционной связи между параметрами *y* и *x* в каждом из уравнений регрессии.

Проведен анализ реальных и фактических значений по каждому уравнению регрессии согласно статистике Дарбина-Уотсона (таблица 3.14).

Таблица 3.14. Анализ уравнений регрессии на основе статистики Дарбина-Уотсона

№	Название линий	DW	d1 =1,08	d2=1,36
1	Арбатско- Покровская	1,6	>d1	>d2
2	Большая Кольцевая линия	0,75	<d1	<d2
3	Бутовская	0,1	<d1	<d2
4	Замоскворецкая	1,7	>d1	>d2
5	Калининско-Солнцевская	1,5	>d1	>d2
6	Калужско-Рижская линия	1,65	>d1	>d2
7	Кольцевая	1,73	>d1	>d2
8	Люблинско-Дмитровская	1,92	>d1	>d2
9	Серпухово-Тимирязевская	1,43	>d1	>d2
10	Сокольническая	1,33	<d1	<d2
11	Таганско-Краснопресненская	1	<d1	<d2
12	Филевская	0,1	<d1	<d2
13	Некрасовская	0,72	<d1	<d2
Примечание – Составлено автором.				

Согласно статистике Дарбина-Уотсона в 6-ти уравнениях регрессии отсутствует автокорреляция (гипотеза об автокорреляции отвергается). В остальных уравнения регрессии гипотеза об отсутствии автокорреляции не отвергается. То есть 6 уравнений достаточно точно моделируют аварии.

Получены значения по критериям Фишера и Стьюдента, позволяющие отвергнуть нулевую гипотезу. На основании вышеуказанных уравнений регрессии сделан вывод о надежности гипотез при расчете регрессионных уравнений при моделировании аварий метро. Оценка экономического ущерба от аварий в 2021 г. приведена в таблице 3.15.

Таблица 3.15 — Оценка ущерба от аварий на линиях метро в 2021 году

Месяц	**Ежемесячное число сбоев (на всех линиях Московского метро)**	**Размер ущерба (руб.)**	**Общее кол-во сбоев метро по вине пассажиров (не менее 50% от общего числа сбоев)**	**Размер ущерба (руб.)**
янв.21	6	15000000	3	7500000
фев.21	16	40000000	8	20000000
мар.21	8	20000000	4	10000000
апр.21	10	25000000	5	12500000
май.21	13	32500000	7	16250000
июн.21	15	37500000	8	18750000
июл.21	6	15000000	3	7500000
авг.21	9	22500000	5	11250000
сен.21	9	22500000	5	11250000
окт.21	9	22500000	5	11250000
ноя.21	9	22500000	5	11250000
дек.21	10	25000000	5	12500000
Итого	**120**	**300 000 000**	**60**	**150 000 000**
Примечание – Составлено автором, результаты опубликованы в работе: Кочетков А.А. Финансовые показатели Московского метрополитена // Финансы, деньги, инвестиции. 2021. № 4 (80). С. 33–38.				

Таблица 3.15 наглядно показывает, что общий ущерб от аварий за один месяц составляет 25 000 000 рублей. Средний ежемесячный ущерб по вине пассажиров составляет 12 500 000 руб. (Исходя из прецедентов аварий и судебных исков, одна минута сбоя в московском метро оценивается ущербом в 50 000 рублей. При этом средняя длительность сбоя равняется 50 минутам).

Общий прогноз расчет ущерба в 2022 году приведен в таблице 3.16. Однако только совместное взаимодействие различных служб метро позволяет избежать

серьезных последствий сбоя и нанесения ущерба инфраструктуре. Важную роль в этом играет совместное взаимодействие Единого диспетчерского центра (ЕДЦ), команды аварийных спасателей, и конечно, оперативной оповещения об авариях со стороны машинистов.

Таблица 3.16 – Прогноз ущерба от аварий на линиях метро в 2022 году

№ п/п	Месяц	Общее прогнозируемое число сбоев в метро	Размер ущерба (руб.)
1	Январь	11	27 500 000
2	Февраль	20	50000000
3	Март	15	37500000
4	Апрель	15	37500000
5	Май	14	35000000
6	Июнь	18	45000000
	Итого	**93**	**232 500 000**

Примечание — Составлено автором.

Из таблицы 3.16 видно, что годовой ущерб Московского метро может достигать не менее 300 млн. рублей.

Модель управления Московским метрополитеном включает в себя несколько основных компонентов, наиболее значимыми из которых является мониторинг технико-экономических показателей, разработку планово-предупредительных мероприятий, а также анализ ряда финансовых показателей. Отдельно выступает эконометрическая модель как центральный инструмент модели управления, которая позволяет снизить аварийности и ущерб.

Модель управления Московского метро представлена на рисунке 3.9.

x_0 – начальная фаза управляемой системы метро; $x_1, x_2, x_3, \ldots, x_k$ – переходящие состояния системы в результате управляющих воздействий $m_1, \ldots m_k$.

Под m_k управляющим воздействием подразумевается воздействие субъекта управления (иерархий управления) на объект (исполнителей) с целью корректировки достижений определенных значений показателей эффективности.

Таким образом выходим на следующую формулу (3.16)[1]:

$$x_k = x_{k-1} + F(x_{k-1}, m_k), \qquad (3.16)$$

[1] Сухарев О.С.Теория эффективности экономики. М. 2009. С. 116.

Примечание – Составлено автором.

Рисунок 3.9 – Модель управления московским метрополитен

где x_k – вектор переменных (технико-экономические показатели эффективности метро, финансовые показатели);

m_k – вектор управления, который изменяет систему k-го периода от x_{k-1} до x_k.

Среди множества возможных управляющих воздействий необходимо то, которое оптимизирует целевую функцию управления. Тогда m(t) будет являться функцией субъекта управления, а x(t) – функция объекта управления.

Задача управления будет сведена к следующему выражению (3.17)[1]:

$$C(x_0, x_1, \dots x_k, m_1, \dots m_k) \rightarrow min. \quad (3.17)$$

[1] Там же. С. 118.

Причем $x \in (Q1, Z1, Z2, A)$, где $A, Q1, Z1, Z2$ – технико-экономические показатели эффективности.

Формализация вышеприведенной модели управления приводит к необходимости изучения различных вариантов внедрения модели управления.

