



SIEMENS

Акционерное Общество
Русскихъ Электротехническихъ Заводовъ
СИМЕНСЪ и ГАЛЬСКЕ

Московский Государственный Университет Путей Сообщения (МИИТ) / 17-03-2017

«Высокоскоростное железнодорожное движение»

Цикл лекций президента «Сименс» в России Дитриха Мёллера

Содержание цикла лекций



- 08. 12. 2016 Общий обзор высокоскоростного движения, история развития и высокоскоростные поезда в Германии;
- 10. 02. 2017 Электрификация и электроснабжение;
- **17. 03. 2017 Системы автоматизации и связи;**
- 14. 04. 2017 Управление и финансирование проектов высокоскоростных магистралей ; проект-менеджмент и социально-экономические аспекты

A detailed historical illustration of a large industrial factory complex, likely the Siemens works in St. Petersburg, situated along a wide river. The scene is filled with numerous multi-story brick buildings with gabled roofs and many windows. A prominent tall chimney on the left side of the complex is emitting a plume of smoke. The river in the background is busy with several large sailing ships and smaller boats. The overall style is that of a 19th-century engraving or woodcut.

SIEMENS

Акционерное Общество
Русскихъ Электротехническихъ Заводовъ
СИМЕНСЪ и ГАЛЬСКЕ

Цикл лекций - «Высокоскоростное железнодорожное движение»

Железнодорожная автоматика и системы управления высокоскоростным движением

Содержание лекции



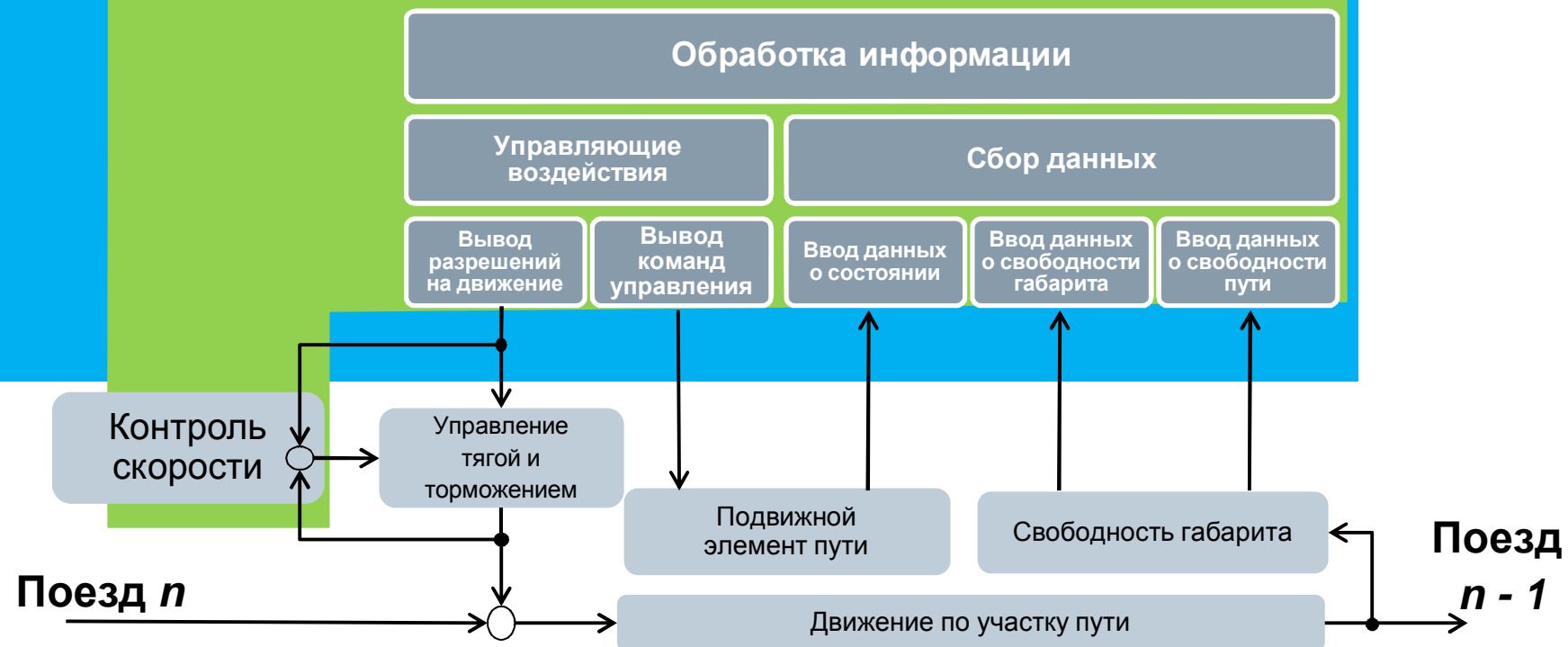
1. Системы железнодорожной автоматики и управления движением поездов – особенности высокоскоростного движения
2. Краткий обзор систем СЦБ и АЛС применяемых на линиях с высокоскоростным движением
3. ERTMS – европейская система управления движением
4. Системы связи
5. Напольное оборудование ЖАТ для высокоскоростного движения
6. Особенности проектирования и реализации систем ЖАТ для ВСМ
7. Примеры реализованных проектов
8. Перспективы реализации инновационной системы управления движения на Российских ВСМ
9. Заключение

Системы железнодорожной автоматики и управления движением поездов



Система управления движением

Система ЖАТ



Обеспечение безопасности на железных дорогах



Характеристики железнодорожной системы

Низкий коэффициент трения → длинный тормозной путь

Направление в рельсовой колее

Опасности

Столкновения

Сходы

с ТС,
пересекающими
пути

с объектами
окружающей
среды

с ж.д. подвижным составом

на участках с
подвижными
элементами пути

на непрерывных
участках пути

Функции защиты

на переездах

от объектов
окружающей
среды

при
попутном
следовании

при
встречном
следовании

от
боковых
наездов

на подвижных
элементах пути

Ограничен.
скорости

контроль и
управление
скоростью

Примеры применения

системы определения свободы габарита

замыкание стрелок и контроль за их положением

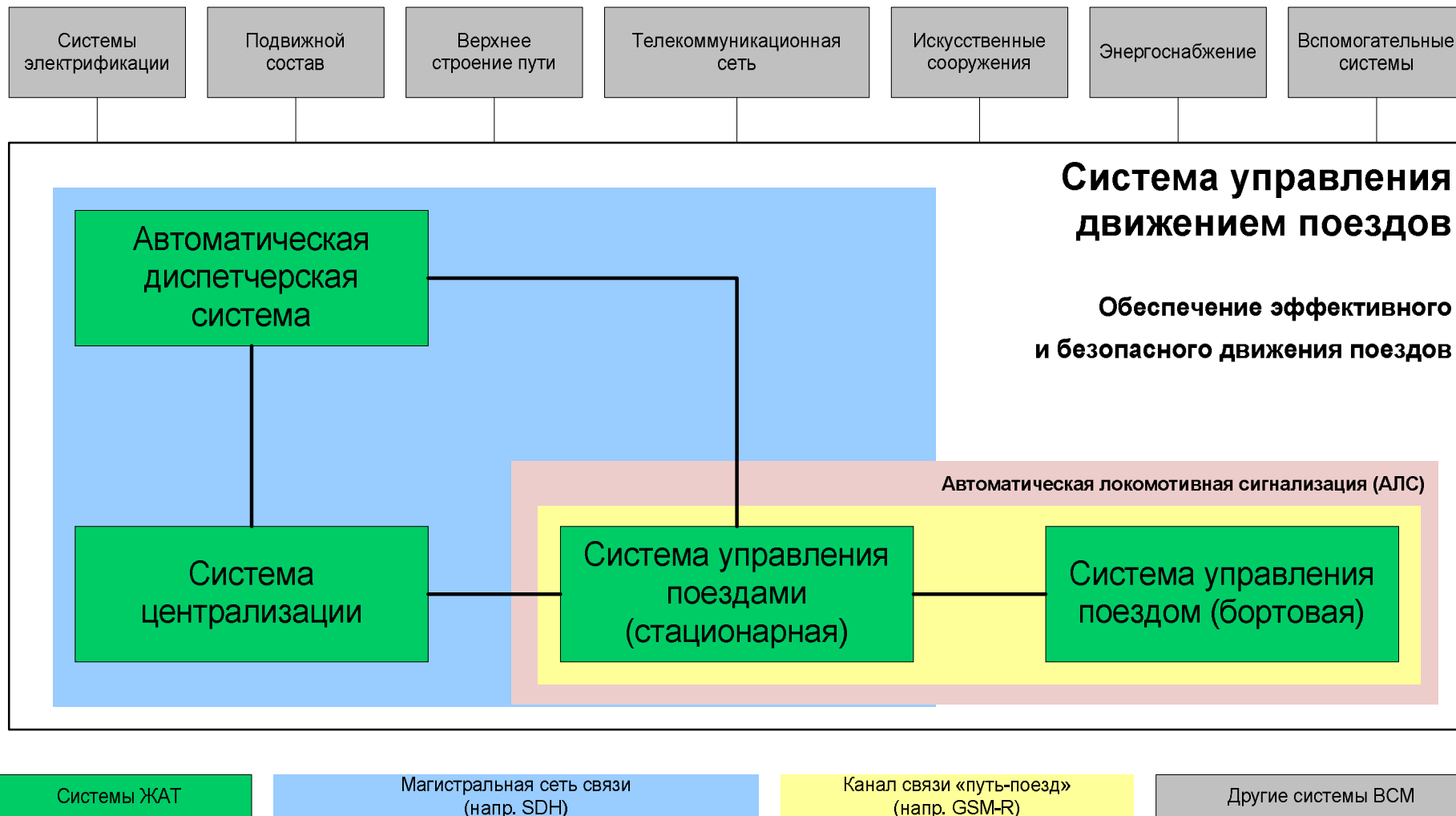
ж.д. переезды

системы блокировки

централизация маршрутов

ЛОКОМОТИВНАЯ
СИГНАЛИЗАЦИЯ

Системы железнодорожной автоматики и управления движением поездов в контексте систем высокоскоростного движения



Особенности высокоскоростного движения, влияющие на безопасность, требуют специальных решений ЖАТ

Тормозной путь поезда >1500 м

Плохое восприятие показаний путевых светофоров машинистом на скорости >200 км/ч

Высокая скорость → **ограниченное время реакции** на опасную ситуацию

Верхнее строение пути ВСМ:

- Бесстыковые рельсы
- Бетонная (безбалластная) основа
- Эстакады

Пологие стрелочные переводы для ВСД

- длина и масса острияков, подвижный сердечник
- силы, воздействующие на подвижные части

Высокоскоростной подвижной состав

- Электромагнитные / вихретоковые тормоза
- Канализация обратного тягового тока

Автоматическая локомотивная сигнализация

- контроль скорости
- автоматическое управление торможением
- непрерывный обмен информацией между поездом и инфраструктурой

Совместимость напольных устройств ЖАТ с ВСП (напр. сопротивление балласта, компактность)

Специальные сложные системы перевода, запирающие и контроля стрелок

Помехоустойчивость напольных устройств и устройств АЛС



Особенности высокоскоростного движения, влияющие на безопасность требуют специального подхода к решениям ЖАТ

Опасные отказы техники

Терроризм, криминал, вандализм

Природные явления (гроза, землетрясения, наводнения, сели, обвалы)

Человеческий фактор

Высокая скорость → ограниченное время реакции на опасную ситуацию

Комплексная верифицированная концепция «отказоустойчивости» систем на всех стадиях жизненного цикла:

- применение специальных **процессов разработки и проектирования;**
- **критических систем на основе модели рисков;**
- **увязка с другими системами безопасности;**
- **обеспечение кибербезопасности;**
- **автоматизированная диагностика систем и устройств, авт. контроль и учет проведения плановых работ;**
- **высокая степень автоматизации работы диспетчера, машиниста, системы поддержки принятия решений;**
- **обучение персонала;**

Быстродействие систем
 скорость передачи данных, электромеханика, электроника



Пример 1: Железнодорожная катастрофа на ВСМ г. Вэньчжоу (Китай)

Столкновение
поездов

Описание аварии

- 23.07.2011 Столкновение двух высокоскоростных поездов на участке
- Погибли 39 человек, 210 ранены

28.07.2011 были опубликованы текущие результаты расследования:

- Сбой системы сигнализации и блокировки в результате удара молнии – остановка первого поезда системой АЛС;
 - Продолжение движения первого поезда на станцию по приказу во вспомогательном режиме;
 - Индикация ложной свободности занятого первым поездом участка;
 - Выдача разрешающего сигнала для проследования следующего поезда на фактически занятый участок;
- Столкновение на скорости около 100 км/ч, сход и падение нескольких вагонов с путевой эстакады



Фото: Wikipedia

Детали: Основная причина аварии – опасный отказ в системах ЖАТ

Опасный отказ: перегорание предохранителей устройств ввода-вывода в централизации и привело к **ложной свободности рельсовой цепи** на которой находился первый поезд

Второй отказ (безопасный): повреждение CAN-шины системы телеуправления привел к логической занятости участка перед поездом и его остановке системой АЛС (система CTCС-2)

Человеческий фактор: Длительное согласование дальнейших действий машиниста с дежурным привело к задержке поезда на поврежденном блок-участке до момента столкновения со следующим поездом, который не удалось вовремя предупредить об опасности

Пример 2: Железнодорожная катастрофа на ВСМ г. Сантьяго-де-Компостелла (Испания)

Сход поезда
с рельсов

Описание аварии

24 июля 2013 г. Сход с рельсов

высокоскоростного поезда у станции
Сантьяго-де-Компостелла

79 человек погибли и более 140 получили ранения.

- Причиной катастрофы стало более чем двукратное превышение скорости поезда при прохождении кривого участка пути (около 200 км/ч вместо разрешённых здесь 80 км/ч).
- Первая кривая после 80-км прямого скоростного участка с максимальной разрешённой скоростью 200 км/ч.

Детали: Основная причина аварии – человеческий фактор

- Авария произошла на участке где происходит переход с системы ETCS L1 к системе **ASFA** (точечная АЛС с контролем прохождения запрещающего сигнала, **без контроля скорости**)
- Ни поезд, ни участок в месте аварии не был оборудован ETCS и следовал под контролем системы **АЛС ASFA** – контроль за соблюдением скорости осуществляется в этом режиме **исключительно машинистом**
- Машинист поезда признался, что двигался в момент аварии со скоростью 190 км/ч. Информация с бортового самописца подтверждает его слова.
- Против машиниста возбуждено уголовное дело.



Фото: Wikipedia

Железнодорожная катастрофа в Баварии

Перегон Бад Айблинг - Кольбермоор (Германия)

Столкновение поездов

Описание аварии

9 февраля 2016 г., около 6ч 45 м

Лобовое столкновение двух поездов на однопутном перегоне Бад Айблинг–Кольбермоор

11 человек погибли и более 80 раненых.

