

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

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)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Москва – 2022

Работа выполнена на кафедре теории и методологии государственного и муниципального управления факультета государственного управления Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Научный руководитель – **Сухарев Олег Сергеевич**
доктор экономических наук, профессор

Официальные оппоненты – **Дунаев Олег Николаевич**
доктор экономических наук, профессор,
Общероссийское объединение работодателей
«Российский союз промышленников и
предпринимателей», Комитет по
международному сотрудничеству, Заместитель
Председателя; Подкомитет по транспорту и
логистике, Председатель

Ерзнкян Баграт Айкович
доктор экономических наук, профессор,
ФГБУН Центральный экономико-
математический институт Российской
академии наук, лаборатория стратегии
экономического развития, руководитель,
главный научный сотрудник

Стрижакова Екатерина Никитична
доктор экономических наук, доцент,
ФГБОУ ВО «Брянский государственный
технический университет», факультет
отраслевой и цифровой экономики, кафедра
«Производственный менеджмент», профессор

Защита диссертации состоится «06» июня 2022 года в 15 час. 00 мин. на заседании диссертационного совета МГУ.08.02 Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова по адресу: 119991, Москва, Ломоносовский проспект, д. 27, корпус 4, ауд. Е-834.

E-mail: msu.08.02@spa.msu.ru.

Диссертация находится на хранении в отделе диссертаций научной библиотеки МГУ имени М.В.Ломоносова (Ломоносовский проспект, д. 27). С информацией об организации защиты и с диссертацией в электронном виде также можно ознакомиться на сайте ИАС «ИСТИНА»: <https://istina.msu.ru/dissertations/446963152/>.

Автореферат разослан «__» _____ 2022 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат экономических наук

А.С. Воронов

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. В настоящее время аварийность и ущерб¹ стали объективной повседневной реальностью для транспортных 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 периодом². В авиационной отрасли произошло более 30 крупных катастроф, а на водном транспорте – 24 крупные аварии³. В московском метро за 2021 год произошло более 120 сбоев⁴, которые попали в СМИ.

¹ Ущерб представляет собой экономическую оценку совокупности деструктивных эффектов, заключающихся в невозможном 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.: Тулунов 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://rosinfostat.ru/dtp/> (дата обращения: 08.01.2022)

³ Статистика катастроф / Федеральная служба государственной статистики. URL: <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 нормативных документах метрополитена. О метрополитене / ГУП «Московский метрополитен» URL: https://gup.mosmetro.ru/o-metropolitene/vozm_vreda/ (дата обращения 05.01.2022).

За 5 лет (с 2017 по 2022 гг.) в московской подземке произошло свыше 700 аварий¹.

Утвержденная Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года² ориентирована на стимулирование и развитие транспорта в стране, в частности, на повышение эффективности функционирования метрополитена и железнодорожной отрасли³. 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. Лapidуса, Л.В. Лapidус, Ю.М. Лапыгина, Ю.В. Ляндау, О.С. Сухарева, А.И. Телегина.

Огромное значение для анализа методологии управления предприятием имеют исследования И. Адизеса, И. Ансоффа, Ш. Бедо, К. Борша, Э. Венейблза,

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.

Н. Винера, Р. Гранта, Н.М. Гюнтера, Ж. Дебрэ, Г.Б. Клейнера, Ж. Кремера, Х. Лейбенштайна, М. Мескона, М. Милгрома, Г. Минцберга, Я. Мосина, 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 аварий¹, 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» ФГБОУ 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.

II. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

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).

Построение результативной модели управления включает в себя оценку рациональности построения организационной структуры управления предприятием, эффективности самого процесса управления, а также степени достижения конечных результатов деятельности. Организационная структура управления (как субъект управления) представляет собой иерархию управления с различными звеньями соподчиненности и особенностями локального взаимодействия. Анализ иерархий управления позволяет не только изучить особенности архитектуры иерархий управления, но и увидеть причины ведущие к росту затрат не только внутри иерархии, но и на предприятии в целом.