В этой связи целесообразно рассмотреть различные варианты внедрения эффективной модели. Разработанные варианты представлены в таблице 3.17.

Таблица 3.17 — Варианты внедрения эффективной модели

Вариант 1	**Вариант 2**	**Вариант 3**
Сохранение действующей системы управления без внедрения комплекса мероприятий и инновационных проектов по её перестройке	Частичное развертывание комплекса мероприятий для повышения общей эффективности управления с учетом внедрения эконометрической модели прогноза аварий	Полное развертывание комплекса мероприятия для повышения общей эффективности управления с учетом эконометрической модели прогноза аварий
Примечание – Составлено автором.		

В таблице 3.17 представлены три варианта внедрения эффективной модели. Каждый из вариантов предлагает свой набор мероприятий по внедрению инновационных механизмов и снижению аварийности.

Таблица 3.18 показывает оптимальность выбора третьего варианта.

Таблица 3.18 — Сравнение вариантов внедрения эффективной модели управления ГУП «Московский метрополитен»

№ Варианта	**Факторы**	**Ущерб**
Вариант 1	Оставление системы управления метро без изменений	Ущерб от аварий 25 млн. руб.
Вариант 2	Внедрение модели прогноза аварий	Ущерб от аварий 12,5 млн. руб.
Вариант 3	**Внедрение модели прогноза аварий вместе с комплексом планово-предупредительных мероприятий и при участии службы транспортной безопасности**	**Предотвращение ущерба в 12,5 млн. рублей**
Примечание – Составлено автором.		

То есть перед ГУП «Московский метрополитен» стоит задача внедрить эффективную модель управления, снижающую риск наступления ущерба, на основе внедрения инновационных технологий и расчетной эконометрической модели, моделирующей риск аварий и технических сбоев на определенные даты календарного месяца.

Выводы по главе 3:

1. Рассмотрение динамики сбоев и анализ статистических данных по катастрофам метро в 2017-2021 гг. дает представление об устойчивых недельных, месячных и годовых значения аварий, которые регулярно происходят в московской подземке, и которые вписываются в единую расчетную модель. Указанная модель может быть реализована на основе прикладных программ для прогнозирования аварийных дат на краткосрочный и среднесрочный период.

2. Согласно составленной эмпирической функции распределения аварийной динамики метро можно заключить, что вне зависимости от времени года аварийность значительно увеличивается в следующие даты: 5,14, 23, 24 и 28 и 29 числа любого календарного месяца года. Этот факт является проявлением статистической устойчивости негативных событий. (Исключение составляют календарные месяцы с выходными днями, днями каникул и праздников).

3. Составленная эмпирическая функция распределения по крупнейшим катастрофам метро доказывает, что наиболее «аварийной датой» является 15 число календарного месяца. В связи с этим на середину месяца целесообразно планировать дополнительные проверки и ревизии состояния инфраструктуры, так и эскалаторного полотна.

4. На основе эмпирических данных определены и рассчитаны основные характеристики работы метро. Из них наиболее важными являются:

– годовое число сбоев (не менее 150 в год);

– среднее время ожидания сбоя (2 дня);

– среднее число сбоев за неделю (3-5);

– среднее число сбоев за месяц (24-25);

– среднее время работы метро без сбоев – 50 часов;

– среднее время восстановления после сбоя – 1 час

– среднее время восстановления после катастрофы – свыше – 3,5 часов

Указанные показатели достоверно и адекватно учитывают текущую работу метро и могут быть использованы при расчете других плановых значений различными подразделениями метро.

5. Построение эффективной модели функционирования метро будет включать себя расчет прогноза аварий как с помощью эконометрических методов, так и с помощью теории хаоса. Для устранения погрешностей в прогнозировании важно учитывать даты календарного месяца, на которые приходится значительное число аварий. Эффективная модель позволит рассчитать недельный и месячный прогноз как мелких, так и крупных аварий. Такой прогноз должен в режиме он-лайн отражаться на мониторах ЕДЦ, и на мониторах в кабинах машинистов, что позволит быть готовыми к внештатной ситуации. Более того машинисты и сотрудники аварийных служб должны иметь на смартфонах специальные приложения, на которых будут отражаться возможные аварийные даты.

6. Особое значение в эффективной модели отведены службам безопасности и единой аварийно-спасательной службе, которые должны оперативно среагировать на возможные вызовы внешней среды.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разработанная таксономия иерархий управления предприятий транспортного сектора, характеризующаяся определенным уровнем бюрократизации и централизации, позволяет сформировать целостное представление о возникающих взаимосвязях и особенностях внутри системы, а также помогает внедрить различные сценарии системы эффективного управления.

2. Обоснована концепция применения процессного подхода на транспортных предприятиях, в рамках которого детализированные бизнес-процессы по транспортировке и логистике разбиваются на подпроцессы, что позволяет сформировать группу показателей эффективности с заданными параметрами к достижению и адекватную систему контроллинга.

3. Для оценки эффективности функционирования транспортной системы предложена система показателей, позволяющая оценить общую результативность системы. В частности, для московского метрополитена предложены индикатор степени безаварийности, показатель интенсивности сбоев на линии, коэффициент транспортной культуры, позволяющие дать всестороннюю оценку деятельности системы управления.

4. Предложенная авторская методика оценки эффективности транспортной системы апробирована на ОАО «РЖД»» и предложены различные варианты внедрения этой методики на основе изменений технико-экономических показателей.

5. Метро является чрезвычайно сложной закрытой динамической системой, состоящей из звеньев (линий), подверженных воздействию случайных и неотвратимых событий. Интенсивность этих событий велика и растет с каждым днем. Негативные явления накапливаются с каждым днем выливается к концу месяца в происходящие неполадки и отказы оборудования. В любом случае отказы совершенно естественны в технической системе и даже необходимы для замены

новым оборудованием и внедрением новых технологий. Проблема состоит в том, чтобы сделать эти отказы максимально безопасными для пассажиров.

6. Для повышения надежности функционирования московского метро должна быть выработана новая единая концепция безопасности, определены новые критерии безаварийности; в частности, разработано особое программное обеспечение, доступное для сотрудников метрополитена, которое позволяет определить (на основе рассчитанных параметров) дату и время сбоя. Такое программное обеспечение должно в режиме он-лайн осуществлять мониторинг основных показателей системы метро на всех линиях без исключения и на основании прогноза адекватно реагировать на «вызовы» системы. Все это может стать основой для создания эффективной модели функционирования метро, которая будет включать в себя прогноз аварий на линиях и наиболее совершенные методы для их устранения. Внедрение подобной модели повысит общую результативность работы московской подземки по всем без исключения показателям.

