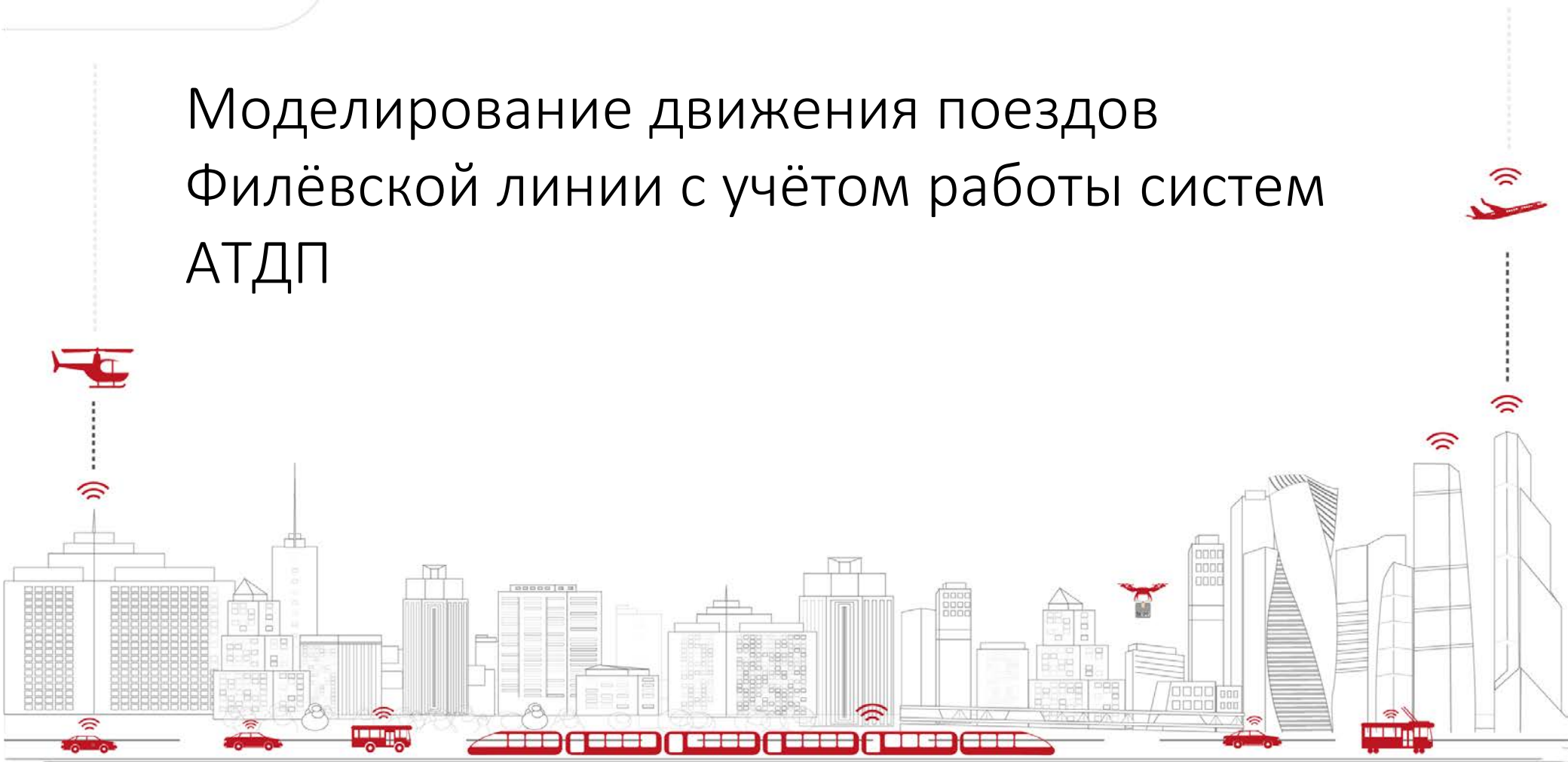




Центр цифровых высокоскоростных
транспортных систем РУТ (МИИТ)