С учетом вышеизложенного в таблице 1 представлена авторская классификация иерархий управления (как субъекта управления), которые встречаются на транспортных предприятиях.

Анализ появляющихся иерархий управления дает возможность:

- 1) определить современную архитектуру 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

Таблица 1 — Классификация иерархий управления предприятий транспортного сектора

№	Тип иерархий управления (субъект 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 сёла
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» звенья единой логистической сети. Например, в случае вынужденного простоя транспорта 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 лежит в основе архитектоники создания и управления транспортно-логистических сетей, а также является причиной изменения 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.		

управления; 4) определить показатели эффективности для конкретной иерархии управления. Иерархия управления московского метро (по состоянию на 01.01.2022) включает в себя 20 основных структурных подразделений, важнейшими из которых являются служба безопасности, служба движения, служба электроснабжения и Единый диспетчерский центр (ЕДЦ). В рамках приведенной в таблице 1 классификации можно выделить магистральные и второстепенные структуры. Метрополитен считается несимметричной иерархией, так как значимые подразделения с большим штатом находятся на значительном отдалении друг от друга – например, аппарат руководства находится на Проспекте Мира (не более 100 чел.), а ЕДЦ (800 человек) располагается вблизи станции «Селигерская». К тому же отсутствие Единой аварийно-спасательной службы, которая должна быть расположена (симметрично) в непосредственной близости к проблемным линиям может затруднить спасательные работы и тем самым увеличить убытки и ущерб.

После рассмотрения особенностей построения иерархий управления целесообразно перейти к количественной и качественной оценке эффективности самого процесса управления на предприятии, приведенной в пункте 2.

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.

Анализ архитектуры иерархических структур как субъекта управления, приводит к необходимости выделения показателей, которые характеризуют эффективность самого процесса управления. В московском метро такими показателями являются надежность, качество, безопасность и скорость транспортировки пассажиров. В этом контексте можно рассчитать показатели, 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 воздействие негативных факторов, в том числе аварийности. Вследствие обозначенного сведем набор предлагаемых автором показателей, отражающих результативную работу московского метрополитена, в таблицу 2.

Таблица 2 — Техничко-экономические показатели ГУП «Московское метро»

№	Наименование показателя	Значение показателя*
1.	Годовое число сбоев	Не менее 120 сбоев
2.	Среднее время ожидания сбоя ($1/\lambda$)	3 дня
3.	Среднее число сбоев за месяц	12 сбоя
4.	Максимальное время до сбоя	8 дней
5.	Минимальное время до сбоя	1 день
6.	Количество сбоев за неделю (на всех линиях)	3-4 сбоев
7.	Максимальное число сбоев за месяц (на всех линиях)	34 сбоев
8.	Максимальное количество календарных дней, в которые могут произойти сбои за месяц	19 дней
9.	Максимальное кол-во сбоев за 1 день (на всех линиях)	4 сбоя
10.	Интенсивность потока сбоев в метро в день λ (сбой/день):	0,33 сбой/день (1 сбой/3 дня)
11.	Интенсивность потока сбоев в метро в час λ (сбой/час):	0,01 сбой/час
12.	Среднее время работы метро без сбоев	79 часов
13.	Среднее время восстановления метро после сбоя ($1/\mu$)	50 мин
14.	Среднее время восстановления после крупных катастроф ($1/\mu$)	Свыше 3-х часов
15.	Интенсивность восстановления после сбоя в метро ($\mu = 1$ восстановление/1 час)	1 восстановление/ 1 час
16.	Интенсивность восстановления после крупной катастрофы в метро ($\mu = 1$ восстановление/3,5 часа)	1 восстановление/3,5 часа
17.	Аварийный трафик метро (нагрузка) $P=\lambda/\mu$ (в час)	0,01
18.	Аварийный трафик метро (нагрузка) $P=\lambda/\mu$ (в день)	0,33

* Показатели рассчитаны на основе эмпирических данных из официального твиттер-аккаунта московского метрополитена по оперативному информированию о работе метро. Metro Operativno / ГУП «Московский метрополитен» / URL: <https://twitter.com/metrooperativno> (дата обращения 04.01.2022).