7. В рамках внедрения и создания эффективной модели работы метро станет возможным разработка краткосрочных, среднесрочных и долгосрочных прогнозов сбоев на линиях с учетом сезонных составляющих, что позволит существенно повысить точность расчета аварийных дат. Разумеется, модель не сможет охватить на 100 % негативные события, но сможет существенно предотвратить самые серьезные и разрушительные катаклизмы. Другим немаловажным фактором является ремонт и модернизация инфраструктуры метро. Необходимо регулярно проводить ремонт на всех без исключения линиях метро, закрывая линии (при необходимости) на ночь. Несмотря на существующий график ремонтов, необходимо дополнительно обновлять и совершенствовать инфраструктуру. Другой немаловажный фактор – публикация в сети Интернет и СМИ официальных отчетов, отражающих полноценную картину по катаклизмам и инцидентам происшедших в подземке за отчетный год.

8. Метрополитен должен ежегодно публиковать в открытом доступе актуальные отчеты на сайте https://mosmetro.ru/, которые бы содержали полные

сведения об авариях и технических отказах, которые происходили на линиях, а также методику отнесения тех или иных происшествий к сбоям и отказам. Такие отчеты были бы очень полезны не только с точки зрения предоставления официальной достоверной информации потенциальным пассажирам, но и явились бы прочной статистической основой для построения точных прогнозов по авариям и предотвращения катаклизмов в будущем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О водоснабжении и водоотведении [Электронный ресурс] : [федер. закон Рос. Федерации от 7 декабря 2011 г. № 416-ФЗ : принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 23 ноября 2011 г. : одобр. Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 29 ноября 2011 г. : по сост. на 2 июля 2021 г.]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. О теплоснабжении [Электронный ресурс] : [федер. закон Рос. Федерации от 27 июля 2010 г. № 190-ФЗ : принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 9 июля 2010 г. : одобр. Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 14 июля 2010 г. : по сост. на 30 декабря 2021 г.]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
3. Об электроэнергетике [Электронный ресурс] : [федер. закон Рос. Федерации от 26 марта 2003 г. № 35-ФЗ : принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 21 февраля 2003 г. : одобр. Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 12 марта 2003 г. : по сост. на 11 июня 2021 г.]. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
4. О Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года [Электронный ресурс] : [распоряжение Правительства Российской Федерации от 27 ноября 2021 г. № 3363-р]. – Доступ из электронного фонда нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс».
5. Агравал, Г.П. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB: Учебное пособие / Г.П. Агравал. — СПб.: Лань, 2013. — 208 с.
6. Аграчев, А.А. Геометрическая теория управления / А.А. Аграчев. — М.: Физматлит, 2005. — 392 с.
7. Адамян, В.Л. Дорожно-транспортная безопасность и аварии на автомобильном транспорте. [Электронный ресурс] / В.Л. Адамян. — Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/dorozhno-transportnaya-bezopasnost-i-avarii-na-avtomobilnom-transporte
8. Адизес, И. Управляя изменениями. Как эффективно управлять изменениями

в обществе, бизнесе и личной жизни / И. Адизес. — М.: Манн, Иванов и Фербер, 2018. — 384 с.

9. Ансофф, И. Новая корпоративная стратегия / И. Ансофа. — Питер, 1999. — 416 с.
10. Атаманчук, Г.В. Теория государственного управления / Г.В. Атаманчук. — М.: Омега-Л, 2013.— 525 с.
11. Ахполов, И.К. О дифференциации грузовых железнодорожных тарифов по трем тарифным классам. [Электронный ресурс] / И.К. Ахполов. — Режим доступа: http://www.natrans.ru/art-text.asp?artnum=725.
12. Багратуни, К.Ю. Технологии эффективных моделей управления: теория и практика государственной поддержки развития малого бизнеса / К.Ю. Багратуни, М.В. Данилина, М.В. Хачатурян. — М.: Русайнс, 2017. — 128 с.
13. Батурин, В.К. Общая теория управления: Учебное пособие / В.К. Батурин. — М.: Юнити, 2015. — 487 с.
14. Безродный, Б.Ф. Особенности анализа кибербезопасности АСУ ТП на железнодорожном транспорте. [Электронный ресурс] / Б.Ф. Безродный. — Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/o-nekotoryh-aspektah-razvitiya-obobschennoy-shemy-razmescheniya.
15. Богданов, А.А. Тектология: Всеобщая организационная наука. Международный институт Александра Богданова / А.А. Богаданов. — М.: Финансы, 2003. — 496 с.
16. Богословский, С.В. Теория нестационарного управления / С.В. Богословский. — М.: ГОУ ВПО СПбГУАП, 2011. — 380 с.
17. Бочарников, В.П. Основы системного анализа и управления организациями. Теория и практика / В.П. Бочарников, С.В. Свешников. — М.: ДМК, 2014. — 286 с.
18. Вебер, М. Избранные произведения / М. Вебер. — М., 1990. — 703 с.
19. Венейблз, Э. Пространственная экономика. [Электронный ресурс] / Э.Венейблз. — Режим доступа: http://www.e-rej.ru/Articles/2017/Latushko.pdf.
20. Винер, Н. Я – математик / Н. Винер. — М.: Наука, 1967. — 353 с.
21. Виханский, О.С. Менеджмент: человек, стратегия, организация, процесс /

О.С. Виханский, А.И. Наумов. — М., 1995. — 345 с.