Расследование причин катастрофы

- Машинисты обоих поездов погибли
- Прокуратора инициировала расследование
- Бортовые и постовые протоколирующие устройства отправлены на экспертизу
- Множество спекуляций в СМИ по поводу возможных причин аварии
- Обсуждаются как варианты отказа техники, так и человеческий фактор

Некоторые факты

- Столкновение двух поездов «Меридиан» частного регионального оператора произошло на малоинтенсивном однопутном перегоне:
 - Допустимая скорость макс. 120 км/ч (в месте катастрофы 100 км/ч)
 - Полуавтоматическая блокировка с АЛСТ – PZB90, передающим показание светофоров в поезд
 - Контроль скорости и торможение осуществляется бортовой системой
 - Станции оборудованы релейной ЭЦ типа **SpDrS60** – самая массовая ЭЦ на сети Дойче Бан
- Поезд следовавший со станции Кольбермоор имел опоздание 4 минуты
- ПТЭ Германии допускают отправление поезда на однопутный перегон включением пригласительного сигнала (ответственная команда в ЭЦ) или по приказу ДСП при соблюдении определенных условий
- Проследование запрещающего показания светофора возможно при нажатии специальной кнопки машинистом (ответственная команда) и с макс. 40 км/ч



Фото: Tagesschau.de



Фото: Википедия

Индуктивный датчик PZB90 «Индузи»

Фото: Tagesschau.de и Wikipedia

Безопасность пассажирского ж/д транспорта

Сравнение с другими транспортными средствами

Статистика Европейского железнодорожного агенства (ERA)
за период 2008-2012 по 27 странам ЕС*

Вид транспорта	Риск смертельного исхода на 1 млрд. пассажиро-километров
Воздушный транспорт	0,06
Ж/д транспорт	0,13
Автомобиль	3,14
Автобусный транспорт	0,20

Информация Европейского совета по транспортной безопасности (ETSC):

- Более 97% аварий на транспорте со смертельным исходом происходит на автодорогах – это более чем в 100 раз больше чем на всех остальных видах транспорта вместе взятых
- Путешествие поездом является намного безопаснее путешествия самолетом если исходить из времени нахождения в пути: 2 смертельных исхода на ж/д против 16 воздушным транспортом на 100 млн. пассажиро-часов
- Безопасность путешествий поездом на расстояния **менее 600 км значительно выше** чем при перелетах

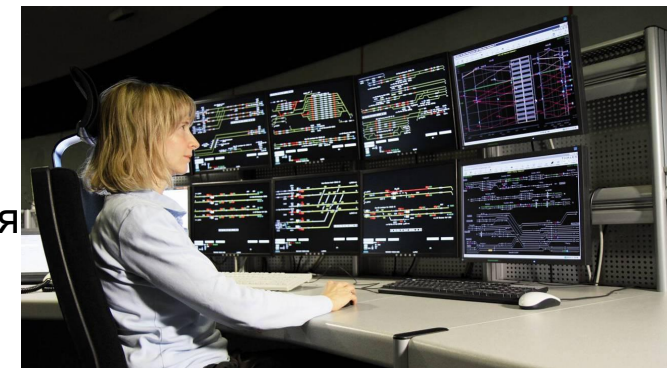
*ERA - «Отчет о развитии ж/д безопасности в Европейском Союзе», май 2014 г.



Требования к системам управления и ЖАТ для ВСМ

Производительность и эффективность

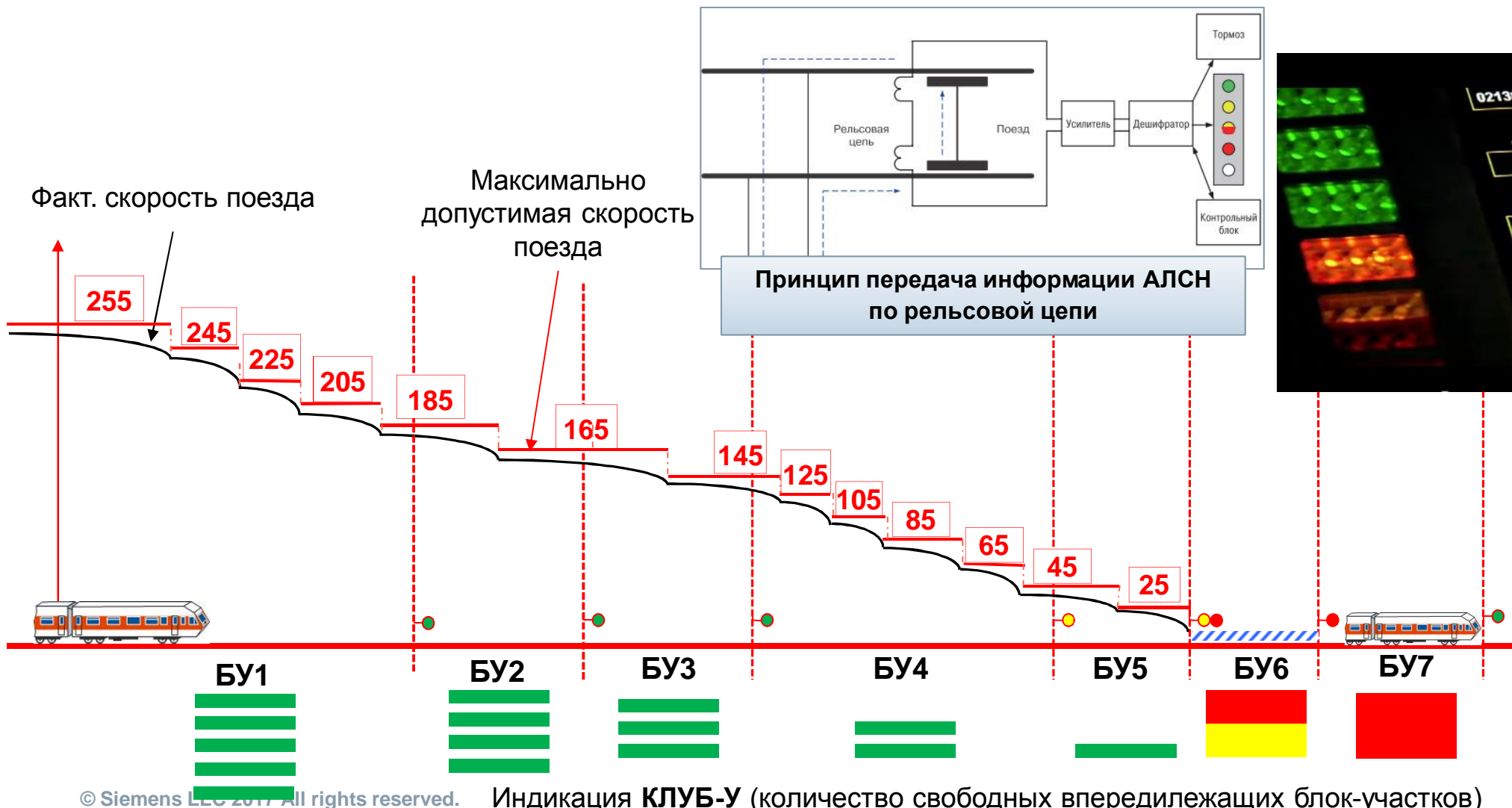
- **Высокий уровень централизации** позволяет управлять и обслуживать участки удаленные от поста централизации на 100 км и более, что позволяет экономию капитальных и эксплуатационных затрат
- **Высокая степень автоматизации и применение информационных технологий**
 - применение цифровых каналов обмена данных сокращает стоимость и открывает новые функциональные возможности
 - повышает уровень безопасности, сводя к минимуму человеческий фактор
 - позволяет эффективно использовать эксплуатационный персонал, освобождая от рутинных работ
 - понижает ресурсные затраты, напр., на тяговую энергию или износ рельсов и колесных пар, исключая лишние торможения (благодаря **автоведению поезда** и интеллектуальному **автодиспетчеру**)
- Современное высоконадежное недорогое в приобретении, обслуживании оборудование
- Инновационные принципы сигнализации и блокировки, такие как передача разрешения на движение по радиоканалу и „**подвижные блок-участки**“, позволяют значительно увеличить производительность линии там где это необходимо



Содержание лекции



0. Краткое содержание предыдущей лекции
1. Системы железнодорожной автоматики и управления движением поездов – особенности высокоскоростного движения
- 2. Краткий обзор систем СЦБ и АЛС, применяемых на линиях с высокоскоростным движением**
3. ERTMS – европейская система управления движением
4. Системы связи
5. Напольное оборудование ЖАТ для высокоскоростного движения
6. Особенности проектирования и реализации систем ЖАТ для ВСМ
7. Примеры реализованных проектов
8. Перспективы реализации инновационной системы управления движения на Российских ВСМ
9. Заключение

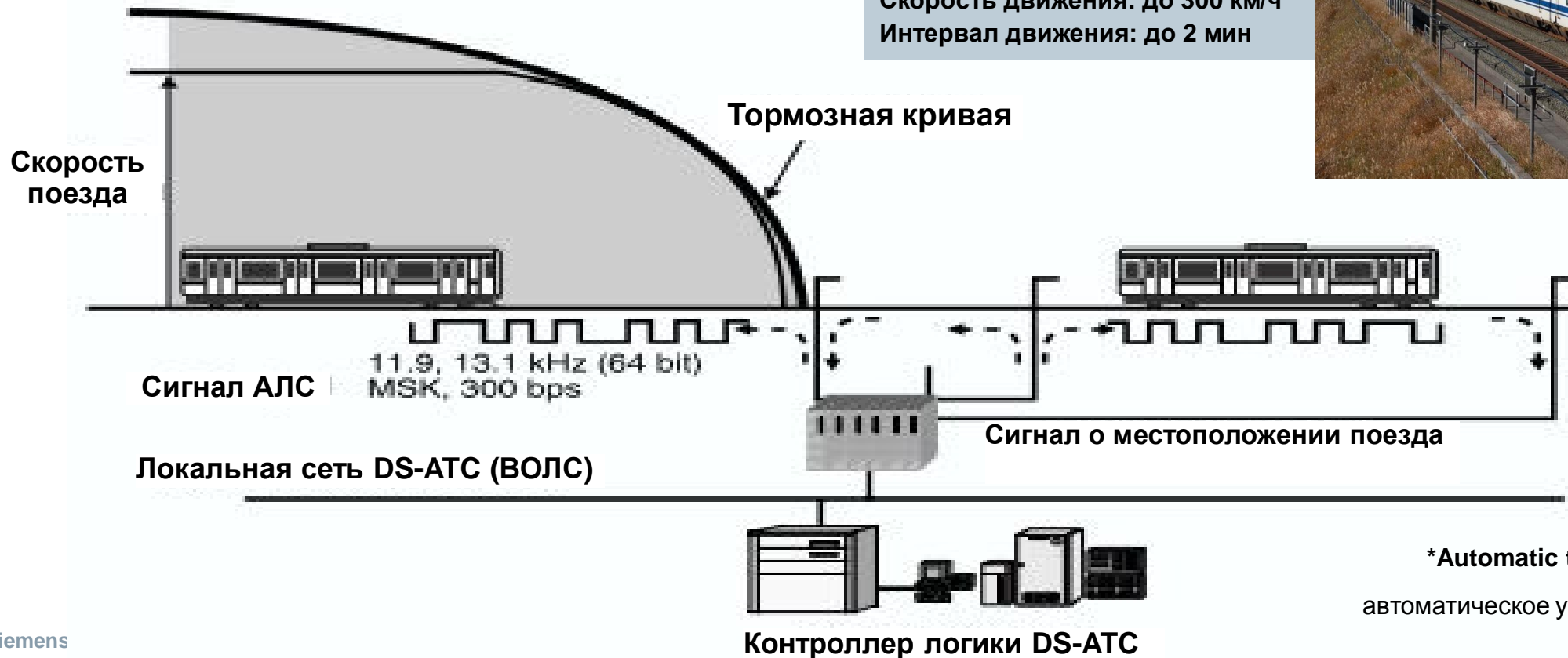


Напольное оборудование АЛС-ЕН

Digital ATC

Система АЛС на высокоскоростных линиях Синкансен – Япония

Digital ATC* – последнее поколение АЛС для высокоскоростных поездов Синкансен
 Скорость движения: до 300 км/ч
 Интервал движения: до 2 мин



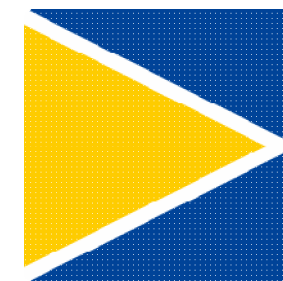
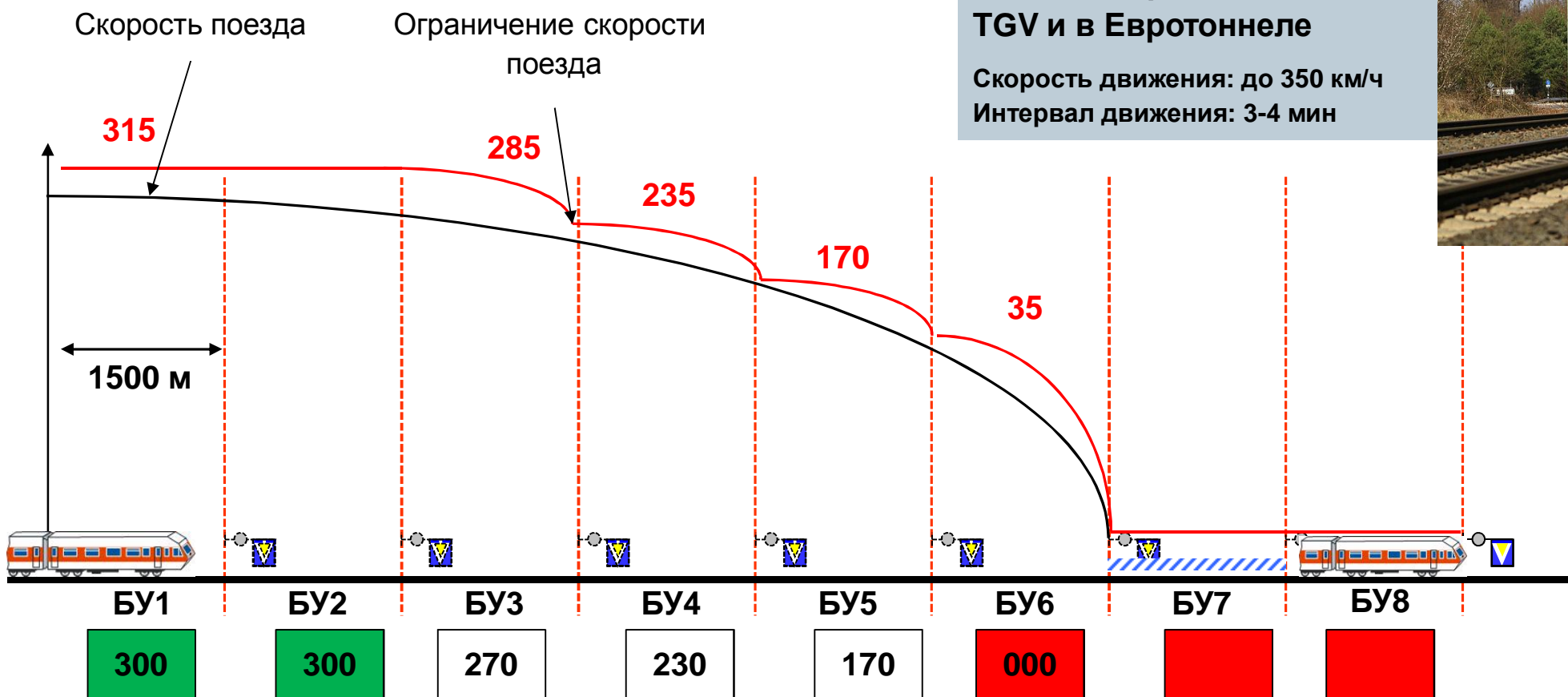
*Automatic train control –
 автоматическое управление поездом

TVM

Система АПС на высокоскоростных линиях TGV – Франция (и другие)

TVM* 430 – последнее поколение TVM для высокоскоростных поездов TGV и в Евротоннеле

Скорость движения: до 350 км/ч
Интервал движения: 3-4 мин



Знак «Граница блок-участка»