Примечание — Составлено автором, результаты опубликованы в работе: 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.

Согласно данным, взятым из официального твиттера-метро, в целом за 2021 год произошло не менее 120 аварий. Недельная динамика сбоев не превышала 4 инцидента, месячная – в среднем составляла около 12 сбоев.

Одним из основных показателей эффективности выступает показатель интенсивности сбоев λ , который рассчитывается путем деления общего количества сбоев на количество календарных дней в году ($\lambda = 120 \text{ сбоев} / 365 \text{ дней} = 0,33$). То есть за 1 день происходит в среднем 0,33 сбоя или 1 сбой случается в 3 дня (по метро в

целом). Здесь же можно определить среднее время работы метро без сбоев, оно равно обратному значению $1/\lambda = 1/0,33 = 3,33$ дня, то есть 79 часам¹. Другим не менее важным показателем является интенсивность восстановления линии после аварии - μ^2 . Для его нахождения воспользуемся обратным показателем – средним временем ожидания восстановления линии $1/\mu$, которое равно одному часу³. Таким образом получаем $\mu=1$. Однако в случае крупных техногенных аварий интенсивность восстановления может быть снижена, так как время ожидания составит более 3-3,5 часов.

Один из самых значимых показателей московской подземки – это показатель надежности, который может быть рассчитан на основании определения безаварийной работы метро в целом и на отдельных линиях. Является доказанным тот факт, что аварии и сбои в технических системах подчиняются показательному или экспоненциальному закону⁴, при котором вероятность наступления аварии в каждом отдельно взятом испытании мала (меньше 0,05-0,1), а количество испытаний велико (постоянное движение поездов на линии). В этом случае показатель степени надежности метро будет равен вероятности безотказной работы (1)⁵:

$$p(t) = e^{-\lambda t}, \quad (1)$$

где $p(t)$ – вероятность безотказной работы,

t – время,

λ – интенсивность отказов (3 дня)⁶.

¹ То есть среднее время работы метро без сбоев – это промежуток времени между двумя сбоями. Например, если сбой случился 5 числа календарного месяца, то велика вероятность, что в течение 79 часов на линии сбоев не произойдет (то есть около 3-х суток).

² Интенсивность восстановления линии после аварии – скорость восстановительных или ликвидационных работ. Выражается в часах.

³ В отчетах ГУП «Московское метро» отсутствует информация по поводу реального промежутка времени восстановления аварий и сбоев на линии. В связи с этим за основу взята информация от пассажиров, размещенная на твиттере метро. Время восстановления на линии может составлять 50-60 минут. Metro Operativno / ГУП «Московский метрополитен»: URL: <https://twitter.com/metrooperativno?lang=ru> (дата обращения 06.01.2022)

⁴ См.: В.М. Скрипник, А.Е. Назин, Ю.Г. Приходько, Ю.К. Благовещенский. Анализ надежности технических систем по цензурированным выборкам: монография. М.: Радио и связь, 1988. 184 с.

⁵ Экспоненциальное распределение и его свойства // Глобальный интеллектуальный ресурс. URL: <http://statistica.ru/theory/eksponentsialnoe-raspredelenie/> (дата обращения 09.01.2021).

⁶ Экспоненциальный закон можно применить для анализа, так как сбои (аварии) происходят независимо друг от друга с постоянной средней интенсивностью за одинаковые промежутки времени. Таким образом поток аварий считается стационарным, ординарным и «без последствий». См.: Гнеденко Б.В., Беляев Ю.К., Соловьев А.Д. Математические методы в теории надежности: монография. М.: Наука, 1965, 524 с.

Для Московского метро показатель надежности для каждого пассажира равняется 75, 65 % - при условии им пользования метро в течение 1 дня. В случае пользования пассажирами метро 2-х дней – вероятность надежность уменьшается до 51, 34%, 3-х дней – 36, 79%.

Остальные показатели, представленные в таблице 2, рассчитываются на основе эмпирических данных из твиттера метро. Мониторинг эффективности процесса управления с помощью вышеприведенных показателей позволяет перейти к рассмотрению результативности конечных результатов деятельности, указанных в пункте 3.