22. Власов, К.П. Теория автоматического управления / К.П. Власов. — Харьков: Гуман. Центр, 2013. – 544 с.
23. Воронин, А.А. Математический модели организаций / А.А. Воронин, М.В. Губко, С.П. Мишин, Д.А. Новиков. — М.:ЛЕНАНД, 2008. — 357 с.
24. Гайдук, А.Р. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB / А.Р. Гайдук. — СПб.: Лань, 2011. — 464 с.
25. Галабурда, В.Г. Единая транспортная система / В.Г. Галабурда. — М.: Транспорт, 2001. — 303 с.
26. Гапоненко, А.Л. Теория управления / А.Л. Гапоненко. — Люберцы: Юрайт, 2016. — 336 с.
27. Гардмидер, А.С. Анализ метода расчета скорости автотранспортного средства по деформации деталей его кузова / А.С. Гардмидер // Проблемы современной науки и образования. — 2017. — № 10 (92). — С. 40— 43.
28. Глазьев, С.Ю. О стратегии устойчивого развития экономики России / С.Ю. Глазьев // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. — 2013. — № 1 (25). — С. 29 —30.
29. Глазьев, С.Ю. Теория долгосрочного технико-экономического развития / С.Ю. Глазьев. — М. : ВлаДар, 1993. — 310 с.
30. Грайкунас, А. Теория связей руководитель – подчиненный. [Электронный ресурс] / А. Грайкунас. — Режим доступа: https://spravochnick.ru/menedzhment/vzaimodeystvie_cheloveka_i_organizacii/teoriya_graykunasa/
31. Грант, Р. Современный стратегический анализ / Р. Грант — М.: СПб, 2018. — 234 с.
32. Губко, М. В. Модели и методы оптимизации иерархической структуры систем обработки информации. Дисс. на соискание степени д.ф.-м.н./ М.В. Губко. — М: ИПУ РАН, 2014. — 370 с.
33. Гуревич, А.П. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB / А.П. Гуревич. — СПб.: Лань, 2016. — 464 с.
34. Гусев, Д. Е. К проблеме автоматизации разработки согласованного расписания туристических линий / Д.Е. Гусев // Междунар. науч.-пром.

форум "Великие реки 2008": тр. конгресса. — Н.Новгород, 2009. — С. 390 — 391.

35. Гюнтер, Н.М. Теория автоматического управления / Н.М. Гюнтер. — СПб.: Лань, 2016. — 256 с.
36. Департамент транспорта Москвы: Подведомственные организации. Официальный сайт мэра Москвы. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://www.mos.ru/dt/organizations/ — Загл. с экрана.
37. Диевский, В.А. Элементы вариационного исчисления и оптимального управления. Теория, задачи, индивидуальные задания / В.А. Диевский. — М.: Лань, 2014. — 112 с.
38. Дудин, М.Н. Теория управления / М.Н. Дудин. — М.: Элит, 2013. — 247 с.
39. Дунаев, О.Н. Продвижение транспортных услуг на мировые рынки / О.Н. Дунаев. — М.: РИОР, 2012. — 242 с.
40. Евдокимова, Е.Н. Теория стратегического управления развитием воспроизводственных процессов в промышленности региона / Е.Н. Евдокимова. — М.: ГЛТ, 2013. — 302 с.
41. Ерманский, О.А. Научная организация труда и производства и система Тейлора / О.А. Ерманский. — М.:Госиздат, 1922. — 367 с.
42. Ерофеев, А.А. Теория автоматического управления / А.А. Ерофеев. — М. СПб.: Политехника, 2008. — 302 с.
43. Земедлина, Е.А. Теория управления / Е.А. Земедлина. — М.: ИЦ РИОР, ИНФРА-М, 2010. — 159 с.
44. Зоидов, К.Х. Динамика институтов инновационного развития: российский и зарубежный опыт: монография / К.Х. Зоидов, Ю.А. Ковальчук, И.М. Степнов. — М.: ИПР РАН, 2020. — 211 с.
45. История Московского Метрополитена. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://moscowchronology.ru/metro.html. — Загл. с экрана.
46. Калмыков, Б.Ю. Актуальность применения метода расчета скорости транспортных средств перед столкновением по деформации их деталей / Б.Ю. Калмыков, С.В. Копылов // Проблемы современной науки и образования, 2017. — № 7 (89). — С.32-35.
47. Каплан, Р.С. Сбалансированная система показателей / Р.С. Каплан. — М.:

Олимп-Бизнес, 2003. — 350 с.

48. Карлик, А.Е. Экономика и организация предприятия / А.Е. Карлик. — СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2010. — 218 с.
49. Ким, Д.П. Теория автоматического управления: Учебник и практикум для академического бакалавриата / Д.П. Ким. — Люберцы: Юрайт, 2016. — 276 с.
50. Клейнер, Г.Б. Эволюция институциональных систем / Г.Б. Клейнер. — М.: Наука, 2004. — 240 с.
51. Кожухарь, В.И. Разработка мероприятий по повышению эффективности работы ОАО "ЛОРП" / В.И. Кожухарь // Междунар. науч.-пром. форум "Великие реки 2004".— Н. Новгород, 2004. — С. 446-448.
52. Комплекс градостроительной политики и строительства города Москвы. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://stroi.mos.ru/ — Загл. с экрана.
53. Коновалов, Б.И. Теория автоматического управления / Б.И. Коновалов. — М.: Лань, 2016.— 224 с.
54. Коргин, Н.А. Введение в теорию управления организационными системами / Н.А. Коргин., Д.А. Новиков. — М.: Книжный дом "ЛИБРОКОМ", 2009. — 264 с.
55. Корнеев, Н.В. Теория автоматического управления с практикумом / Н.В. Корнеев. — М.: Academia, 2017. — 394 с.
56. Коробко, В.И. Теория управления / В.И. Коробко. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2013. — 383 с.
57. Кособуцкий, Б.Е. Эффективность корпоративных форм хозяйствования в нефтеперерабатывающей промышленности: теоретические и практические аспекты. Монография / Б.Е. Кособуцкий, А.А. Шутьков. — М.: ЦЕНТР «ТРАНСПОРТ», 2018.— 152 с.
58. Кострюкова, Н.К. Локальные разломы земной коры – фактор природного риска / Н.К. Кострюкова, О.М. Кострюков О.М. — М.: Изд-во Академии горных наук. 2002. — С. 240.
59. Кочетков, А. А. Виды иерархических структур и управленческие затраты / А. А. Кочетков // Финансы, деньги, инвестиции. – 2011. – № 4 (40). – С. 3–8.
60. Кочетков, А. А. К вопросу безопасности и расчета риска транспортного социального обслуживания в контексте элементов теории массового

обслуживания на примере Московского метрополитена / А. А. Кочетков // Финансовый бизнес. –2021. – № 11 (221). – С. 77–87.