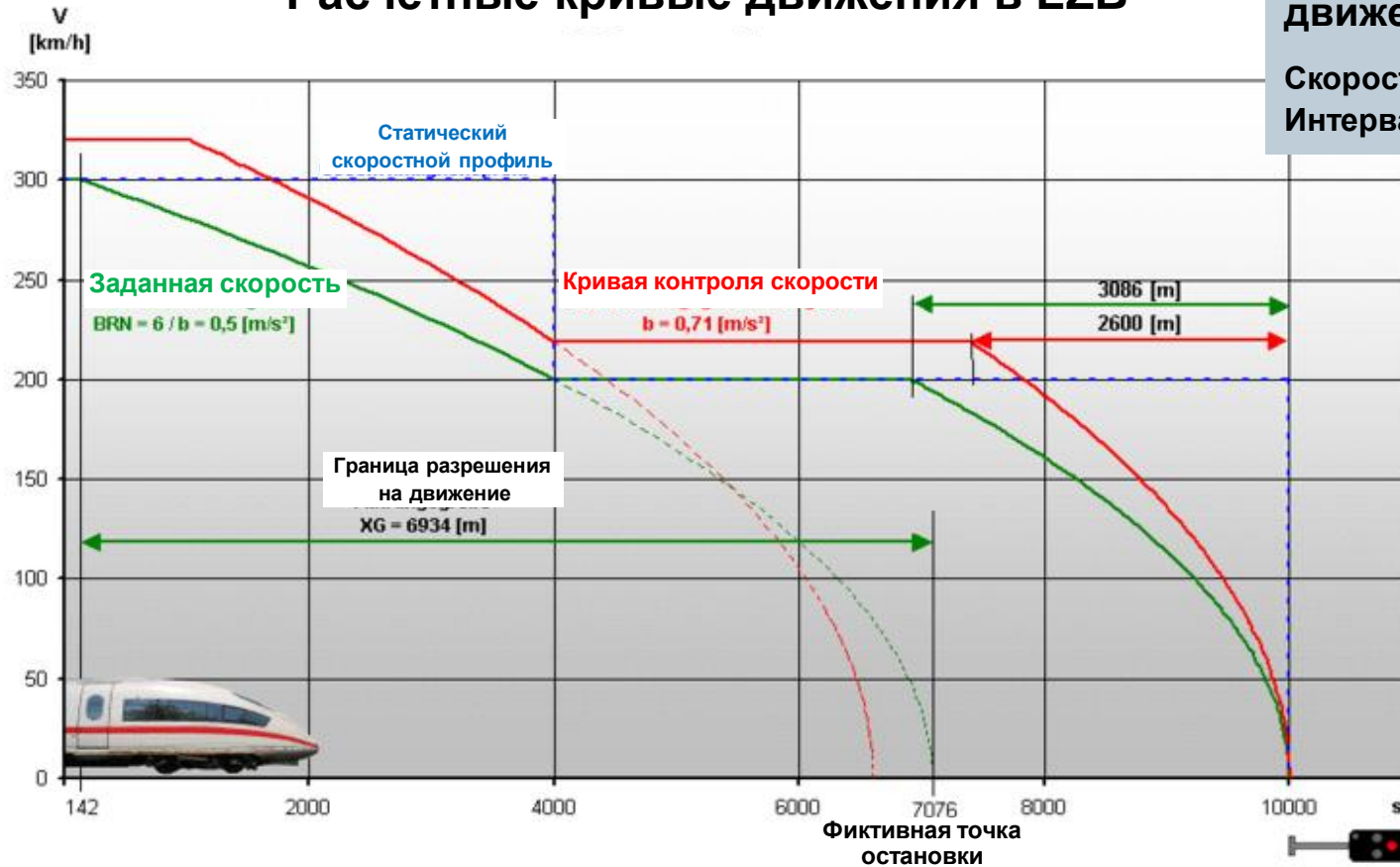
*Transmission Voie-Machine

– передача путь-поезд

LZB

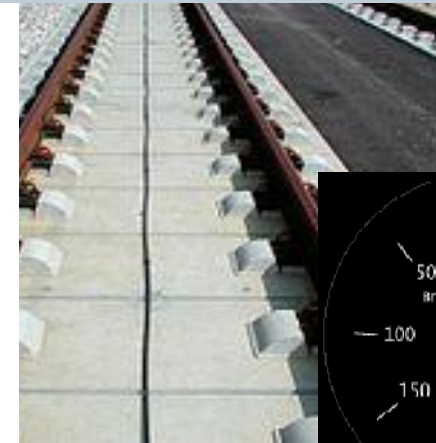
Система АЛС на линиях ВСМ – Германия / Австрия / Испания

Расчетные кривые движения в LZB



LZB* – одна из самых первых систем АЛС для скоростного движения

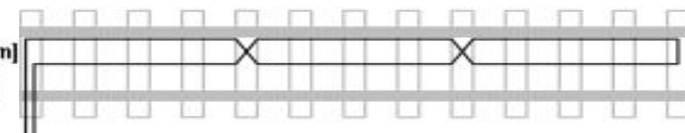
Скорость движения: до 300 км/ч
Интервал движения: до 2 мин



Расстояние до цели в км

Скорость у цели

Актуальная и заданная скорость



*Linienzugbeeinflussung – линейное управление поездом

Содержание лекции



0. Краткое содержание предыдущей лекции
1. Системы железнодорожной автоматики и управления движением поездов – особенности высокоскоростного движения
2. Краткий обзор систем СЦБ и АЛС применяемых на линиях с высокоскоростным движением
3. **ERTMS – европейская система управления движением**
4. Системы связи
5. Напольное оборудование ЖАТ для высокоскоростного движения
6. Особенности проектирования и реализации систем ЖАТ для ВСМ
7. Примеры реализованных проектов
8. Перспективы реализации инновационной системы управления движения на Российских ВСМ
9. Заключение

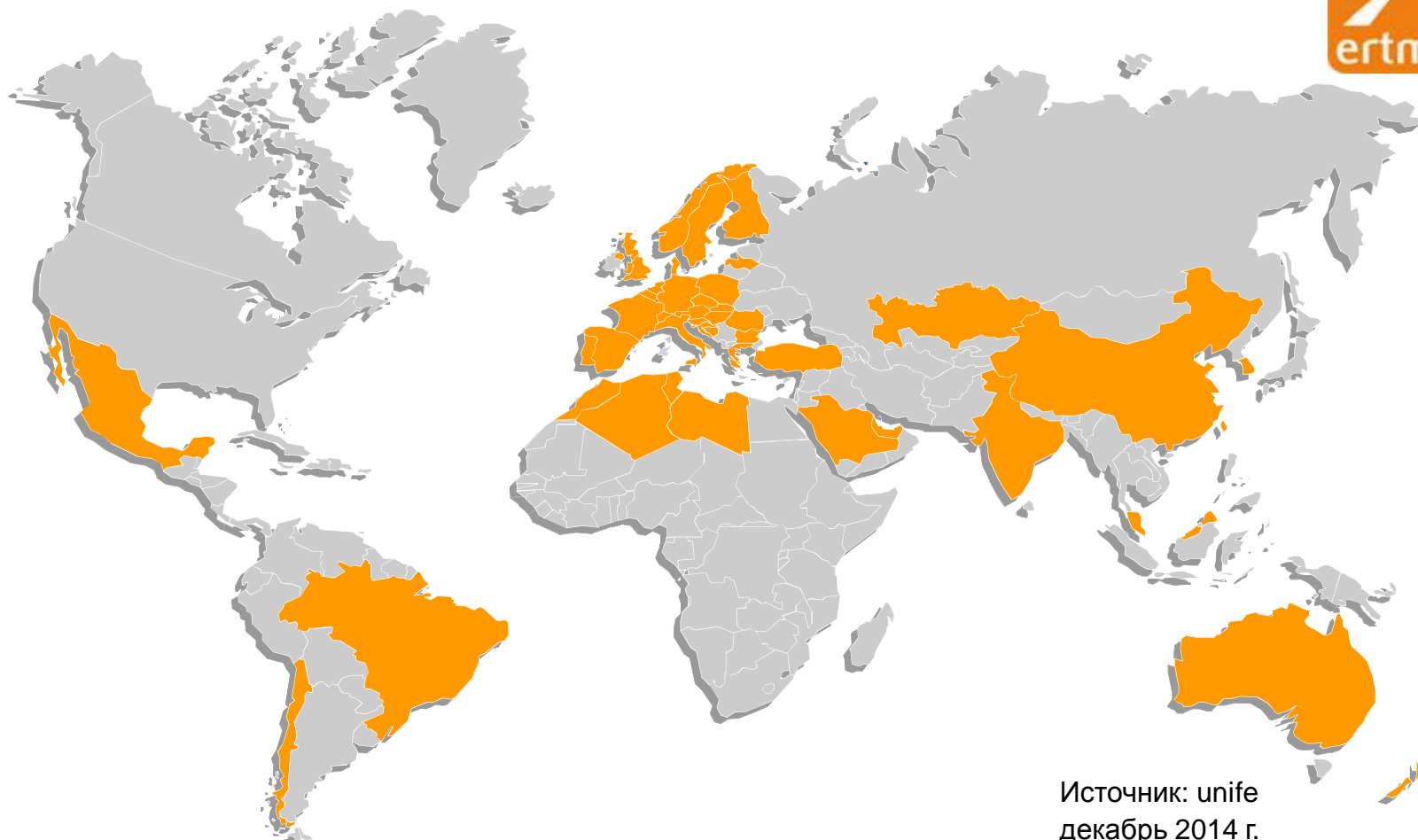
Европейская система управления движением – ERTMS как эффективная и безопасная система для ВСД

- **Принятый международный стандарт**, нацеленный на интероперабельность, рост эффективности ж/д перевозок, снижение стоимости жизненного цикла оборудования
- **Увеличение пропускной способности** до 40%
двусторонний непрерывный обмен данными, возможность движения по “подвижным блок-участкам” (ETCS L3)
- **Увеличение скорости движения**
спецификация рассчитана на скорости движения до 500 км/ч
- **Повышение надежности**
ERTMS позволяет увеличить надежность и пунктуальность перевозок
- **Снижение эксплуатационных расходов**
уменьшение количества напольного оборудования ЖАТ
- **Свободный доступ для поставщиков**
открытый стандарт – увеличение конкуренции на рынке поставщиков
- **Повышение безопасности**
Наивысший уровень безопасности SIL4 по CENELEC



Европейская система управления движением – ERTMS утверждается как стандарт для ВСД по всему миру

Страны с реализованными или реализуемыми
проектами по внедрению ERTMS

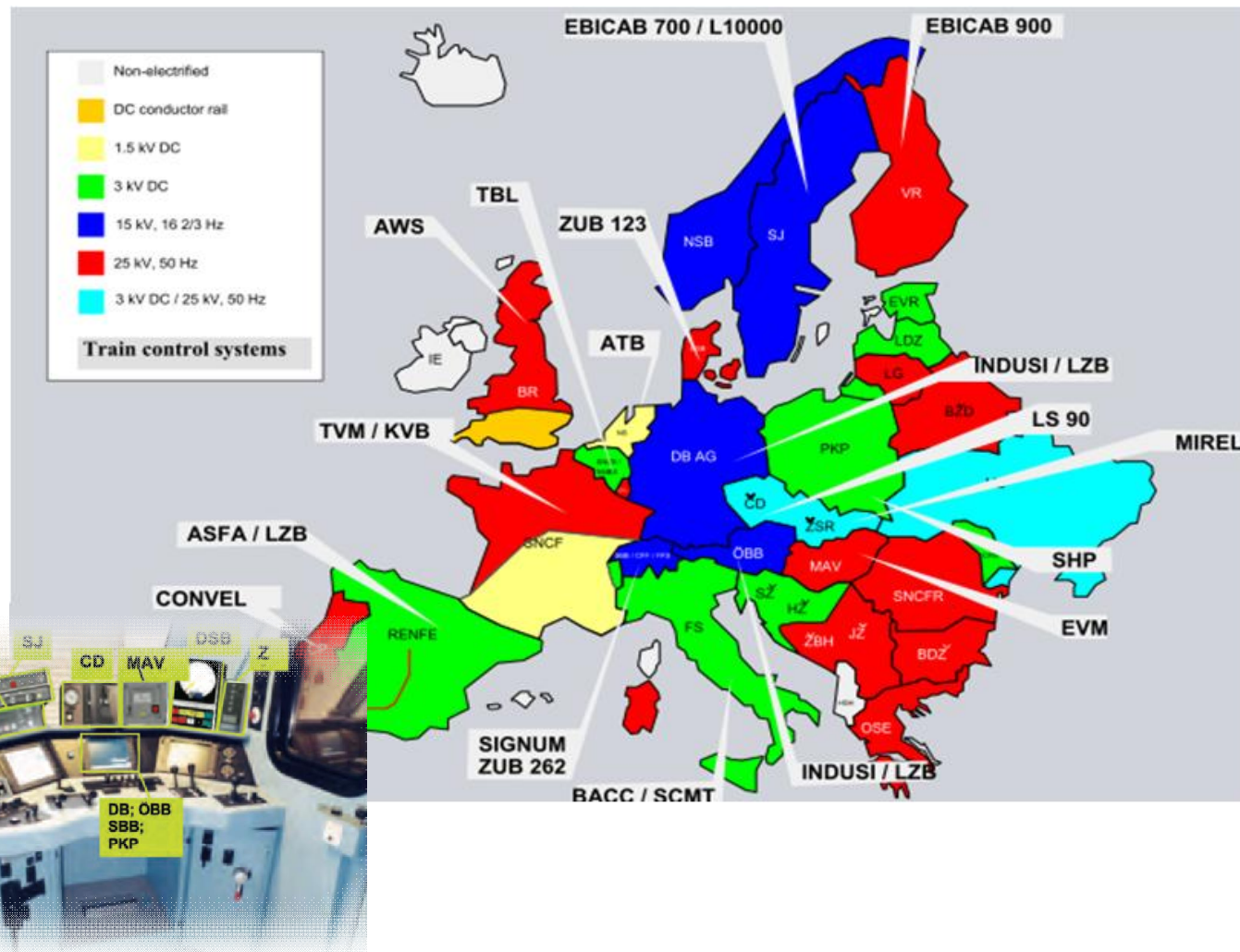
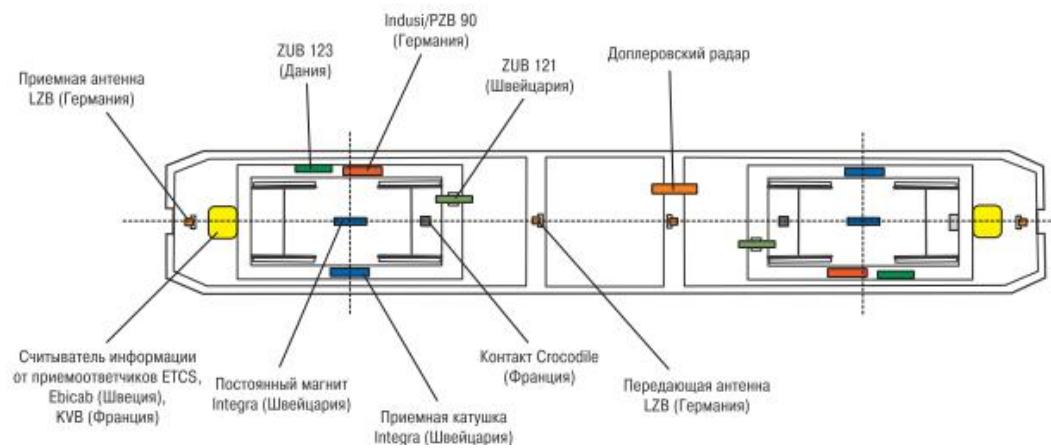


Источник: unife
декабрь 2014 г.