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.

Непрерывное отслеживание технико-экономических показателей и оперативное реагирование на них, которое осуществляет ЕДЦ в тесной связи с другими службами метро неизбежно связаны с колоссальным объемом работы иерархий и нагрузкой на информационные сети, что неизбежно влечет расходы, в том числе управленческие. Управленческие расходы призваны определить, насколько иерархия управления эффективно окупает прочие затраты метро и способствует уменьшению убытков и ущерба как внутри самой иерархической структуры, так и за ее пределами. Если управленческие расходы метро необоснованно возрастают в иерархии и аварийность на линии остается на прежнем уровне (или не уменьшается) необходимо перестроить иерархию и сократить число узкоспециальных менеджеров, найдя более оптимальную норму управления. В таблице 3 приводится авторская классификация управленческих расходов, которые возникают в иерархии управления, и которые необходимо проанализировать для принятия адекватного управленческого решения в сторону уменьшения расходов.

Таблица 3 — Классификация управленческих расходов транспортных предприятий

№ 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 (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.	

Приведенная 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. Алгоритм определения расходов иерархий - следующий: вначале определяется тип функции затрат (экспоненциальная; степенная; монотонная; субоптимальная; неоднородная, однородная), затем рассчитывается конкретная норма управления для конкретного вида иерархии и для управленческих звеньев. И уже тогда можно определить объем управленческих расходов и наметить ряд мероприятий для их уменьшения, что позволит повысить эффективность управления и снизить число сбоев в метро. В диссертации¹ проведена оценка управленческих расходов штатной численности московского метрополитена на базе представленной в таблице 3 классификации. Расчет выполнялся на основе подхода Губко М.В., Мишина С.П.², который подразумевает анализ затрат внутри иерархии управления на основе следующей функции (2):

¹ В разделе 2.3. диссертации изложен подробно подход к оценке затрат в иерархии управления.

² См.: Губко М.В. Структура оптимальной организации континуума исполнителей // Автоматика и телемеханика. 2002. № 12. С.116–130; Мишин С.П. Оптимальные иерархии управления в экономических системах. М., 2004. С. 126

$$f(r, k, \phi) = B_1 \phi^\gamma \left\{ k(k-1) - r(r-1) \frac{|k^\gamma - 1|}{|r^\gamma - 1|} \right\} + B_2 \phi^\gamma \left\{ 1 - \frac{|k^\gamma - 1|}{|r^\gamma - 1|} \right\}, \quad (2)$$

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

r – оптимальная норма управления,

$\phi_1 + \dots + \phi_k$ – подчиненные менеджеру группы исполнителей,

γ – степень однородности.

В результате получена сумма управленческих расходов, равная 31 867 589 рублей (за 2021 год.). Анализ динамики управленческих расходов за предыдущие года (2020, 2019, 2018 гг.) позволяет увидеть, что объем управленческих затрат внутри иерархий растет, в то время как ежегодный ущерб от сбоев и аварий не уменьшается. Вследствие этого представляется возможным обратиться к разработке эконометрической модели, позволяющей элиминировать ущерб и снизить аварийность московского метро.

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.

После оценки эффективности построения организационных структур управления, определения значений технико-экономических показателей, а также объема управленческих расходов, представляется обоснованным рассмотреть эконометрическую модель, которая позволяет не только моделировать число аварий, но и сделать вероятностную оценку будущего ущерба.

В рамках создания эконометрической модели необходимо выделить несколько этапов. Первый этап состоит в нахождении эмпирического материала из твиттер-метро¹ и официального сайта метро². Для расчетов автором взяты конкретные даты аварий в метро в 2021 году. Обозначим их как $A_1, \dots, A_n$, которые распределены на временном интервале в 365 дней, где n – число аварий. Затем осуществляется подсчет численного количества аварий, которые случились в метро

¹ Metro Operativno / ГУП «Московский метрополитен» URL: <https://twitter.com/metrooperativno?lang=ru> (дата обращения 05.01.2022).