61. Кочетков, А. А. Метрополитен Москвы: итоги работы за январь-декабрь 2021 года и прогноз сбоев на 2022 год / А. А. Кочетков // Логистика. – 2022. – № 1 (182). – С. 24–30.
62. Кочетков, А. А. Модель построения эффективной иерархии управления в организации / А. А. Кочетков // Финансы, деньги, инвестиции. – 2011. – № 3 (39). – С. 27–31.
63. Кочетков, А. А. Мониторинг аварийности московского метрополитена / А. А. Кочетков // Экономика. Бизнес. Банки. – 2021. – № 7 (57). – С. 8–21.
64. Кочетков, А. А. Московский метрополитен: аварийность, проблемы, перспективы: монография / А. А. Кочетков. – М. : Эдитус, 2020. – 157 с.
65. Кочетков, А. А. Проблемы оценки эффективности управления / А. А. Кочетков // Экономика. Бизнес. Банки. – 2021. – № 6 (56). – С. 41–51. – 0,7 п.л. – Импакт-фактор РИНЦ 2020: 0,101.
66. Кочетков, А. А. Финансовые показатели Московского метрополитена / А. А. Кочетков // Финансы, деньги, инвестиции. – 2021. – № 4 (80). – С. 33–38.
67. Кругман, П. Основы экономикс / П. Кругман, Р. Веллс, М. Олни. — СПб.: Питер, 2011.— 880 с.
68. Кудинов, Ю.И. Теория автоматического управления / Ю.И. Кудинов. — СПб.: Лань, 2019. — 312 с.
69. Купряшин, Г.Л. Теория и механизмы современного государственного управления / Г.Л. Купряшин. — М.: МГУ, 2013. — 642 с.
70. Лапидус, Б.М. Запрос бизнеса на новые компетенции цифровой экономики и института cdo для управления цифровой трансформацией // Цифровая экономика: тренды и перспективы трансформации бизнеса. Материалы V Межфакультетской научно-практической конференции молодых ученых: Москва, МГУ имени М. В. Ломоносова, экономический факультет; 12 декабря 2018 г.: доклады и выступления / Б.М. Лапидус. — Экономический факультет МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва, 2019. — С. 5 —22.
71. Лапидус, Л.В. Цифровая экономика: управление электронным бизнесом и электронной коммерцией. / Л.В. Лапидус. — М. : ИНФРА-М, 2019. — 479 с.

72. Лапыгин, Ю.Н. Теория организации / Ю.Н. Лапыгин. — М.: Инфра-М, 2007. — 311 с.
73. Логинов, Е.Л. Проблемы обеспечения экономической безопасности в процессе управления закупками компаний с государственным участием. Монография / Е.Л. Логинов, В.Н. Ионичев. — М.: ИПР РАН, 2017. — 148 с.
74. Ляндау, Ю.В. Теория процессного управления / Ю.В. Ляндау. — М.: Инфра-М, 2016. — 432 с.
75. Малафеев, С.И. Теория автоматического управления / С.И. Малафеев. — М.: Академия, 2019. — 352 с.
76. Мартяков, А.И. Теория автоматического управления / А.И. Мартяков. — М.: МГИУ, 2008. — 148 с.
77. Мескон, М. Основы менеджмента / М. Мескон. — М.: Вильямс, 2016. — 665 с.
78. Милгром, П. Экономика, организация и менеджмент / П. Милгром, Дж. Робертс. — СПб.: Экономическая школа, 2004. — 468 с.
79. Миндели, Л.Э. Основы инновационного менеджмента. Теория и практика / Л.Э. Миндели. — М.: Зао «Издательство "Экономика", 2004. — 518 с.
80. Митрофанова, Е.А. Управление персоналом: Теория и практика. Оценка результатов труда персонала и результатов деятельности подразделений службы управления персоналом / Е.А. Митрофанова. — М.: Проспект, 2013. — 72 с.
81. Мишин, С.П. Оптимальные иерархии управления в экономических системах / С.П. Мишин. — М.: ПМСОФТ, 2004. — 190 с.
82. Московский метрополитен [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://mosmetro.ru/ — Загл. с экрана.
83. Московский метрополитен: Финансовые показатели quote.rbc. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://quote.rbc.ru/company/15 — Загл. с экрана.
84. Московское метро. Твиттер. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://twitter.com/MetroOperativno — Загл. с экрана.
85. Наумов, С.Ю. Теория государственного и муниципального управления / С.Ю. Наумов. — М.: Форум, 2011. — 320 с.
86. Основные оценки точности прогнозирования временных рядов [Электронный ресурс] / Математическое бюро. URL:

https://www.mbureau.ru/blog/osnovnye-ocenki-tochnosti-prognozirovaniya-vremennyh-ryadov (дата обращения 05.01.2022). – Загл. с экрана.

87. Охорзин, В.А. Теория управления / В.А. Охорзин. — М.: Лань, 2014. — 224 с.
88. Охотский, Е.В. Теория и механизмы современного государственного управления / Е.В. Охотский. — Люберцы: Юрайт, 2016. — 479 с.
89. Ошибка прогнозирования: виды, формулы, примеры [Электронный ресурс]/ S.H.T.E.M https:/shtem.ru/ошибка-прогнозирования-формула/ (дата обращения 03.01.2022). – Загл. с экрана.
90. Пантелеев, А.В. Теория управления / А.В. Пантелеев. — М.: Инфра-М, 2018. — 120 с.
91. Пети У. Трактат о налогах и сборах / У. Пети. — М.,1989. — 262 с.
92. Питер, Дракер. Классические работы по менеджменту / Дракер Питер. — М.: «Альпина Бизнес Букс», 2008. — 220 с.
93. Поваляев, Г.Н. Теория и практика управления криволинейным движением судна / Г.Н. Поваляев. — М.: ТрансЛит, 2013. — 48 с
94. Подчукаев, В.А. Теория автоматического управления / В.А. Подчукаев. — М.: Физматлит, 2005. — 392 с.
95. Савельев, И.В. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB: Учебное пособие / И.В. Савельев. — СПб.: Лань, 2011. — 464 с.
96. Савин, М.М. Теория автоматического управления / М.М. Савин. — М.: Феникс, 2007. — 469 с.
97. Саймон, Г., Марш, Дж. Административное поведение / Г. Саймон., Дж. Марш. — М.: Мир, 1974. — 237с.
98. Сапожников, В.Н. Теория и методы формирования межкорпоративных информационно-технологических комплексов управления инвестициями / В.Н. Сапожников. — М.: АСВ, 2004. — 176 с.
99. Скрипник, В.Н. Анализ надежности технических систем по цензурированным выборкам: монография. — М.: Радио и связь, 1988. — 184 с.
100. Статистика ДТП на дорогах [Электронный ресурс] / Федеральная служба государственной статистики. https:// https://rosinfostat.ru/dtp/ (дата обращения: 08.01.2022) – Загл. с экрана.