- Общая протяженность линий, оснащенных ERTMS более **80.000 км** (включая реализуемые проекты)
- Более **120** линий - ВСМ (>200 км/ч)
- Более **11.000** единиц подвижного состава во всем мире оборудованы системами **ERTMS**



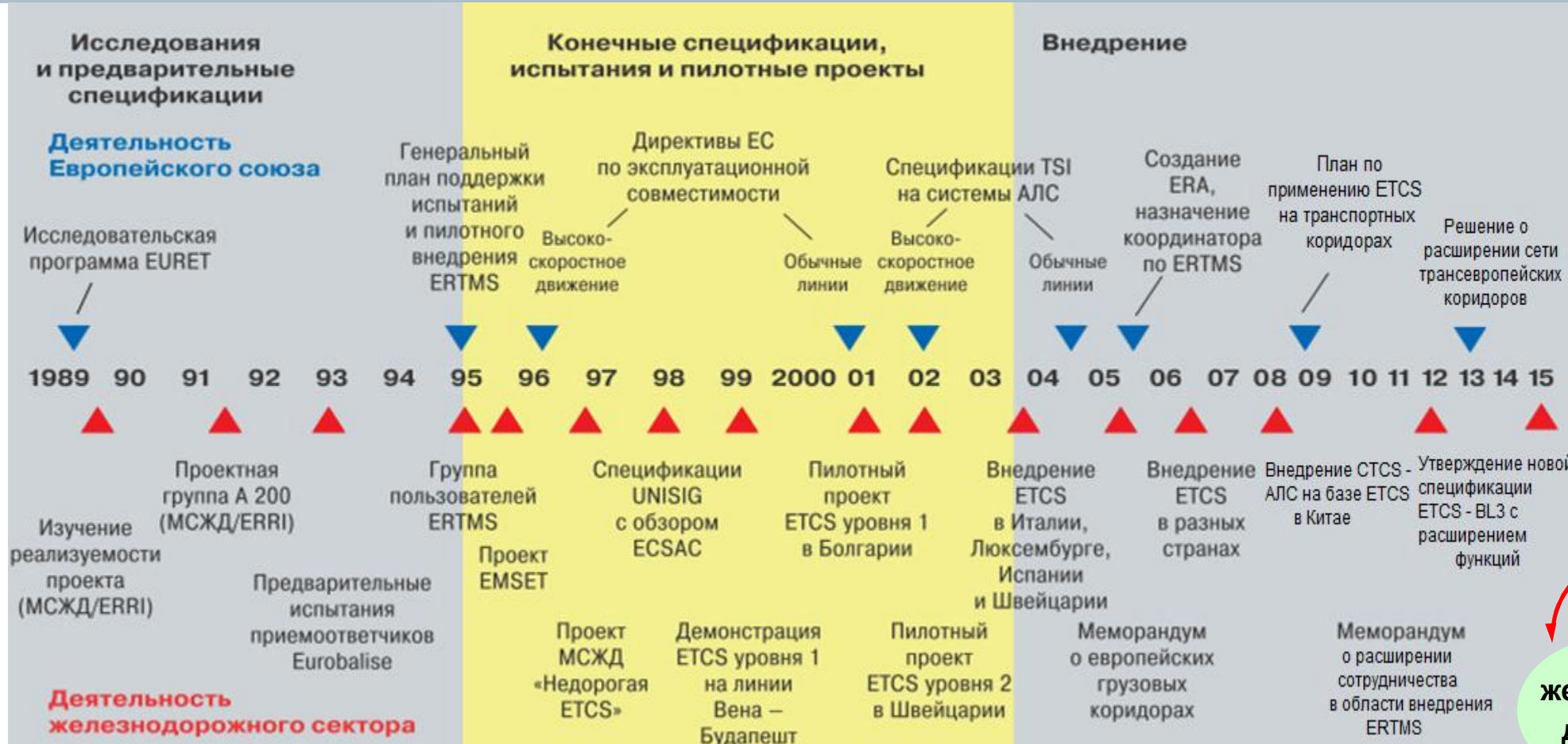
Гармонизация систем управления в Европейском Союзе



Пример кабины европейского мультисистемного локомотива

Европейская система управления движением – ERTMS

История развития



ERRI — Европейский институт железнодорожных исследований;

ERA — Европейское железнодорожное агентство;

EMSET — проект тестирования бортового оборудования ETCS на линии Мадрид — Севилья;

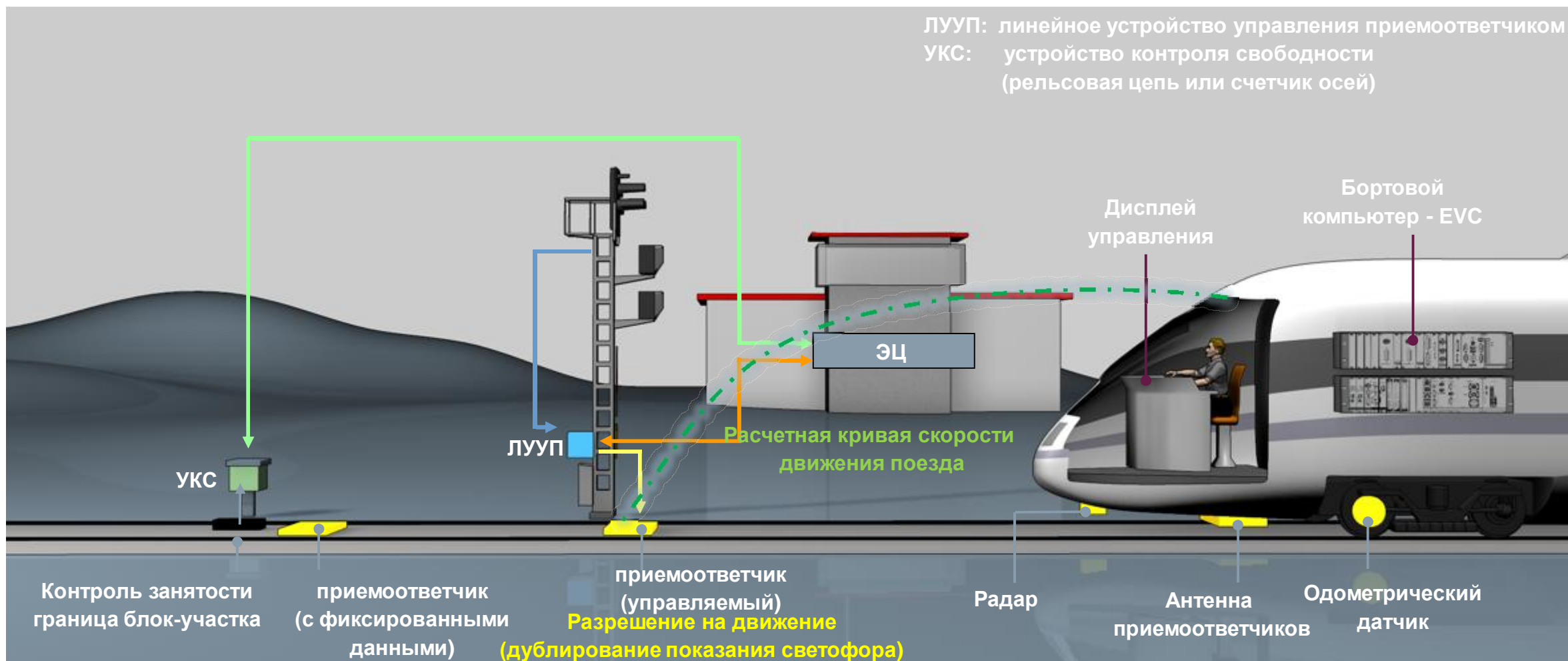
ECSAC — группа приемки базовых спецификаций UNISIG (образована железными дорогами, входящими в группу пользователей системы ERTMS)



ERTMS – это результат более 25 лет работы, научных исследований, опытных разработок и спецификаций

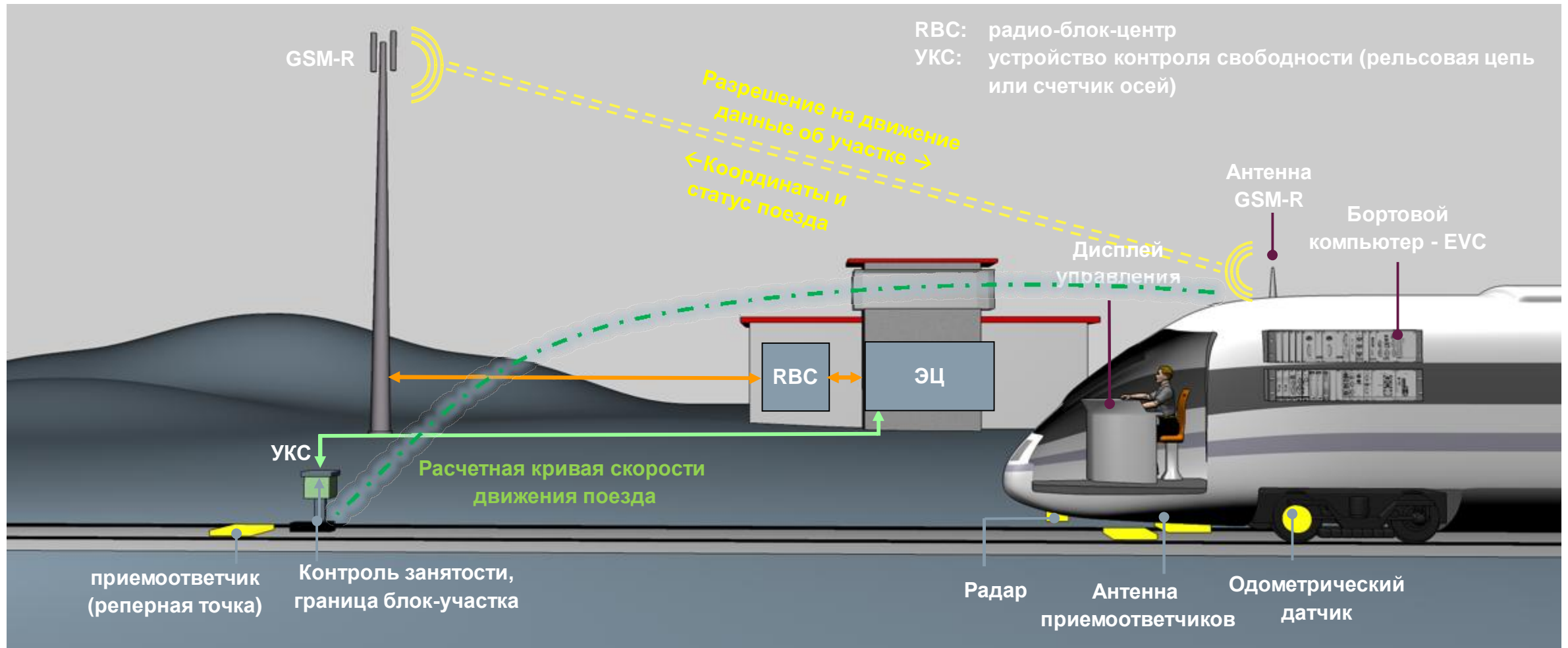
ETCS Уровень 1

Управление движением поезда с точечной передачей данных посредством приемоответчиков



ETCS Уровень 2

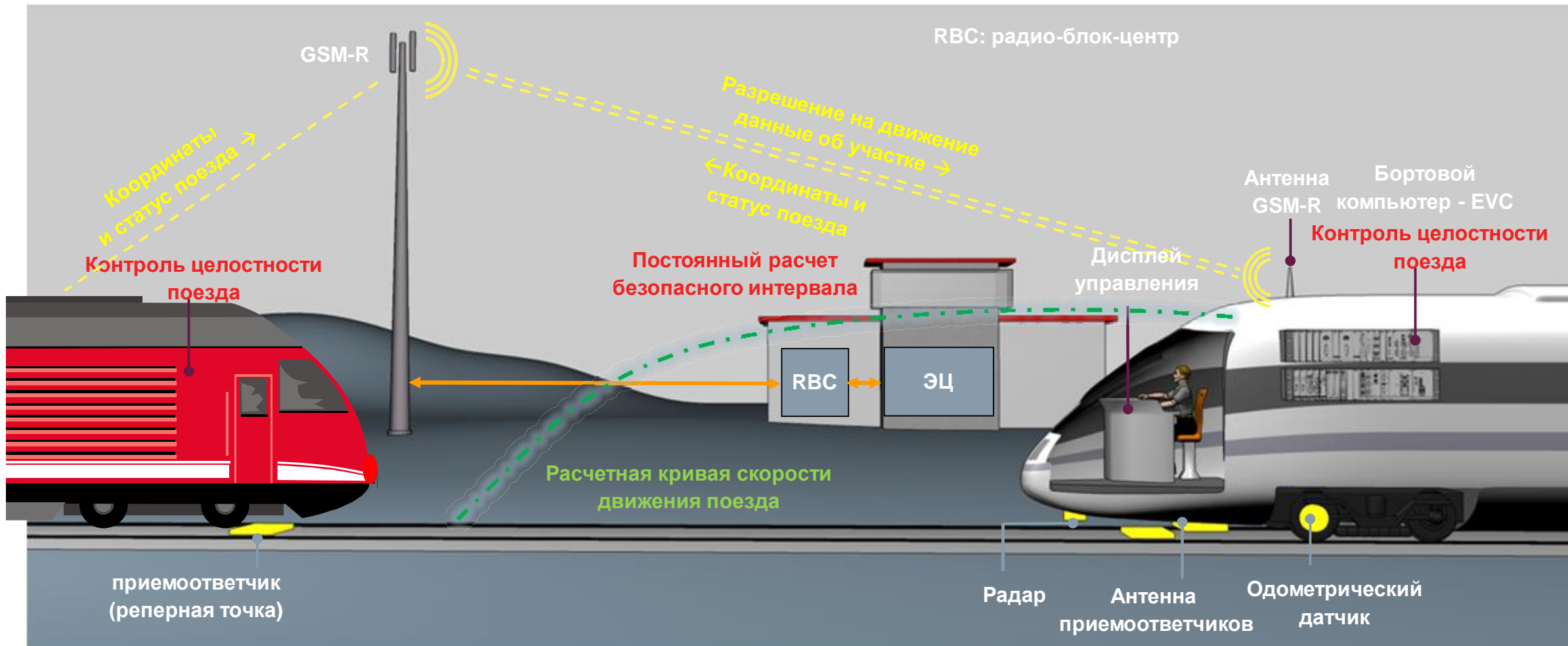
Непрерывное управление движением по радио-каналу GSM-R



ETCS Уровень 3

Непрерывное управление движением по радио-каналу GSM-R

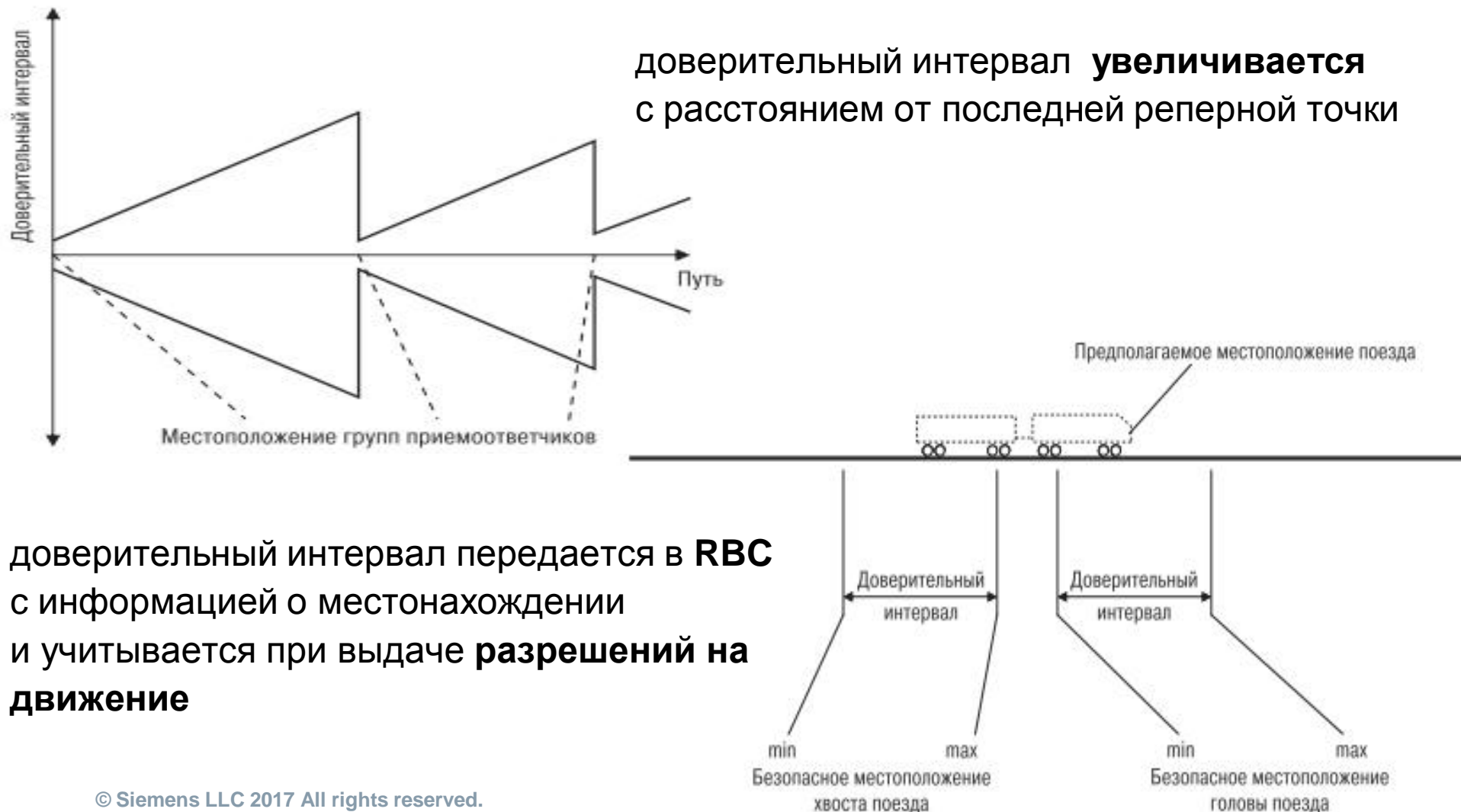
Без применения устройств контроля свободы и фиксированных блок-участков