² Московский метрополитен / ГУП «Московский метрополитен». URL: <https://mosmetro.ru/> (дата обращения 05.01.2022).

в каждом календарном месяце 2021 года. После этого данные заносим в таблицу, приведенную ниже (таблица 4).

Таблица 4 — 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)												

Второй этап состоит в выборе адекватного регрессионного уравнения, которое составляется на основе метода наименьших квадратов (МНК) и выбора полинома, который в наибольшей степени аппроксимирует реальные значения аварий в метро. Выбор конкретного уравнения регрессии будет зависеть от коэффициентов детерминации, которые приведены в таблице 5.

Таблица 5 — Коэффициенты детерминации в уравнениях регрессии

№	Линии метро	Коэффициент детерминации	Вид уравнения
1	Арбатско- Покровская	0,5188	$y = 0,0168x^3 - 0,3408x^2 + 1,9804x - 1,6162$
2	Большая Кольцевая	0,9876	$y = 0,0001x^3 - 0,0033x^2 + 0,0059x + 0,3232$
3	Бутовская	0,1235	$y = -0,0009x^3 + 0,0089x^2 + 0,0215x - 0,0808$
4	Замоскворецкая	0,6904	$y = 0,0181x^3 - 0,3206x^2 + 1,673x - 1,202$
5	Калининско-Солнцевская	0,9256	$y = 0,0047x^3 - 0,0704x^2 + 0,2326x + 0,2727$
6	Калужско-Рижская	0,9124	$y = 0,0058x^3 - 0,1384x^2 + 0,8698x + 0,6364$
7	Кольцевая	0,9966	$y = 0,0034x^3 - 0,0961x^2 + 0,7373x - 0,9596$
8	Люблинско-Дмитровская	0,9026	$y = -0,0089x^3 + 0,183x^2 - 1,1437x + 2,9697$
9	Серпухово-Тимирязевская	0,9101	$y = 0,004x^3 - 0,0715x^2 + 0,2764x + 1,2929$
10	Сокольническая	0,7747	$y = -0,0021x^3 + 0,0239x^2 - 0,0603x + 0,6465$
11	Таганско-Краснопресненская	0,7077	$y = -0,0073x^3 + 0,1294x^2 - 0,6302x + 2,2626$
12	Филевская	0,7857	$y = 0,0013x^3 - 0,0278x^2 + 0,1341x + 0,1414$
13	Некрасовская	0,7857	$y = 0,0032x^3 - 0,0674x^2 + 0,3793x - 0,3737$
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.			

Согласно проведенному анализу по методу МНК наивысший коэффициент детерминации достигается при составлении кубических уравнений, которые приведены в таблице 5. Под значением переменной x берется конкретный календарный месяц сбоев $x \in (1, \dots, 12)$; y – прогнозируемое ежемесячное число сбоев. На основе полученных уравнений регрессии в таблице 6 приведен прогноз количества аварий в январе-июне 2022 года. Для получения точных значений прогноза период упреждения взят за 6 месяцев с доверительной вероятностью 0,9.

Таблица 6 — Прогноз количества аварий в Московском метро в 2022 году

Линии метро	Янв	Фев	Мар	Апр	Май	Июн	Итого
Арбатско Покровская	1	2	2	1	3	1	10
Большая Кольцевая линия	1	1	1	1	1	1	6
Бутовская	0	0	0	0	0	0	0
Замоскворецкая	1	2	2	2	2	2	11
Калининско-Солнцевская	0	1	1	0	0	0	2
Калужско-Рижская	2	3	2	3	2	2	14
Кольцевая	1	2	1	1	2	1	8
Люблинско-Дмитровская	2	2	1	1	1	3	10
Серпухово-Тимирязевская	1	2	2	2	1	2	10
Сокольническая	1	1	1	1	1	3	8
Таганско-Краснопресненская	1	3	2	2	1	2	11
Филевская	0	1	0	0	0	1	2
Некрасовская	0	0	0	1	0	0	1
Всего	11	20	15	15	14	18	93
Примечание — Составлено автором на основе уравнений регрессии.							