Моделирование движения поездов Филёвской линии с учётом работы систем АТДП

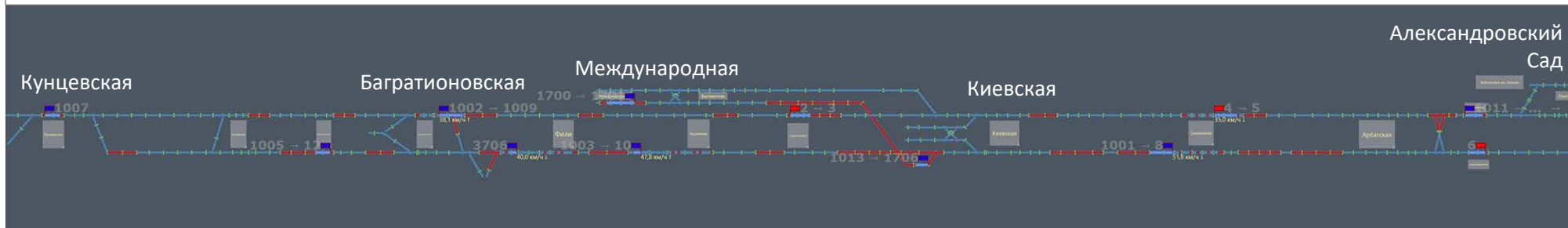


Цифровое моделирование движения поездов Филёвской линии Московского метрополитена с учётом работы систем АТДП

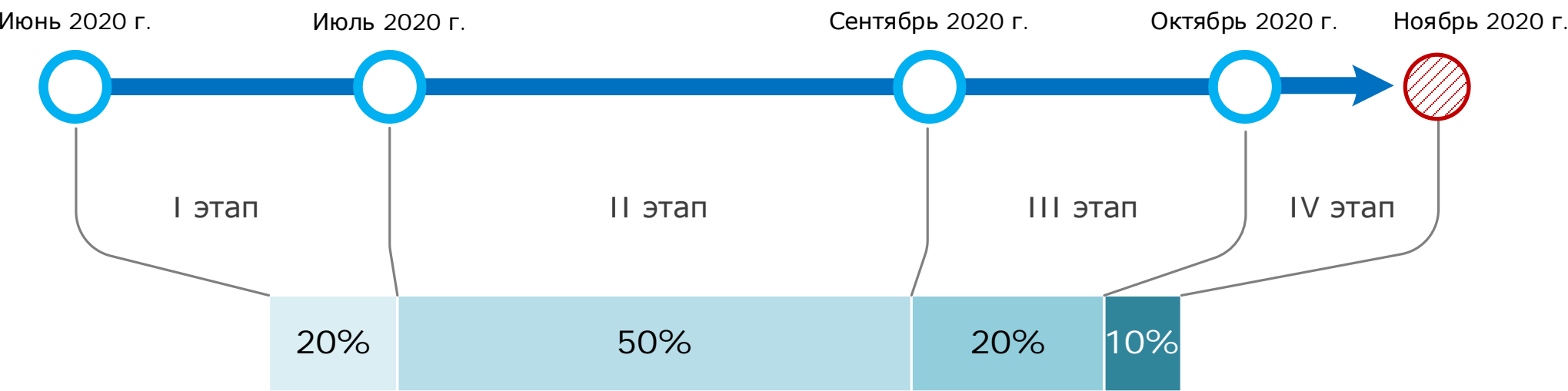
Цель работы:

Оценка пропускной способности Филёвской линии ГУП «Московский метрополитен» с учетом нескольких систем интервального регулирования:

- Действующей системы интервального регулирования движения поездов на основе автоблокировки
- Планируемой к внедрению системы автоматической локомотивной сигнализации с автоматическим регулированием скорости (АЛС-АРС) в качестве основного типа сигнализации
- Перспективной системы управления движением поездов по радиоканалу с плавающими блок-участками в качестве основной системы и использованием АЛС-АРС в качестве резервной системы



План выполнения работы по каждому этапу и относительный объем в рамках всего проекта



I Этап	II Этап	III Этап	IV Этап
Создание цифровой модели Филёвской линии с текущим устройством автоматики и телемеханики	Корректировка ПО для моделирования работы линии с рассматриваемыми системами интервального регулирования. Анализ влияния нарушения нормальной работы устройств на перевозочный процесс	Моделирование работы линии с рассматриваемыми системами интервального регулирования. Сравнение результатов моделирования	Подготовка отчетной документации. Согласование результатов моделирования.