101. Статистика катастроф. [Электронный ресурс] / Федеральная служба государственной статистики. https:// https://rosstat.gov.ru/statistics/transport (дата обращения: 08.01.2022) - Загл. с экрана.
102. Сухарев, О. С. Управление экономикой. Введение в теорию кризисов и роста / О.С. Сухарев. — М., Финансы и статистика, 2012. — 279 с.
103. Тавокин, Е.П. Теория управления / Е.П. Тавокин. — М.: Инфра-М, 2019. — 47 с.
104. Тейлор, Ф.У. Научная организация труда / Ф.У. Тейлор. — М.: Государственное техническое издательство, 1925. — 306 с.
105. Телегин, А.И. Транспортная характеристика и подготовка пакетированного тарно-штучного груза и контейнеров к перевозке / А.И. Телегин. — Н.Новгород: ВГАВТ, 1997. — 15 с.
106. Терминология: погрешности измерений физических величин [Электронный ресурс]/ LCARD: https://www.lcard.ru/lexicon/meas_accuracy (дата обращения 04.01.2022). – Загл. с экрана.
107. Уртминцев, Ю. Н. Логистическое обоснование оптимальной партионности грузопотоков и грузоподъемности транспортных средств / Ю.Н. Уртминцев // Вестник ВГАВТ. — Н.Новгород, 2009. — Вып. 26. — С. 145—151.
108. Файоль, А. Общее и промышленное управление / А. Файоль. – М., 1924. – 131 с.
109. Фатхутдинов, Р. А. Организация производства / Р.А. Фатхутдинов. — М.: Инфра-М, 2001. — 156 с.
110. Форд, Г. Моя жизнь, мои достижения / Г. Форд. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 206 с.
111. Фуджита, М., Вебер, Ш. Иммиграционные квоты в глобализованной экономике / М. Фуджита, Ш. Вебер // Журнал Новой экономической ассоциации. — 2010. — № 7. — С. 10—23.
112. Ходжаева, Г.К. Оценка риска аварийности нефтепроводных систем в аспекте геодинамических процессов / Г.К. Ходжаева. — Нижневартовск: Изд-во Нижневатор. гос.ун-та., 2016. — 132 с.
113. Царев, В.В. Оценка конкурентоспособности предприятий (организаций) / В.В. Царев. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. — 799 с.

114. Цыгичко, В.Н. Синтез иерархических систем управления / В.Н. Цыгичко. — М.: Красанд, 2012. — 256 с.
115. Черчмен, У. Введение в исследование операций / У. Черчмен, Акофф Р., Арноф Л. — М.: Наука, 1968. — 143 с.
116. Шамхалов, Ф.И. Теория государственного управления / Ф.И. Шамхалов. — М.: Экономика, 2002. — 638 с.
117. Шишмарёв, В.Ю. Теория автоматического управления / В.Ю. Шишмарёв. — М.: Академия, 2017. — 224 с.
118. Шкута, А.А. Нефтегазовые транснациональные компании. Проблемы трансформации и стратегического развития в условиях неустойчивости мировой конъюнктуры: монография / А.А. Шкута, М.В. Минасян. — М.: ЮНИТИ-ДАНА: Закон и право, 2018. — 179 с.
119. Экспоненциальное распределение и его свойства [Электронный ресурс] / Глобальный интеллектуальный ресурс. // http://statistica.ru/theory/eksponentsialnoe-raspredelenie/ (дата обращения 09.01.2021) – Загл. с экрана.
120. Arrow, K. J. Optimal inventory policy / K. J. Arrow, T. Harris, J. Marschak // Econometrica. The Econometric Society. — 1951. — No 19 (3). — P. 250–272.
121. Bedaux, C. The Bedaux Efficiency Course for Industrial Application / C. Bedaux. — The Bedaux Industrial Institute. — 1917. — 324 p.
122. Bloom, S. The distinct effects of information technology and communication technology on firm organization/ S. Bloom, J. Van Reenen // Management Science. — 2014. — No 60(12). — P. 2859–2885.
123. Borch, K. The Economics of Uncertainty / K. Borch. — Princeton University Press, 1968. — 37 p.
124. Cremer, J. Language and the Theory of the Firm / J. Cremer // The Quarterly Journal of Economics. — 2007. — No 122(1). — P. 373–407.
125. Debreu, G. Economic theory in the mathematical mode / G. Debreu // The Scandinavian Journal of Economics. — 1984. — No 86 (4). — P. 393–410.
126. Debreu, G. The most significant contributions to economics during the twentieth century: lists of the Nobel laureates / G. Debreu, J.M. Buchanan, L. R. Klein // The European Journal of the History of Economic Thought. — 2001. — No 8 (3). —

P. 289–297.

127. Debreu, G. Theorie de la Valeur / G. Debreu. — Dunod, Paris. 1966. – 136 p.
128. Fernández-Villaverde, J. Political credit cycles: the case of the Eurozone / J. Fernández-Villaverde, L. Garicano, T. Santos // Journal of Economic Perspectives. — 2013. — No 27(3). — P. 115–116.
129. Follett, M.P. Creative Experience / M.P. Follet. — Martino Fine Books, 2013. — 324 p.
130. Leibenstein, H. Allocative Efficiency V.S."X-Efficience" / H. Leibenstein // American Economic Review. — 1966. — Vol.56. — № 6, June. — 12 p.
131. Maslow, A. Maslow on Management / A. Maslow. — Wiley, 1998. — 312 p.
132. Mayo, E. The Human Problems of an Industrial Civilization / E. Mayo. —Viking Press, 1960. — 187 p.
133. Mintzberg, H. Structuring of Organizations / H. Mintzberg. — Robbins, 1977. — 347 p.
134. Mossin, J. Theory of Financial Markets / J. Mossin. — Prenctice Hall, Englewood Cliffs (N.J.), 1973. — 654 p.
135. Robbins, S. Comportements organisationnels / S. Robbins, T. Judge, V. Tran. — Paris, Pearson, 2014. — 704 p.
136. Szczepańska-Woszczyna, K. Management Theory, Innovation, and Organisation. A Model of Managerial Competencies / K. Szczepańska-Woszczyna. — Published by Routledge. — 2020. — 206 p.
137. Weber, M. Économie et société. Organisation et puissances de la société dans leur rapport avec l'économie / M. Weber. — Brocher, 2003. — 424 p.