Третий этап состоит в проверке адекватности модели. Введем ряд соответствующих показателей. Абсолютная ошибка прогноза определяется по формуле (3)¹:

$$\Delta_t = y_{\text{прог}} - y_{\text{факт}}, \quad (3)$$

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

Следующий этап исследования заключается в оценке относительной ошибки по модулю, которая определяется по формуле (4)²:

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).

$$\delta_t = 100 * (y_{\text{прог}} - y_{\text{факт}}) / y_{\text{факт}}, \quad (4)$$

где δ_t – относительная ошибка по модулю.

Средние абсолютные и относительные ошибки по модулю рассчитываются как выражения (5, 6)¹:

$$|\Delta_t| = \left(\frac{\sum |y_{\text{прог}} - y_{\text{факт}}|}{n} \right), \quad (5)$$

$$|\delta_t| = \left(\sum 100 * \left| \frac{y_{\text{прог}} - y_{\text{факт}}}{y_{\text{факт}}} / n \right| \right), \quad (6)$$

где n – число измерений. Результаты расчетов приведены в таблице 7.

Таблица 7 — Абсолютная ошибка по модулю в модели

Линии метро	Янв	Фев	Мар	Апр	Май	Июнь
Арбатско Покровская	1	1	0	0	1	0
Большая Кольцевая	1	0	1	1	0	1
Бутовская	0	0	0	0	0	0
Замоскворецкая	1	0	2	0	1	0
Калининско-Солнцевская	0	0	0	0	0	0
Калужско-Рижская	1	0	1	0	0	1
Кольцевая	1	2	1	1	0	0
Люблинско-Дмитровская	0	0	1	1	0	0
Серпухово-Тимирязевская	0	0	0	0	0	1
Сокольническая	0	1	0	1	1	0
Таганско-Краснопресненская	0	0	1	1	0	0
Филевская	0	0	0	0	0	0
Некрасовская	0	0	0	0	0	0
Источник – Рассчитано автором по формуле (5).						

Из таблицы 7 видно, что максимальная ошибка по модулю равняется 2-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. Проведен анализ реальных и фактических значений по каждому уравнению регрессии согласно статистике Дарбина-Уотсона². Согласно критериям Дарбина-Уотсона в 6-ти уравнениях регрессии отсутствует автокорреляция. В остальных уравнениях регрессии гипотеза об отсутствии автокорреляции не отвергается. То есть 6 уравнений достаточно

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).

² Критерий Дарбина—Уотсона (или DW-критерий) — статистический критерий, используемый для тестирования автокорреляции первого порядка элементов исследуемой последовательности. Автокорреляция - связь между последовательностями величин одного ряда, взятыми со сдвигом. Анализ проведен в разделе 3.3. диссертации.

точно моделируют аварии. Получены значения по критериям Фишера и Стьюдента, позволяющие отвергнуть нулевую гипотезу¹.

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 8.

Таблица 8 — Оценка ущерба от аварий на линиях метро в 2021 году

№ п/п	Месяц	Ежемесячное число сбоя	Размер ущерба (руб)	Общее кол-во сбоев метро по вине пассажиров	Размер ущерба (руб)
1.	янв.21	6	15000000	3	7500000
2.	фев.21	16	40000000	8	20000000
3.	мар.21	8	20000000	4	10000000
4.	апр.21	10	25000000	5	12500000
5.	май.21	13	32500000	7	16250000
6.	июн.21	15	37500000	8	18750000
7.	июл.21	6	15000000	3	7500000
8.	авг.21	9	22500000	5	11250000
9.	сен.21	9	22500000	5	11250000
10.	окт.21	9	22500000	5	11250000
11.	ноя.21	9	22500000	5	11250000
12.	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.					

Из таблицы 8 можно увидеть, 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. Прогноз годового ущерба в 2022 году от аварий сделан в таблице 9.

В таблице 9 приведена прогнозная оценка ущерба с января по июнь 2022 года. Общий годовой ущерб метро может достигать не менее 300 млн. рублей.