Укрупнённая схема построения модели Филёвской линии

Определение
объекта
исследования

Создание
цифровой
инфраструктурной
модели объекта

Учёт технологии
работы
исследуемого
объекта

Воспроизведение
работы
исследуемого
объекта

Выявление текущих
ограничений
исследуемого
объекта

Моделирование
работы при
внештатных
ситуациях

Создание
перспективных
цифровых моделей ФЛ

Воспроизведение
работы в
нормальных
условиях

Моделирование
работы при
внештатных
ситуациях

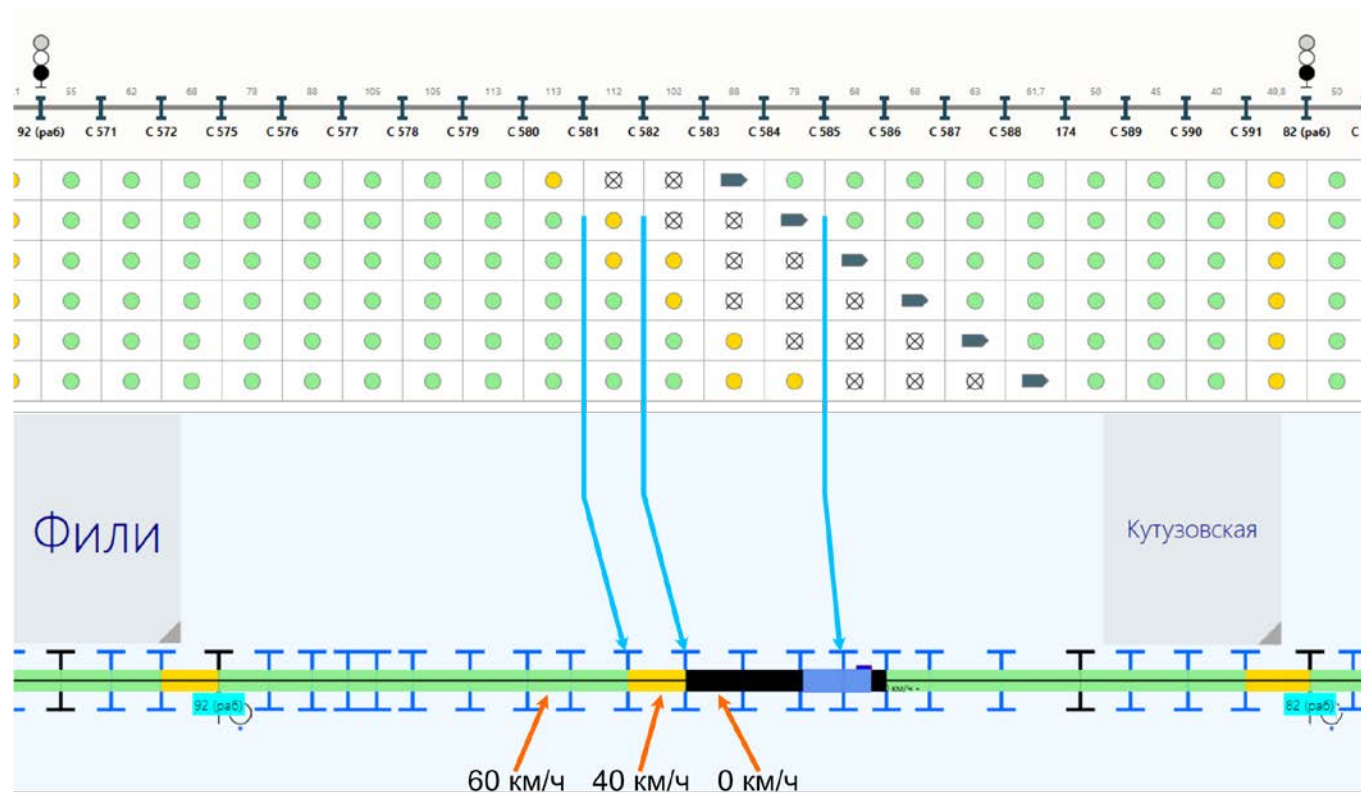
Анализ
результатов



Моделирование движения поездов на линии, оборудованной системой АЛС-АРС

1. Расчет блок-участков АЛС-АРС
2. Учет алгоритмов взаимного влияния поездов при движении на линии, оборудованной АЛС-АРС
3. Учет графика сигнализации системы АЛС-АРС Филёвской линии
4. Моделирование движения поездов на линии в условиях нормальной работы
5. Моделирование движения поездов на линии в условиях возникновения внештатных ситуаций
6. Моделирование движения поездов на линии при увеличении парности графика движения

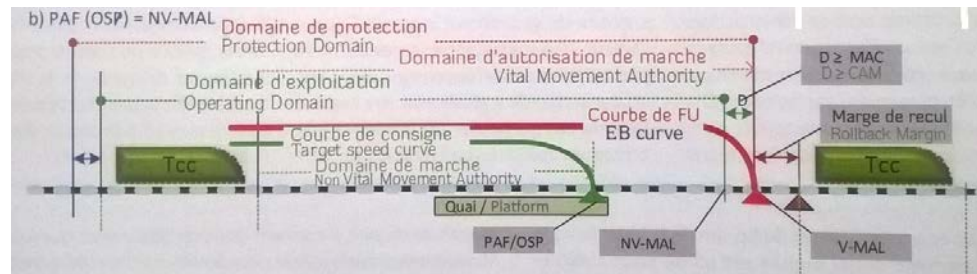
Визуальное отображение системы АЛС-АРС в цифровой модели линии



Моделирование движения поездов на линии, оборудованной системой управления по радиоканалу

1. Учет алгоритмов взаимного влияния поездов при движении на линии, оборудованной системой управления по радиоканалу и подвижными блок-участками