ETCS – принцип действия

Определение местонахождения поезда

доверительный интервал **увеличивается** с расстоянием от последней реперной точки

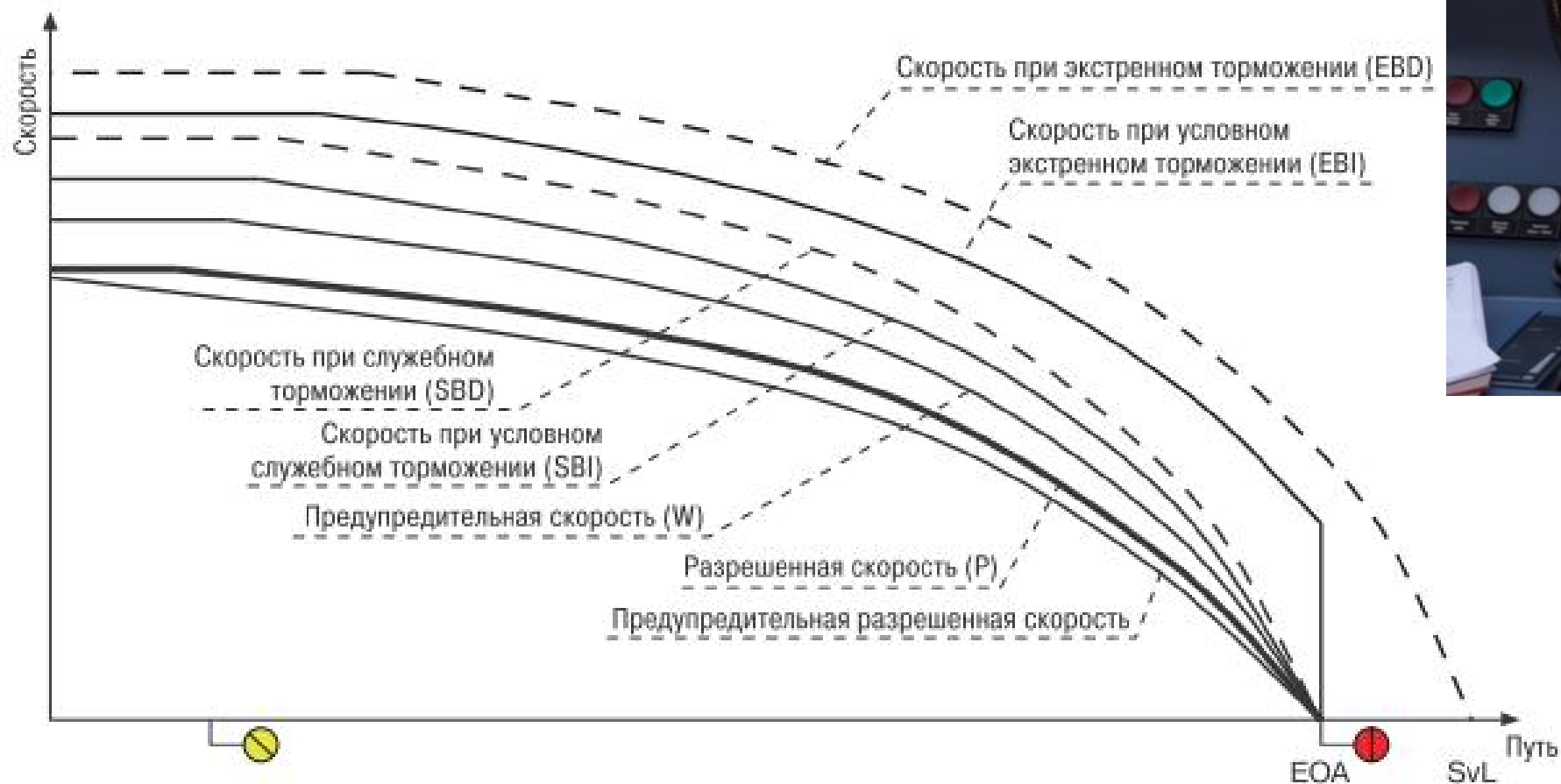


доверительный интервал передается в RBC с информацией о местонахождении и учитывается при выдаче **разрешений на движение**



Принцип действия

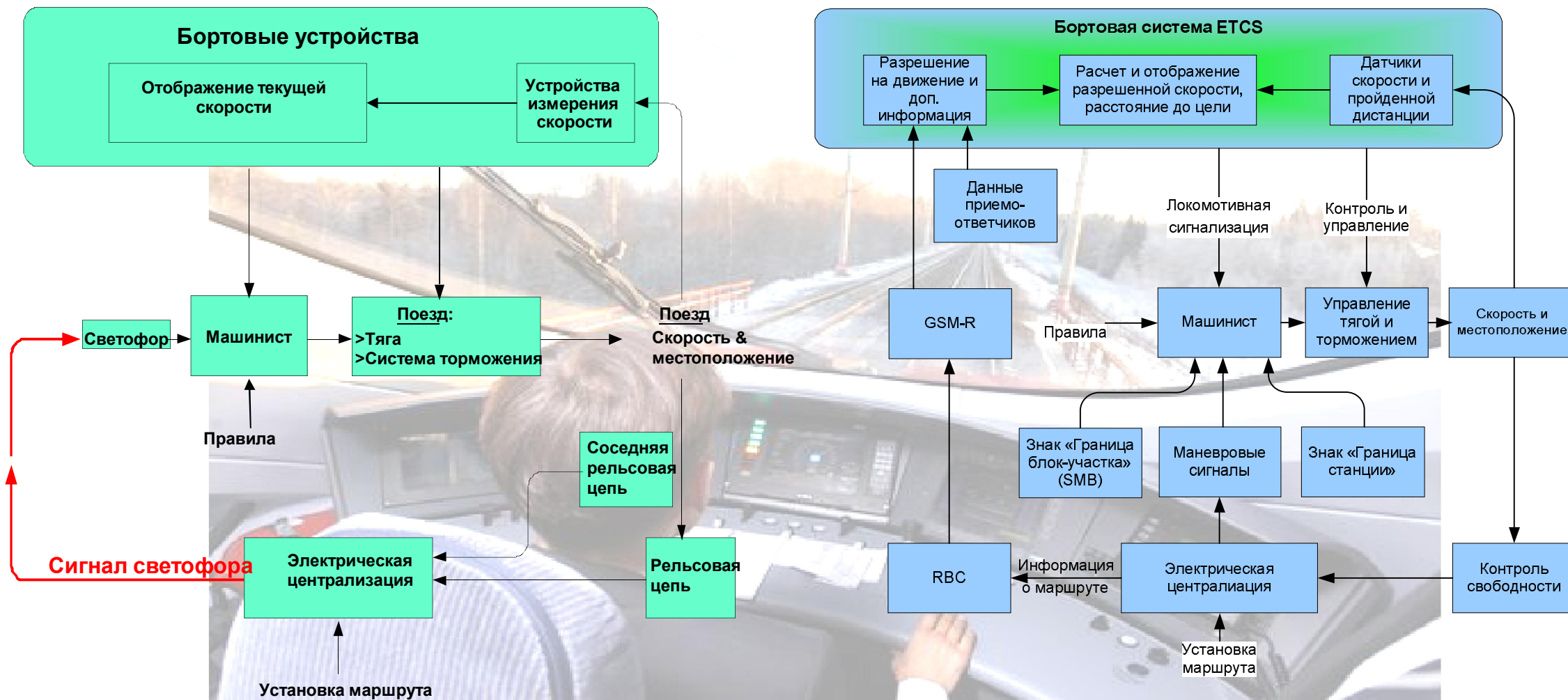
Разрешение на движение / контроль скорости на поезде



Принцип действия

Взаимодействие «Машинист – Поезд»

Сравнение: движение по сигналам светофоров – движение в режиме ETCS



Основные функции

	← Совместимость бортовых систем		
	ETCS Ур. 1	ETCS Ур. 2	ETCS Ур. 3
Напольные светофоры	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Напольный контроль свободности участков	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Необходимость проверки целостности поезда	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Подвижные блок-участки	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Приемопередатчики в качестве реперных точек	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Локомотивная сигнализация	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Непрерывный контроль скорости	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Точечная передача данных	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Непрерывная передача данных	<input type="checkbox"/> Опционально по шлейфу	<input checked="" type="checkbox"/> GSM-R	<input checked="" type="checkbox"/> GSM-R
Возможность передачи информации о смене сигнального показания до конца блок участка	<input checked="" type="checkbox"/> приемопередатчики, щлейфы	<input type="checkbox"/> GSM-R	<input type="checkbox"/> GSM-R

Устройство контроля целостности поезда на поездах с локомотивной тягой „End-of-Train Device“ в ETCS L3

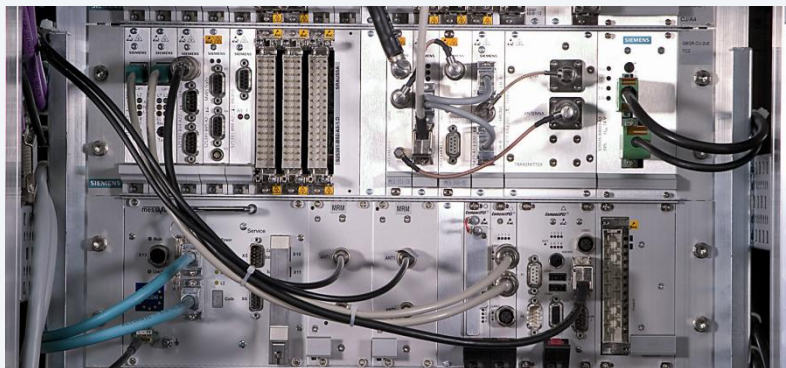


Бортовое оборудование ETCS

На примере системы Trainguard 200

Бортовой компьютер – EVC*

*European Vital Computer – Европейский «безопасный» компьютер



- **Контроль за безопасным движением** поезда в соответствии с полученным разрешением на движение и установленным режимом.
- Связь с системой управления тягой и торможением по шине **MVB**
- Модуль связи по радио-каналу **GSM-R** и протоколу **Euroradio**
- Диагностика и надежное, защищенное протоколирование всех необходимых параметров (**бортовой самописец**)
- Возможность интеграции модулей **национальных систем** сигнализации
- Отвечает наивысшим требованиям по безопасности – **SIL4**
- **Автоведение** поезда с учетом характеристик впереди лежащих участков и изменений в графике движения, переданных из диспетчерского центра

Интерфейс управления машиниста – DMI*

*Driver-Machine Interface– интерфейс «машинист – машина»

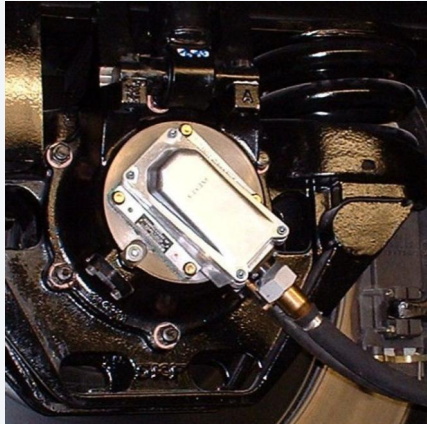


- Визуальное и акустическое **информирование** машиниста
- Управление системой с помощью **сенсорной панели** либо многофункциональными кнопками
- **Два сенсорных дисплея** переключаемых и независимых друг от друга в одном корпусе – для обеспечения большей **готовности**
- Информация для машиниста:
 - Текущая и разрешенная скорость, расстояние до цели, кривая движения
 - Графическая информация о текущем режиме движения, работе системы
 - Временные скоростные ограничения, **текстовые сообщения** из диспетчерского центра управления

Бортовое оборудование ETCS

На примере системы Trainguard 200

Одометрический датчик



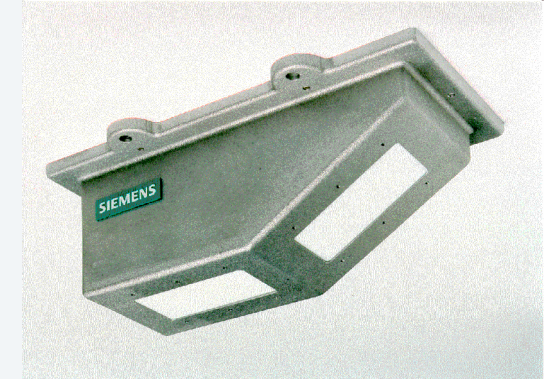
- вырабатывает **импульсы, пропорциональные вращательной скорости колеса.**
- Определение **скорости, направления** движения, ускорения и **расчета пройденного расстояния** от последней реперной точки (приемоответчик с координатой)

Бортовая антенна приемоответчиков



- **Излучает энергию** на частоте 27 МГц
- Излучаемая энергия принимается напольным приемоответчиком и используется для передачи ответного сигнала к антенне
- Ответный сигнал содержит данные приемоответчика **в зашифрованном формате.**

Доплеровский радар



- эффект **Доплера**, который создается эхо-волнами, идущими от железнодорожного полотна, для измерения скорости поезда.
- Информация **не искажается скольжением или буксованием** колес,
- **Радар + одометрический датчик** → высоконадежный и точный способ **определения скорости поезда.**

Линейное оборудование ETCS

На примере системы Trainguard 200

Путевой приемоответчик Eurobalise S21



- Путевые приемоответчики
 - **пассивные** (с фиксированными данными)
 - **активные** (данные могут быть изменены линейным устройством)
- **Передача данных в поезд** при скорости движения до 500 км/ч
- Объем передаваемой информации до **1023 бита**
- **Питание от поезда антенны** (27095 МГц)
- Отвечает наивысшим требованиям по безопасности – **SIL4**

Trainguard RBC



- Применяется в ETCS всех уровней (в ETCS L1 – опционально)
- Сбор информации с систем ЭЦ и поездов
- Формирование и передача **разрешений на движение**, данных о профиле пути, временных ограничений в поезд
- Отвечает наивысшим требованиям по безопасности – **SIL4**, конфигурация **2oo3**

Линейное устройство управления приемоответчиком – Trainguard LEU*



- Применяется в **ETCS уровень 1**
- Передача показаний светофора в управляемый приемоответчик
- Устанавливается в сигнальном ящике светофора и соединяется с приемоответчиком сигнальным кабелем
- Отвечает наивысшим требованиям по безопасности – **SIL4**

Системы микропроцессорной централизации

На примере линейки продуктов Trackguard

МПЦ Trackguard Simis (W / IS / D)



- Стандартизированная системная платформа, **адаптируемая** под заказчика
- МПЦ с отказоустойчивой обработкой информации в соответствии с высоконадежным принципом **Simis – 2oo3**
- Возможность монтажа в **модульных контейнерах** (фабричная сборка и полная отладка)
- Управление **станциями и перегонами** одной системой
- **Компактная** модульная конструкция
- Низкая потребность в ЗИП, благодаря небольшому числу **универсальных** модулей
- **Бесконтактный интерфейс** со стрелочными приводами и светофорами
- **Увеличенная дальность управления**
- Возможность **децентрализованного** управления объектами
- Отвечает наивысшим требованиям по безопасности - **SIL4**

МПЦ Trackguard Westrace MkII



- **Компактная** модульная концепция
- **Простая адаптация ПО**, в том числе и персоналом заказчика
- Конфигурация **2oo2**, с возможностью **«горячего резервирования»**
- Низкая стоимость эксплуатации
- Высокая **гибкость применения**, благодаря возможности централизованной и децентрализованной конфигурации - для построения больших и малых конфигураций
- Отвечает наивысшим требованиям по безопасности - **SIL4**

Современные диспетчерские системы

На примере системы Controlguide



Взаимодействие автоматической диспетчерской системы с системой автоведения

Оптимальная координация движения поездов



График движения

Время остановки (номинальное, мин., макс.)