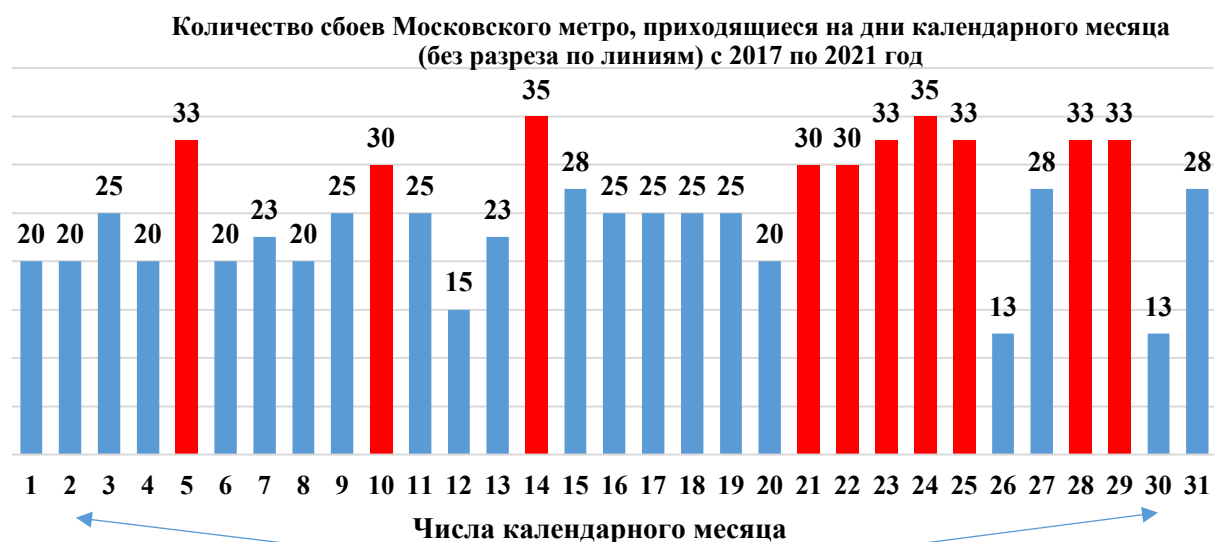
¹ Нулевая гипотеза — принимаемое по умолчанию предположение о том, что не существует связи между двумя наблюдаемыми событиями, феноменами.

Таблица 9 — Прогноз ущерба от аварий Московского 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.

В качестве дополнительного анализа аварийности на рисунке 1 приведена информация по 750 сбоям метро Москвы с 2017 по 2021 год.



Примечание – Составлено автором на основе: Metro Operativno / ГУП «Московский метрополитен URL: <https://twitter.com/metrooperativno> (дата обращения 04.01.2022).

Рисунок 1 – Сбои Московского метро в 2017-2021 гг.

Рисунок 1 наглядно демонстрирует возрастание аварийности в определенные даты календарного месяца (5, 10, 14, 24, 28 и 29 числа).

Вышеприведенные элементы модели управления, представленные в перечисленных пунктах новизны, позволяют составить и обосновать ее структуру и основные характеристики. Модель управления Московским метрополитеном включает в себя несколько основных элементов, наиболее значимыми из которых является набор технико-экономических показателей, разработка 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 2.



Примечание — Составлено автором.

Рисунок 2 — Модель управления Московским метрополитеном

x_0 — начальная фаза управляемой системы метро; $x_1, x_2, x_3, \dots, x_k$ — переходящие состояния системы в результате управляющих воздействий $m_1, \dots, m_k$. Под m_k управляющим воздействием подразумевается воздействие субъекта управления (иерархий управления) на объект (исполнителей) с целью корректировки достижений определенных значений показателей эффективности через формулу (7)¹;

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

$$x_k = x_{k-1} + F(x_{k-1}, m_k), \quad (7)$$

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 (8)¹:

$$C(x_0, x_1, \dots, x_k, m_1, \dots, m_k) \rightarrow \min. \quad (8)$$

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.