2. Учет ограничений по безопасности движения и эксплуатации устройств
3. Моделирование движения поездов на линии в условиях нормальной работы
4. Моделирование движения поездов на линии в условиях возникновения внештатных ситуаций
5. Моделирование движения поездов на линии при увеличении парности графика движения

Визуальное отображение системы CBTC в цифровой модели линии



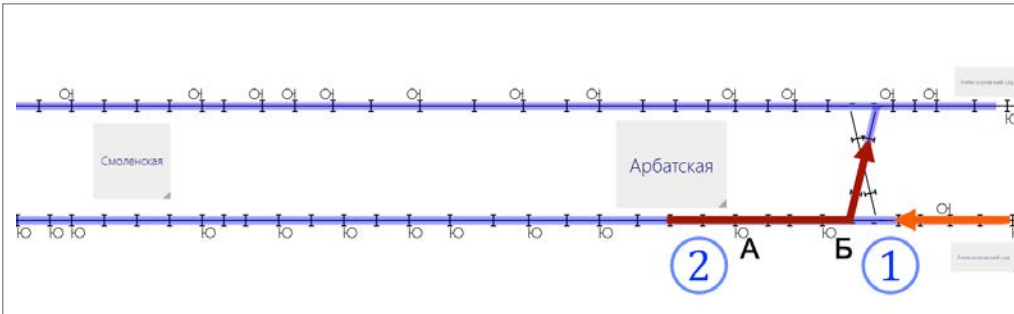
Сравнение результатов моделирования движения поездов в условиях возникновения ННР при различных системах АТДП

Тип ННР	Время, необходимое для восстановления межпоездного интервала (мин)		
	Текущая система ИР АБ с автостопами	Проектируемая система ИР АЛС-АРС	Перспективная система ИР СВТС
Человек или посторонний предмет на пути	36	36	36
Потеря управления подвижным составом	70	64	64
Заклинивание колесных пар	68	68	68
Проезд поездом запрещающего показания светофора	30	-	-
Неисправность устройств СЦБ (ложная занятость участка)	56	46	46
Потеря беспроводной связи с подвижным составом	-	-	60
Возможность увеличения парности графика движения в час-пик	-	±	±

При возникновении ННР с разными системами АТДП в цифровой модели линии моделируются идентичные мероприятия по диспетчерской регулировке восстановления движения.