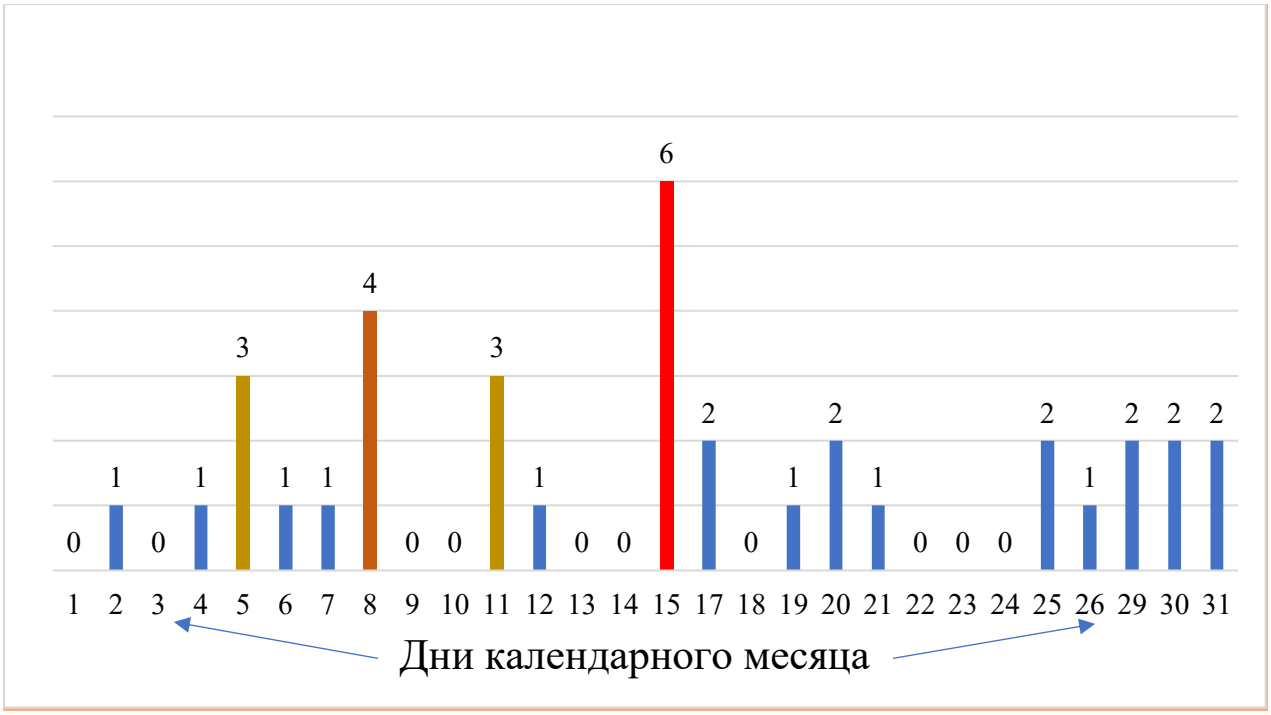
ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)
Крупнейшие катастрофы Московского метро

В таблице А.1 приведены серьезные аварии, которые не только подрывали инфраструктуру московской подземки, но и влекли за собой человеческие жертвы.

Таблица А.1 – Крупнейшие аварии московского метро

№ п/п	Дата / год	Причина
1.	20.10.1974	Пожар
2.	08.01.1977	Взрыв
3.	15.04.1979	Сход вагонов с рельс
4.	12.06.1981	Возгорание поезда
5.	17.02.1982	Поломка эскалатора
6.	1983	Повреждение тоннеля
7.	1986	Обвал породы
8.	20.04.1987	Пожар
9.	1989	Загазованность
10.	17.01.1994	Пожар
11.	30.03.1994	Сход с рельс
12.	31.03.1994	Сход с рельс
13.	Весна 1995	Возгорание вагонов
14.	1996	Повреждение стены депо
15.	1996	Задымление тоннеля и станций
16.	11.06.1996	Взрыв
17.	01.01.1998	Теракт
18.	08.08.2000	Взрыв в подземном переходе
19.	05.02.2001	Взрыв
20.	06.02.2004	Теракт
21.	31.08.2004	Взрыв
22.	29.11.2004	Столкновение поездов
23.	25.05.2005	Авария энергосети
24.	19.03.2006	Несанкционированное забивания сваи
25.	25.06.2008	Сход с рельс
26.	08.07.2008	Пробитие шахты метро
27.	29.03.2010	Теракт
28.	04.06.2010	Падение дерева
29.	26.10.2011	Пожар
30.	02.01.2012	Возгорания кабелей
31.	15.04.2012	Авария эскалатора на
32.	05.05.2013	Пожар
33.	05.06.2013	Пожар
34.	11.06.2013	Аварийное отключение
35.	21.01.2014	Несанкционированное забивания сваи
36.	15.07.2014	Сход с рельсов
37.	07.03.2016	Возгорание релейного шкафа
38.	08.07.2016	Возгорание
39.	15.08.2018	Остановка поездов в тоннеле
40.	30.07. 2019	Столкновение поездов на уклоне
41.	11.10.2019	Задымление
42.	19.10.2021	Возгорание в кабине машиниста
Примечание – Составлено автором на основе открытых данных из СМИ.		

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(справочное)
Аварийная динамика Московского метро 1974-2019 гг.