Таблица 10 — Сравнение вариантов внедрения эффективной модели управления ГУП «Московский метрополитен»

№ Варианта	Факторы	Ущерб
Вариант №1	Оставление системы управления метро без изменений	Ежемесячный ущерб от аварий 25 млн. руб. Годовой ущерб от аварий 300 млн. рублей
Вариант № 2	Внедрение модели прогноза аварий	Ежемесячный ущерб от аварий 10,5 млн. руб. Годовой ущерб от аварий 125 млн. рублей
Вариант № 3	Внедрение модели прогноза аварий вместе с комплексом планово-предупредительных мероприятий	Предотвращение ежемесячного ущерба в 20,1 млн. рублей Предотвращение годового ущерба от аварий в 250 млн. рублей
Примечание — Составлено автором.		

Таблица 10 показывает целесообразность выбора третьего варианта. То есть ГУП «Московский метрополитен» необходимо внедрить предложенную в диссертации модель управления, снижающую риск наступления и величину ущерба, на основе ввода инновационных технологий и предложенной расчетной эконометрической модели, моделирующей технические сбои на определенные даты календарного месяца, что позволяет планировать анти-аварийные меры.

¹ Там же. С. 118.

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итог проведенному исследованию, в завершении, сформулированы наиболее важные полученные выводы:

1. Анализ иерархий управления московского метрополитена подтверждает относительно высокие затраты на их функционирование, нерациональность построения, высокий вероятный ущерб при сбоях.

2. Предложенные технико-экономические показатели работы московского метро призваны в режиме реального времени отслеживать пассажиропоток и интенсивность сбоев, а также обеспечивать надежность функционирования инфраструктуры метро. При этом предлагается ориентировать на них работу Единому диспетчерскому центру (ЕДЦ).

3. Предложенная модель управления метрополитеном направлена на ликвидацию и профилактику сбоев и снижение ущерба, предполагает применение эконометрической модели, что позволило рассчитать примерное число ежемесячных аварий, годовое число сбоев, а также предотвратить ущерб не менее чем в 10,5 млн. рублей. Полное внедрение инновационного комплекса мероприятий в московском метро, а также внедрение предложенной модели управления позволит снизить годовой ущерб, по авторской оценке, примерно на 250 млн. рублей.

IV. СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, рекомендованных Ученым советом МГУ имени М.В. Ломоносова для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством

1. 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. – 0,6 п.л. – Импакт-фактор РИНЦ 2020: 0,468.

2. Кочетков, А. А. Финансовые показатели Московского метрополитена / А. А. Кочетков // Финансы, деньги, инвестиции. – 2021. – № 4 (80). – С. 33–38. – 0,6 п.л. – Импакт-фактор РИНЦ 2020: 0,737.

3. Кочетков, А. А. Виды иерархических структур и управленческие затраты / А. А. Кочетков // Финансы, деньги, инвестиции. – 2011. – № 4 (40). – С. 3–8. – 0,6 п.л. – Импакт-фактор РИНЦ 2020: 0,737.

4. Кочетков, А. А. Модель построения эффективной иерархии управления в организации / А. А. Кочетков // Финансы, деньги, инвестиции. – 2011. – № 3 (39). – С. 27–31. – 0,65 п.л. – Импакт-фактор РИНЦ 2020: 0,737.

**Публикации в журналах, входящих в перечень изданий, рекомендованных
Высшей аттестационной комиссией при Министерстве науки
и высшего образования Российской Федерации**

5. 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. – 0,7 п.л. – Импакт-фактор РИНЦ 2020: 0,284.

6. Кочетков, А. А. Мониторинг аварийности московского метрополитена / А. А. Кочетков // Экономика. Бизнес. Банки. – 2021. – № 7 (57). – С. 8–21. – 0,7 п.л. – Импакт-фактор РИНЦ 2020: 0,101.

7. 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.

Иные публикации

8. Кочетков, А. А. Московский метрополитен: аварийность, проблемы, перспективы: монография / А. А. Кочетков. – М. : Эдитус, 2020. – 157 с. – 9,8 п.л.