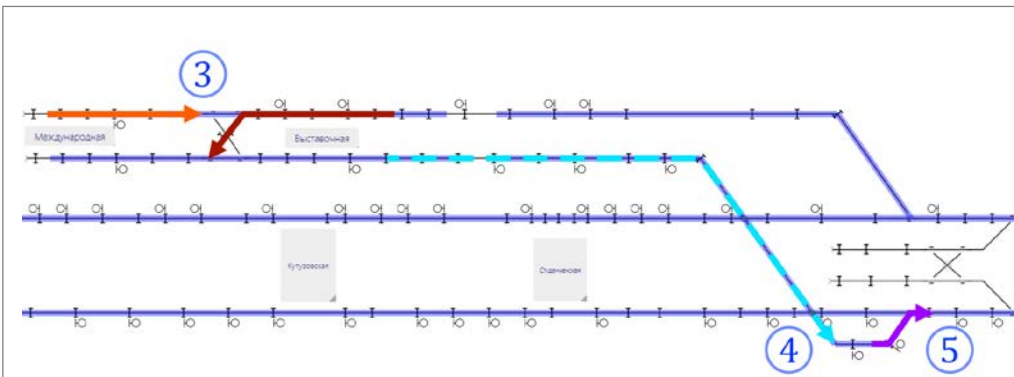


Лимитирующие элементы Филёвской линии



1. Наличие враждебного маршрута на станции Александровский Сад

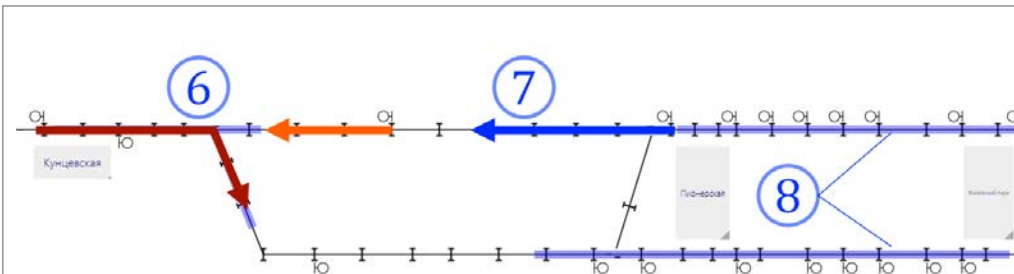
2. Зависимость устройств ЖАТ не позволяющая открыть светофор АС-402Г **(А)** до АС-404 **(Б)** с запрещающим показанием



3. Примыкание II главного пути участка Международная - Киевская к II главному пути участка Кунцевская - Александровский Сад

4. Продольный профиль II главного пути участка Международная – Киевская (подъем >40‰, огр. скорости – 50 км/ч)

5. Наличие враждебного маршрута на станции Международная



6. Наличие враждебного маршрута и путевое развитие станции Кунцевская

7. Протяженный участок удаления от станции Пионерская (~650 м)

8. Наличие постояннодействующих ограничений скорости



Лимитирующие элементы Филёвской линии

Преимущества систем интервального регулирования (АЛС-АРС, СВТС) при организации движения поездов



Снижение зависимости от лимитирующих элементов (враждебных маршрутов, устройств АБ), обеспечение интервала движения при существующих объемах



Минимизация времени восстановления межпоездного интервала в условиях возникновения внештатных ситуаций

Факторы, снижающие эффект от внедрения систем интервального регулирования (АЛС-АРС, СВТС)