Время хода (номинальное, мин., макс.)

1. Поезд передает событие о прибытии на станцию в центр управления
2. Центр управления передает время отправления в поезд

1. Прибытие поезда

2. Время отправления

Поезд с автоведением



Станция 1

Станция 2

путь

Взаимодействие автоматической диспетчерской системы с системой автоведения

Оптимальная координация движения поездов



График движения

Время остановки (номинальное, мин., макс.)

Время хода (номинальное, мин., макс.)

3. Поезд передает событие об отправлении в центр управления
4. Автоматическая ДЦ рассчитывает оптимальное время хода

3. Отправление поезда

4. Время хода



Станция 1

Станция 2

путь

Взаимодействие автоматической диспетчерской системы с системой автоведения

Оптимальная координация движения поездов

Автоматическая
ДЦ



График движения

Время остановки (номинальное, мин., макс.)

Время хода (номинальное, мин., макс.)

5. Автоведение рассчитывает оптимальную кривую движения

5. Автоведение
рассчитывает кривую

Поезд с
автоведением



Станция 1

Станция 2

путь

Взаимодействие автоматической диспетчерской системы с системой автоведения

Оптимальная координация движения поездов

Автоматическая ДЦ



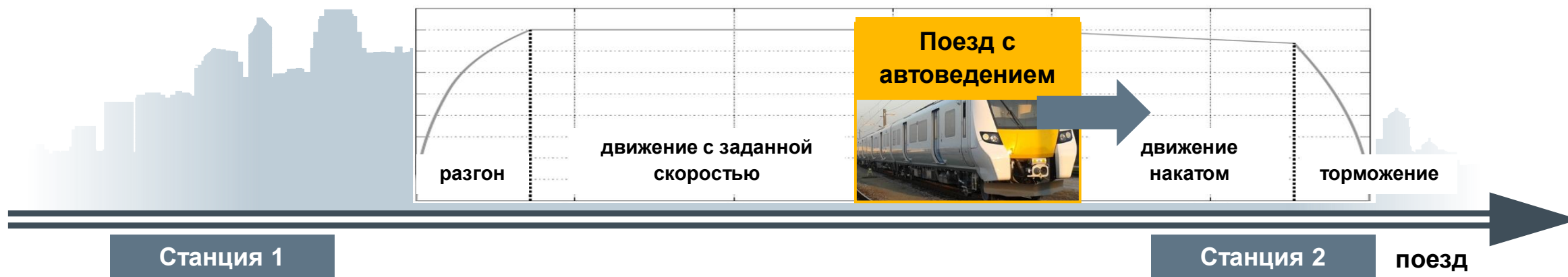
График движения

Время остановки (номинальное, мин., макс.)

Время хода (номинальное, мин., макс.)

6. Автоведение ведет поезд в соответствии с рассчитанным скоростным профилем

6. Автоведение оптимально управляет движением поезда



Концепция автоматического управления движением

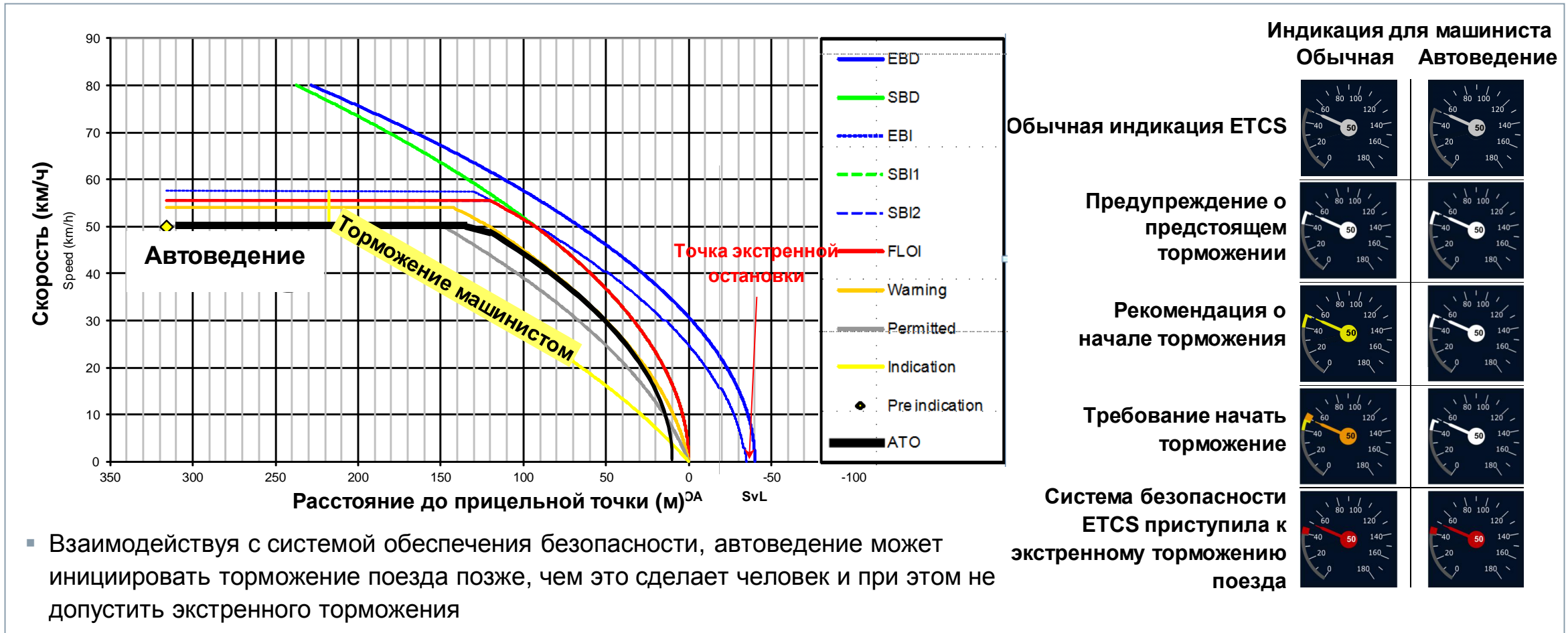
Обзор функций – взаимодействие безопасных и вспомогательных систем



European Rail Traffic Management System



Увеличение пропускной способности благодаря автоведению



- Взаимодействуя с системой обеспечения безопасности, автоведение может инициировать торможение поезда позже, чем это сделает человек и при этом не допустить экстремного торможения

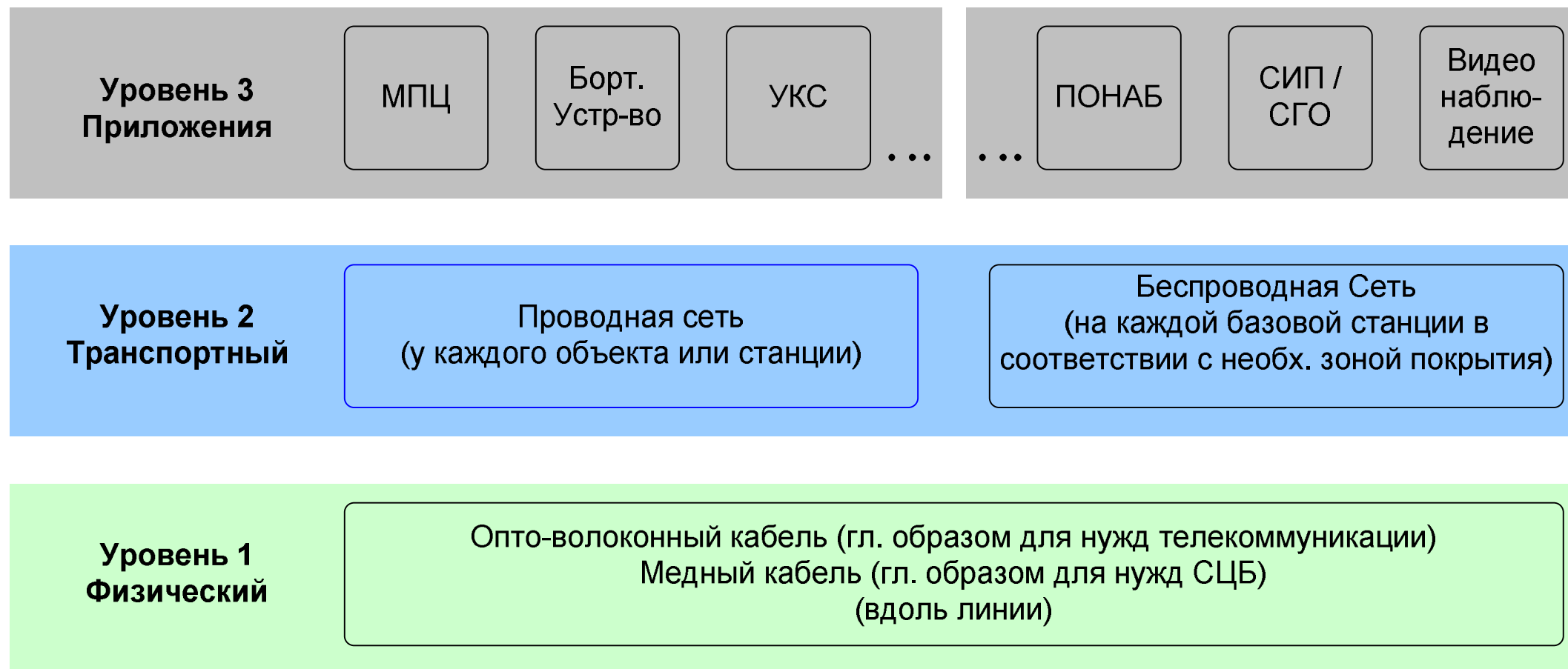
>>> Это позволяет дополнительно уменьшить интервалы попутного следования на ВСМ

Содержание лекции



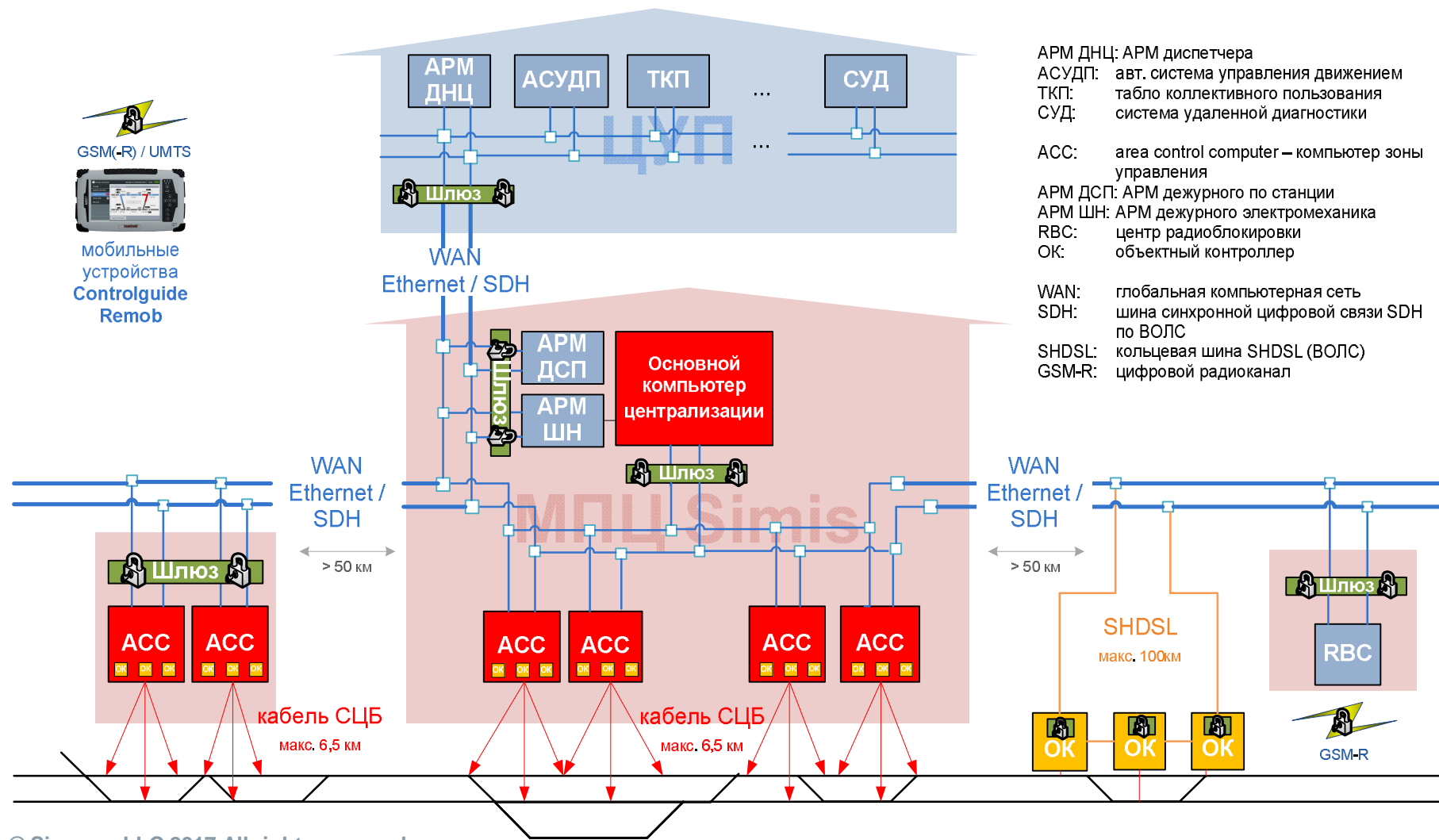
0. Краткое содержание предыдущей лекции
1. Системы железнодорожной автоматики и управления движением поездов – особенности высокоскоростного движения
2. Краткий обзор систем СЦБ и АЛС применяемых на линиях с высокоскоростным движением
3. ERTMS – европейская система управления движением
- 4. Системы связи**
5. Напольное оборудование ЖАТ для высокоскоростного движения
6. Особенности проектирования и реализации систем ЖАТ для ВСМ
7. Примеры реализованных проектов
8. Перспективы реализации инновационной системы управления движения на Российских ВСМ
9. Заключение

Построение магистральной связи систем управления и ЖАТ



Современная структура сети систем управления и централизации

Пример: SInet – Сеть централизации «Сименс»



- АРМ ДНЦ: АРМ диспетчера
- АСУДП: авт. система управления движением
- ТКП: табло коллективного пользования
- СУД: система удаленной диагностики
- ACC: area control computer – компьютер зоны управления
- АРМ ДСП: АРМ дежурного по станции
- АРМ ШН: АРМ дежурного электромеханика
- RBC: центр радиоблокировки
- OK: объектный контроллер
- WAN: глобальная компьютерная сеть
- SDH: шина синхронной цифровой связи SDH по ВОЛС
- SHDSL: кольцевая шина SHDSL (ВОЛС)
- GSM-R: цифровой радиоканал



Почему GSM-R?