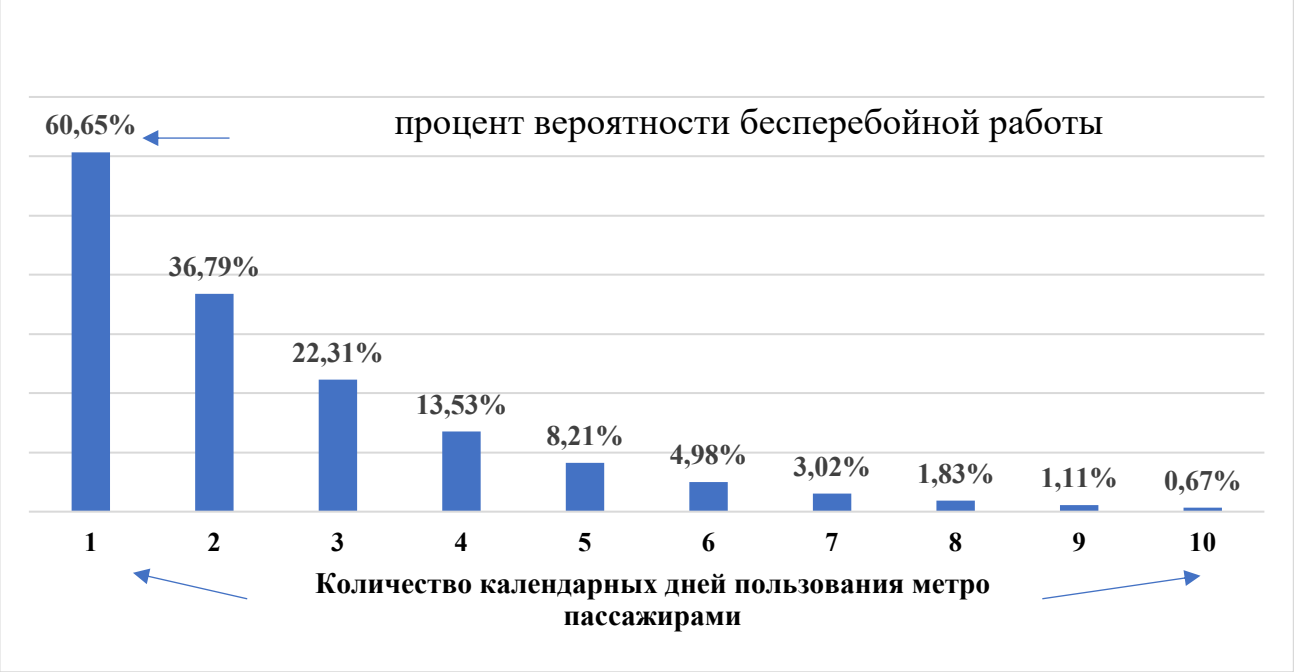
Примечание – Составлено автором на основе открытых данных из СМИ.

Рисунок Б.1 – Аварийная динамика Московского метро 1974-2019 гг.

Надо отметить, что в 6 случаях из 40 крупных аварий, наиболее значительные катастрофы пришлись на **15 число** календарного месяца (6 аварий). Второе место занимает 8 число (4 аварии), а 5 и 11 числа – только на третьем месте по значимости (3 аварии).

Результаты доказывают, что статистическая устойчивость мелких аварий распространяется и на более крупные. То есть при определенных условиях 14 и 15 числа календарного месяца вероятность того, что произойдет катастрофа (при прочих равных условия) значительно больше, чем в другие дни календарного месяца.

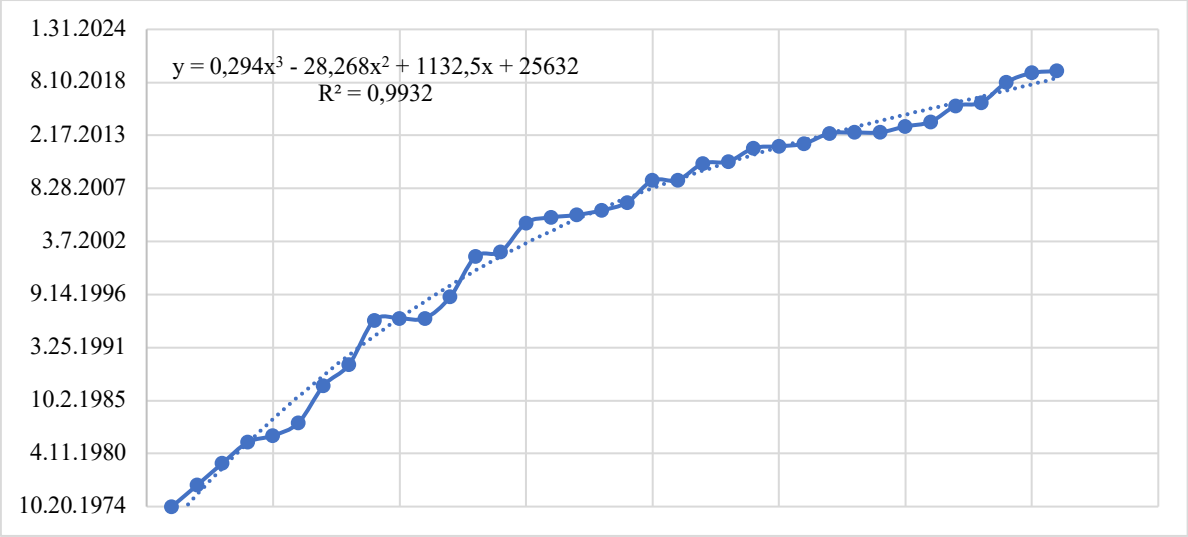
ПРИЛОЖЕНИЕ В
(справочное)
Вероятность бесперебойной работы Московского метро



Примечание – Рассчитано автором на основании формулы Пуассона.

Рисунок В.1 – Вероятностная характеристика метро

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(справочное)
Эконометрический прогноз крупнейших аварий метро до 2022 года



Примечание – Рассчитано автором на основе эконометрической модели.

Рисунок Г.1 – Эконометрический прогноз крупнейших аварий до 2022 года

На рисунке Г.1 аварии представлены в виде кубической параболы с достаточно «приличным» коэффициентом корреляции, равным 0,9932. Это говорит о достаточной связи между промежутками времени и происходящими авариями.

Общее уравнение параболы равняется 0,294x3 – 28,268x2 + 1132,5x + 25632.

Согласно этому уравнению, следующая значительная авария может случиться:

– 29.05.2020;

– 16.02.2021;

– 19.11.2021;

– 04.09.2022.