Постояннодействующие инфраструктурные ограничения



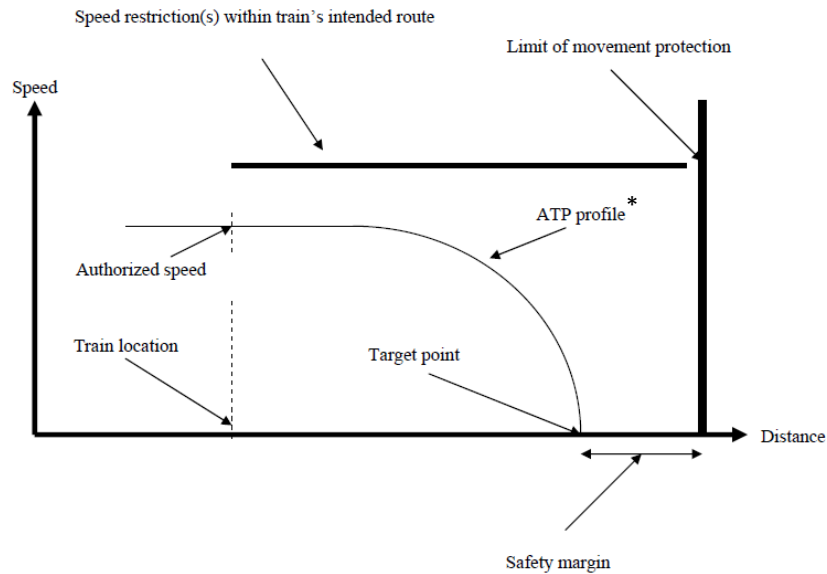
Невозможность развития инфраструктуры линии
Топология Филёвской линии

Спасибо за внимание!

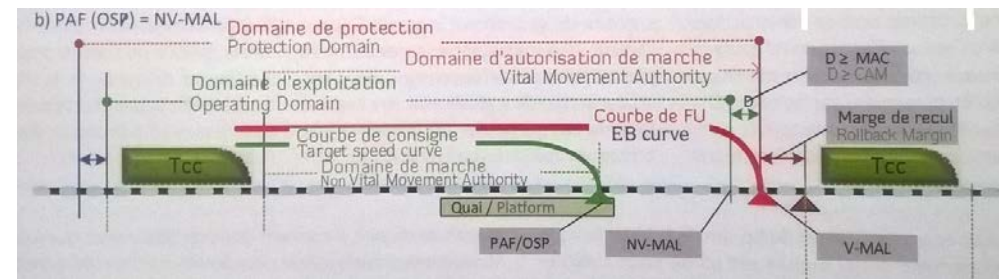
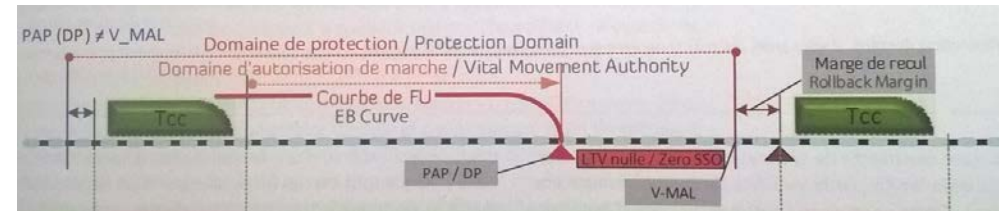


Приложение: Справочный материал по CBTC

IEEE Std 1474.3-2008
IEEE Recommended Practice for Communication-Based Train Control (CBTC)
System Design and Functional Allocations



*аналог APC



Domaine de protection	область защиты
Domaine d'autorisation de marche (V-MAL: Vital Movement Authority)	область разрешения движения
Domaine d'exploitation	область эксплуатации
Courbe de consigne	кривая предписанной скорости
Target speed curve	кривая предписанной скорости
Domaine de marche (NV_MAL: Non Vital Movement Authority)	область хода
Courbe de FU	кривая экстренного торможения
Marge de recul	граница отката
Tcc	поезд, передающий и получающий информацию, под контролем
LTV nulle / Zero SSO	временное ограничение нулевой скорости
Quai	станционная платформа
MAC: Marge d'anticollision	граница антистолкновения
PAF: Point d'Arrêt Fonctionnel	точка функциональной остановки
PAP: Point A Protégé	точка защиты