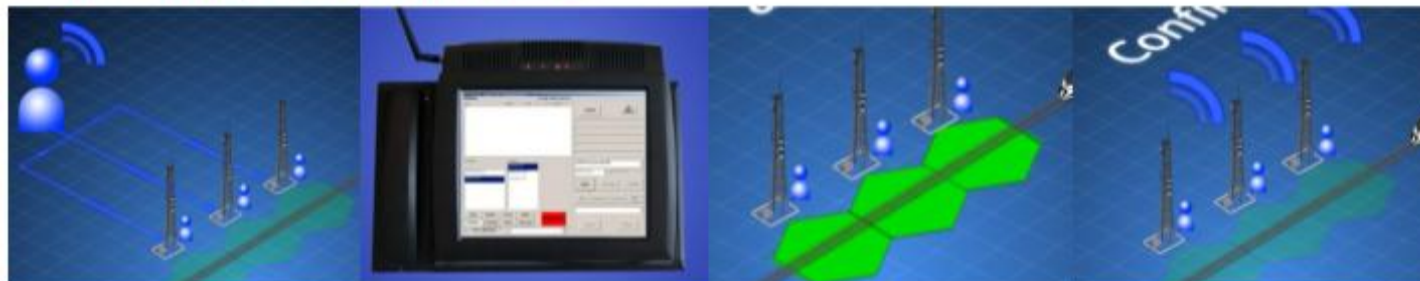
Характеристики и функции цифровой системы радиосвязи

Высоконадежная радио-связь для железнодорожных нужд

- Обеспечение надежной передачи голоса и данных на скоростях до 500 км/ч
- Интеграция всех служб и услуг связи, необходимых ж.д, с помощью одной сети
- Унификация оборудования
- Построение систем управления движением
- Возможность расширения за счет введения в будущем новых услуг и служб

Функции GSM-R

Групповые вызовы (VGCS)



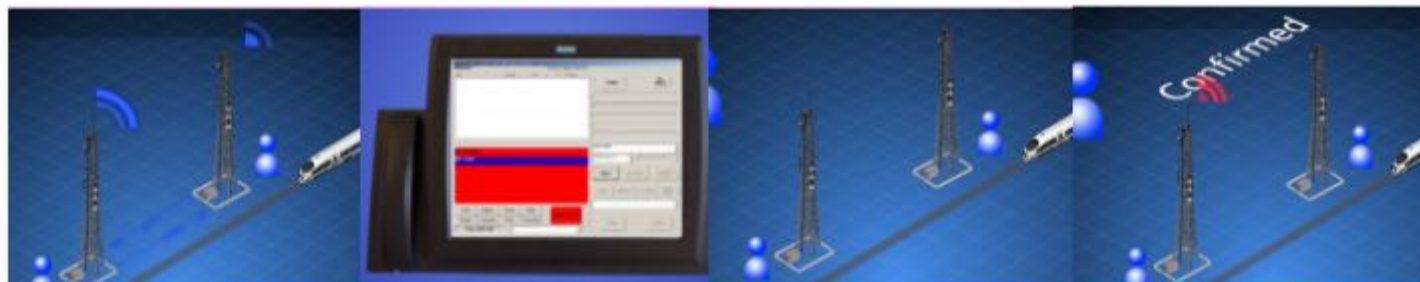
Контроллер инициирует вызов в зоне группы

«Приближение поезда, прошу подтвердить»

Все радио-соты в зоне принимают голосовое сообщение

Устройства абонентов подтверждают получение сообщения

Многоуровневое приоритезирование вызовов



Два абонента участвуют в вызове

Контроллер инициирует экстренный вызов

Вызов завершен

Абонентские устройства подтверждают получение экстренного вызова

Услуга широковещательных голосовых вызовов

Групповой вызов при котором говорит только инициатор вызова, получатели могут только слушать

GSM-R

Функции цифровой системы радиосвязи

Функции GSM-R



Функциональная адресация



Контроллер ответственный за все поезда в своей зоне

Каждый поезд имеет свой специальный номер

Контроллер выбирает номер поезда и функцию «машинист»

Контроллер подключен к машинисту выбранного поезда

Адресация в зависимости от местоположения



Простое соединение с контроллером в зоне его действия

Машинисту нужно нажать лишь одну кнопку на бортовом устройстве

Бортовое устройство

Машинист подключен к ответственному контроллеру

Экстренные поездные вызовы



В экстренной ситуации машинист оповещает всех в данной зоне

Машинисту нужно нажать лишь одну кнопку на бортовом устройстве

Все радио-соты в данной зоне экстренно оповещены

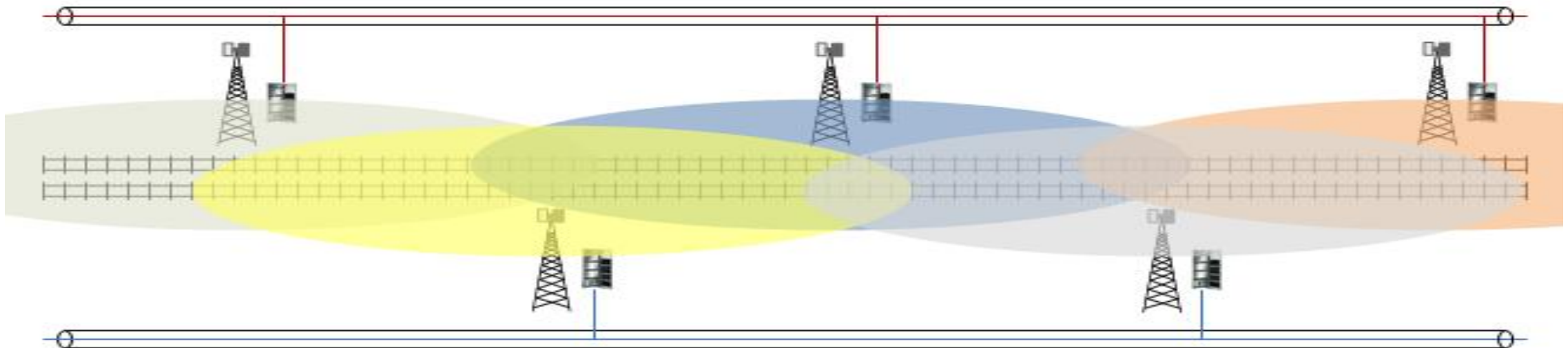
Контроллер данной зоны также оповещен и отвечает

Требования системы ETCS к радиосети GSM-R

Бесперебойная работа ETCS – напрямую зависит от качества GSM-R

Требование стандарта радио-связи GSM-R EIRENE

- Для ВСМ со скоростью движения > 280 км/ч, оборудованных ETCS L2 / L3, вероятность покрытия радиосигналом с уровнем не менее **92 dBm = 95%**.
- При проектировании сети GSM-R необходимо учитывать расположение базовых станций и антенн вдоль пути таким образом, чтобы обеспечить **двойное перекрытие каждого участка**
- **Сбой** в системе радиосвязи переведет поезд, следующий в режиме ETCS L2 / L3, в **защитный режим**, вплоть до экстренного торможения



Информационная безопасность

Можно ли доверять ИТ безопасность движения?

Концептуальный уровень

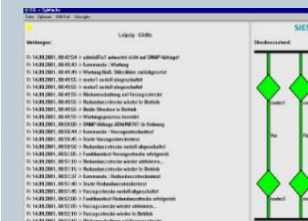
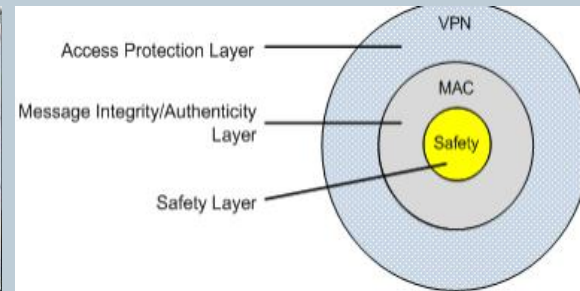


Центр управления в Нью-Йорке



Центр управления Дойче Бан АГ (проект BZ 2000)

Системный уровень



Защитные шлюзы и экраны

Виртуальные локальные сети VPN

Системы мониторинга сетей

Уровень компонентов



Компактный криптографический модуль для бортовых и постовых систем связи



Сетевой модуль Sinet SCU

шифрованная передача данных управления напольными объектами в режиме реального времени



Cryptobox

Защита посредством VPN на уровне Ethernet



SITLink – модуль шифрования каналов связи на аппаратном уровне, посредством алгоритма **Siemens SCA95**;

Содержание лекции



0. Краткое содержание предыдущей лекции
1. Системы железнодорожной автоматики и управления движением поездов – особенности высокоскоростного движения
2. Краткий обзор систем СЦБ и АЛС применяемых на линиях с высокоскоростным движением
3. ERTMS – европейская система управления движением
4. Системы связи
- 5. Напольное оборудование ЖАТ для высокоскоростного движения**
6. Особенности проектирования и реализации систем ЖАТ для ВСМ
7. Примеры реализованных проектов
8. Перспективы реализации инновационной системы управления движения на Российских ВСМ
9. Заключение

Напольное оборудование ЖАТ для высокоскоростных магистралей



Светофоры

- Для маневровой работы на станциях
- Опционально в зависимости от правил эксплуатации: для внештатных ситуаций (напр., для подачи пригласительного сигнала)

Устройства контроля свободности

- Тональные рельсовые цепи → не требуют изоляционных стыков, доп. обеспечивают контроль целостности рельса
- Электронные устройства счета осей → большая гибкость применения, высокая надежность и низкая стоимость обслуживания

Устройства перевода стрелок

- Сегодня на ВСМ используются стрелочные переводы, движение по которым допустимо со скоростью до **330 км/ч по прямой** и до **220 км/ч по отклонению**
- Длина переводов, необходимая для обеспечения безопасности на высокой скорости, может составлять до 170 м. Для перевода острия такой стрелки необходимо усилие **не менее 8 обычных стрелочных электроприводов**
- Высокие динамические нагрузки на стрелку при движении на высокой скорости требуют **механического запираения** подвижных элементов перевода с силой их удержания **не менее 50 кН**



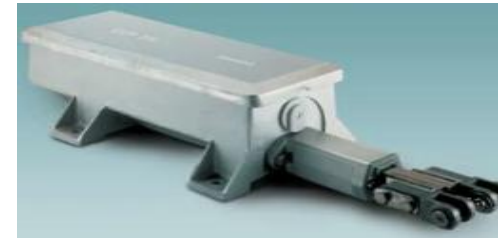
Напольные устройства ЖАТ на ВСМ

Системы управления стрелочными переводами для ВСД

Switchguard Siwes

Координация управления несколькими стрелочными приводами и устройствами контроля. Синхронизация включения и выключения приводов.

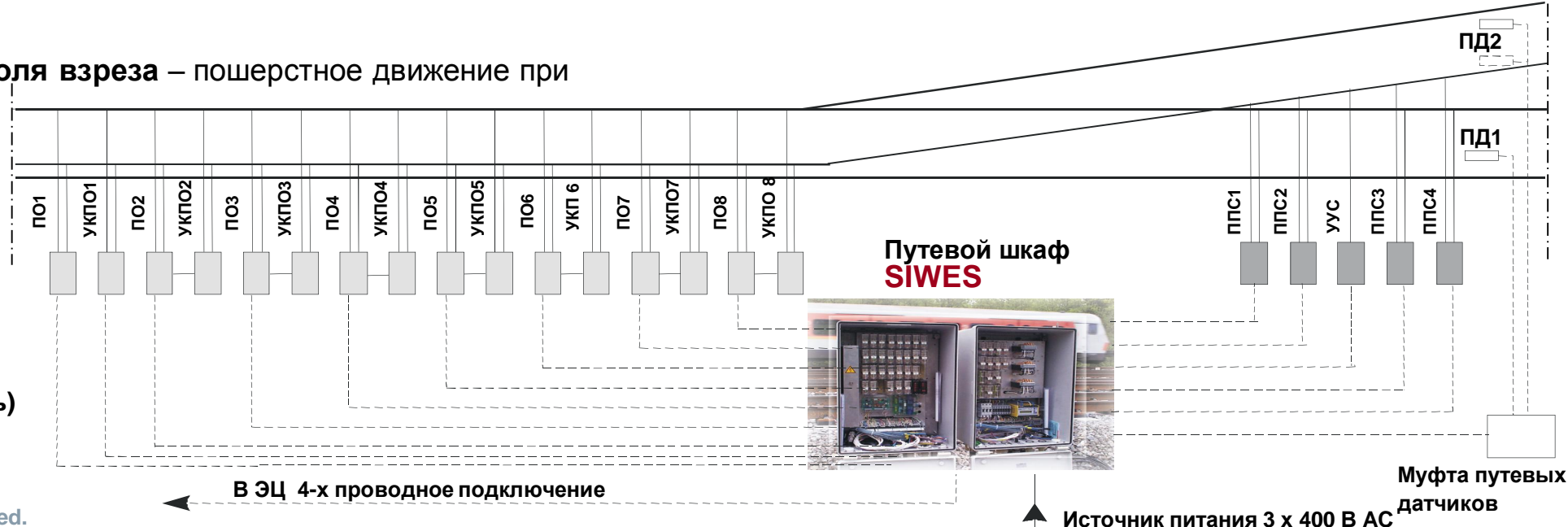
- Управление одной стрелкой – одним объектным контроллером ЭЦ
- **Децентрализованное управление и контроль** стрелок со сбором и передачей необходимой информации в ЭЦ по стандартному интерфейсу
- Установка в непосредственной близости от стрелок позволяет сократить длину и количество кабелей
- Путьевые датчики для **контроля взреза** – пошерстное движение при прижатых остряках



устройство контроля прижатия остряка

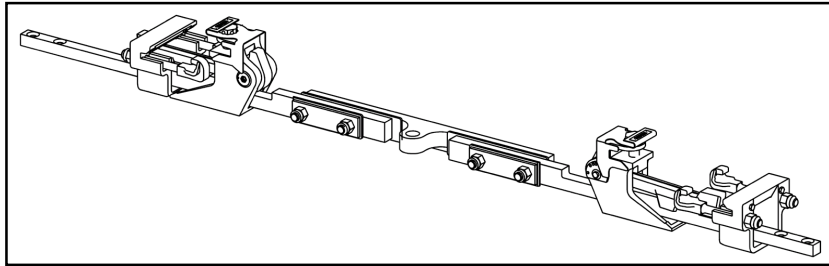


- ПО: привод остряка
- ППС: привод подвижного сердечника крестовины
- УКПО: устройство контроля прижатия остряка
- УУС: устройство удержания сердечника (замыкатель)
- ПД: путьевые датчики

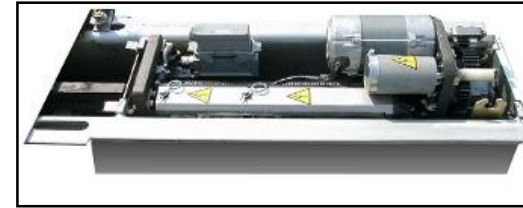


Напольные устройства ЖАТ на ВСМ

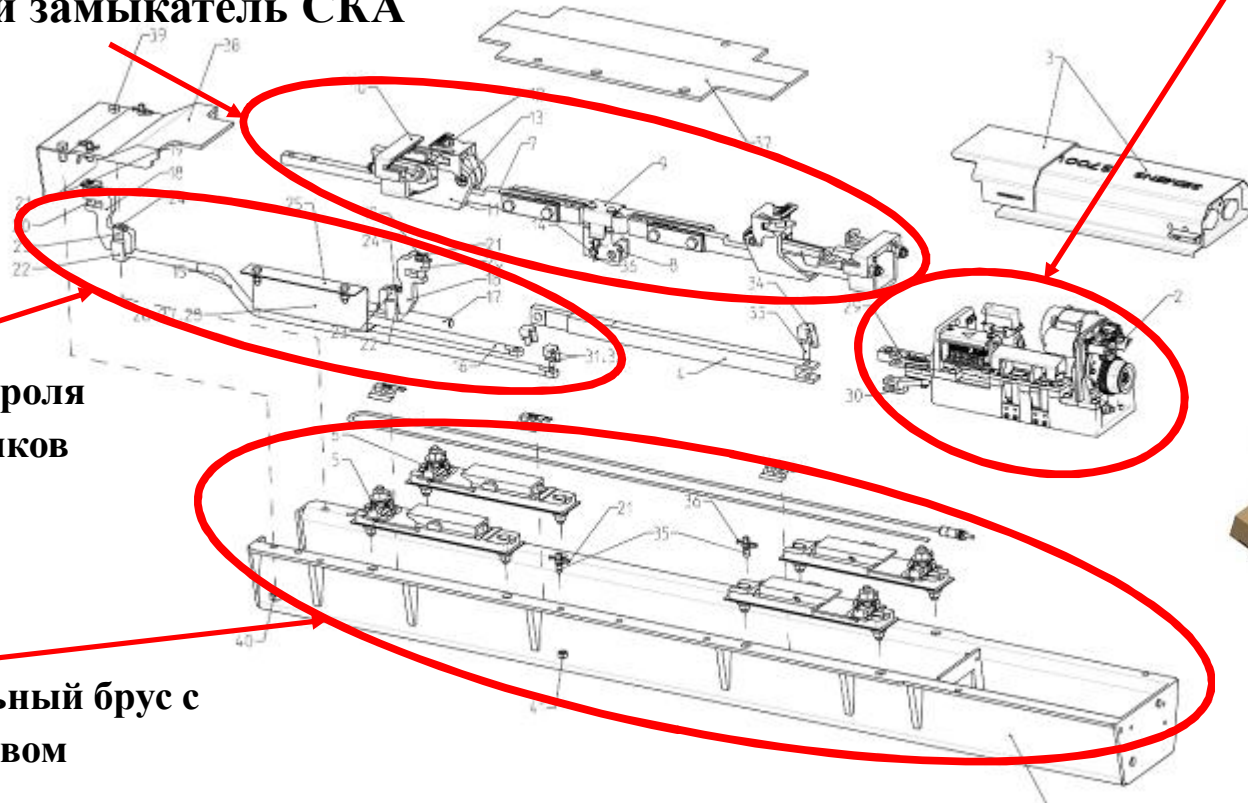
Стрелочный привод в полем шпальном брусе - Switchguard ITS 700



Внешний замыкатель СКА

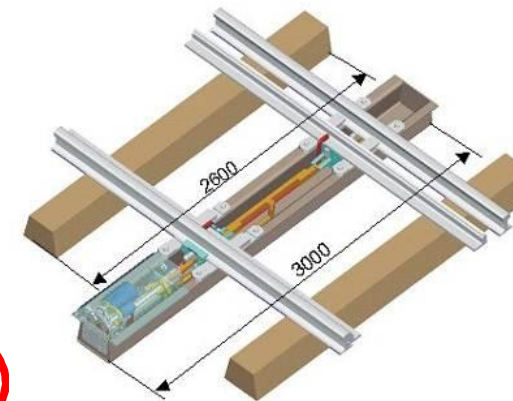


Стрелочный электропривод



Устройство контроля прижатия острижков

Полый шпальный брус с обогревом

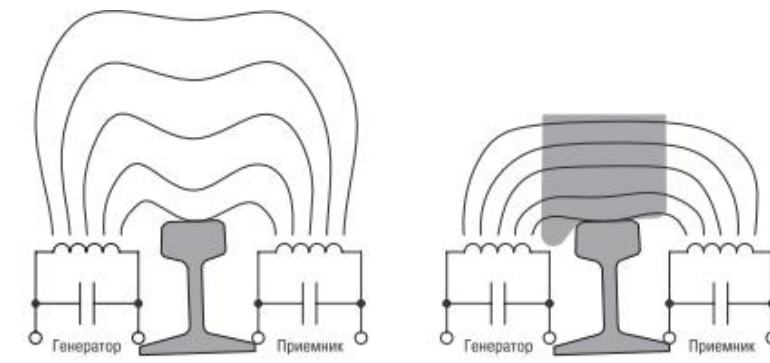
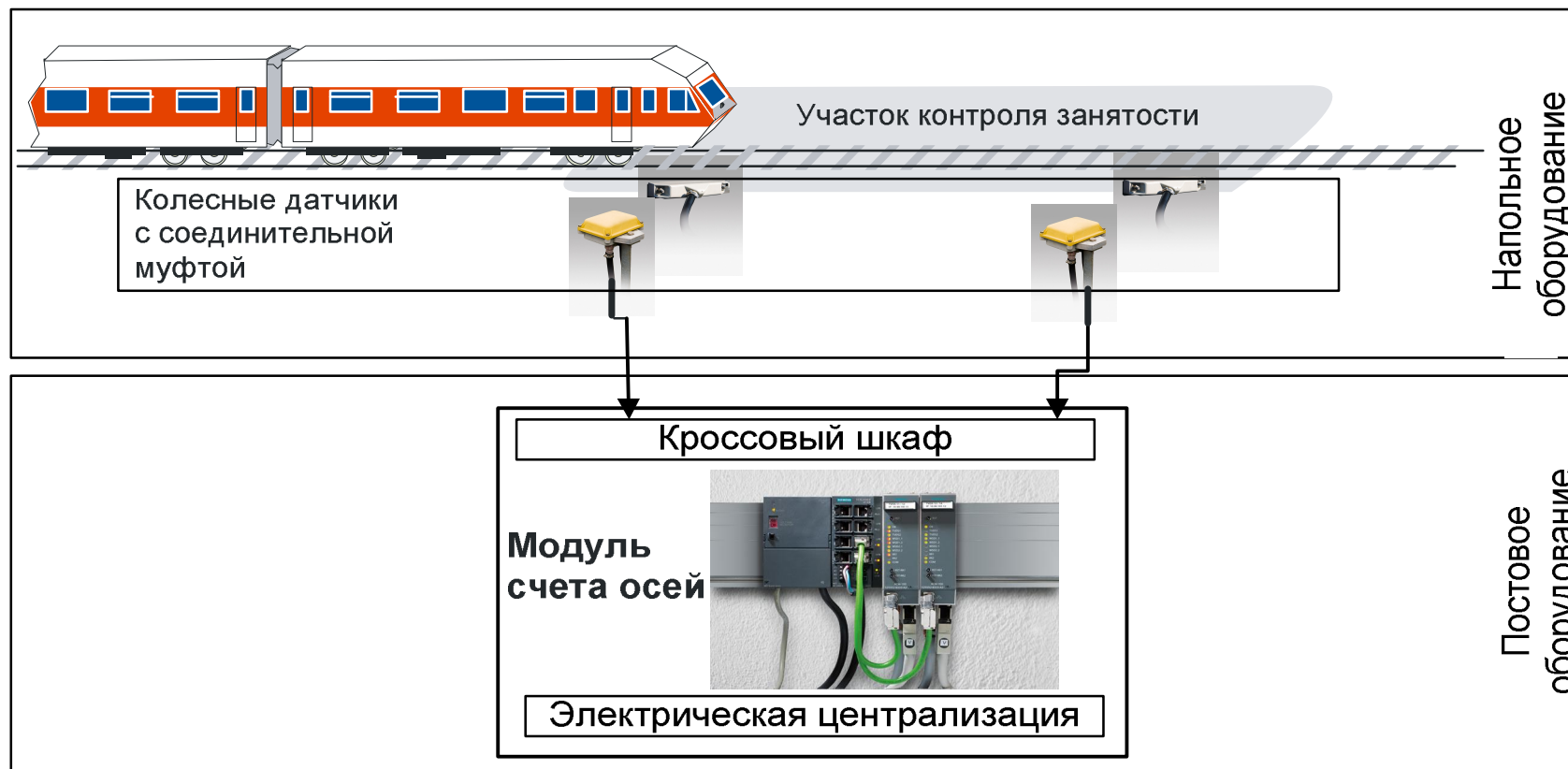


Компактный стальной брус с переводными устройствами заменяет собой шпалу и позволяет машинную подбивку балласта



Контроль занятости / свободности посредством счета осей

Пример: микропроцессорный счетчик осей – Clearguard ACM 200



Принцип действия индуктивного колесного датчика ZP43

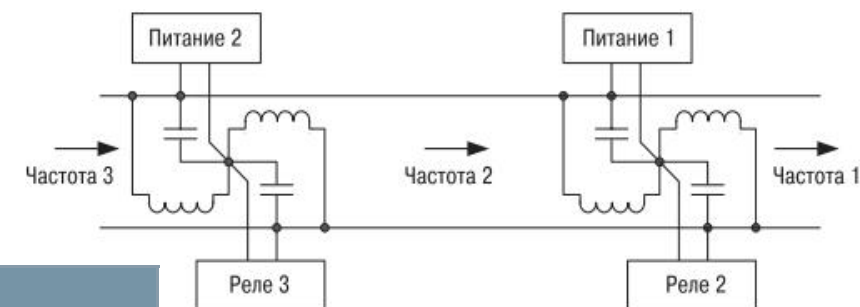
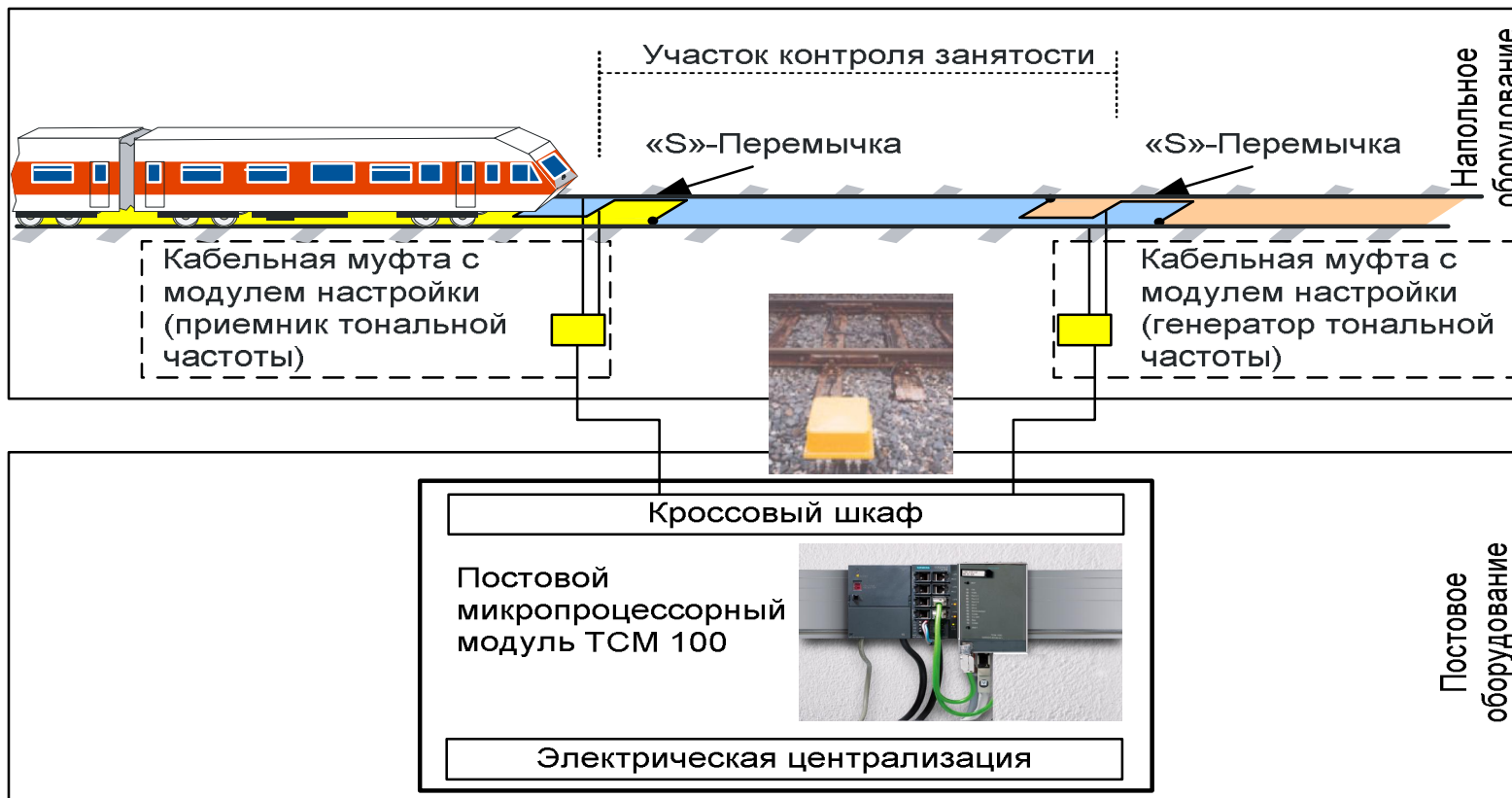


Технические характеристики

Макс. скорость проследования	До 450 км/ч при диаметре колеса не менее 865 мм	Макс. длина контролируемого участка	Не ограничена
------------------------------	---	-------------------------------------	---------------

Контроль занятости / свободности посредством рельсовых цепей

Пример: микропроцессорные тональные рельсовые цепи (ТРЦ) Clearguard TCM 100



Принцип работы РЦ типа Clearguard TCM 100

Технические характеристики

Макс. скорость
проследования

350 км/ч при рельсовой цепи длиной минимум в 30 м

Макс. длина
рельсовой цепи

1500 м

Сравнение рельсовых цепей и систем счета осей

Параметр	Рельсовые цепи		Системы счета осей	
Необнаружение поезда	☹️	Возможно при его сходе с рельсов	☹️	Возможно при его установке на рельсы
Обнаружение посторонних предметов на пути	😊	Возможно в определенных случаях	☹️	Нет
Обнаружение излома рельса	😊	Частично возможно	☹️	Нет
Требования к подвижному составу	☹️	Необходима низкоомная электрическая связь между колесом и осью	😊	Необходимо металлическое колесо
Требования к пути	☹️	Электрическая изоляция	😊	Нет специальных требований
Пропуск обратного тягового тока	☹️	Необходимо особое оборудование	😊	Нет специальных требований
Влияние внешних перенапряжений	☹️	Имеется, из-за заземления многих путевых устройств на рельсы	😊	Незначительное
Чувствительность к климату	☹️	Высокая	😊	Низкая
Длина контролируемого участка	☹️	Ограничена	😊	Не ограничена
Вероятность опасных отказов	☹️	Очень низкая, если приняты меры против плохого шунтирования	😊	Очень низкая
Вероятность защитных отказов	☹️	Высокая	😊	Низкая
Возможность персонала предупредить об опасности	😊	При замыкании рельсов светофор будет перекрыт	☹️	Отсутствует
Пригодность к решению других задач	☹️	Регистрация достижения поездом определенной позиции (в комбинации с ее освобождением), передача информации между блок-сигналами, передача кода АЛСН	☹️	Достижение поездом позиции и ее освобождение. Регистрация направления движения, количества осей, скорости проследования

Содержание лекции



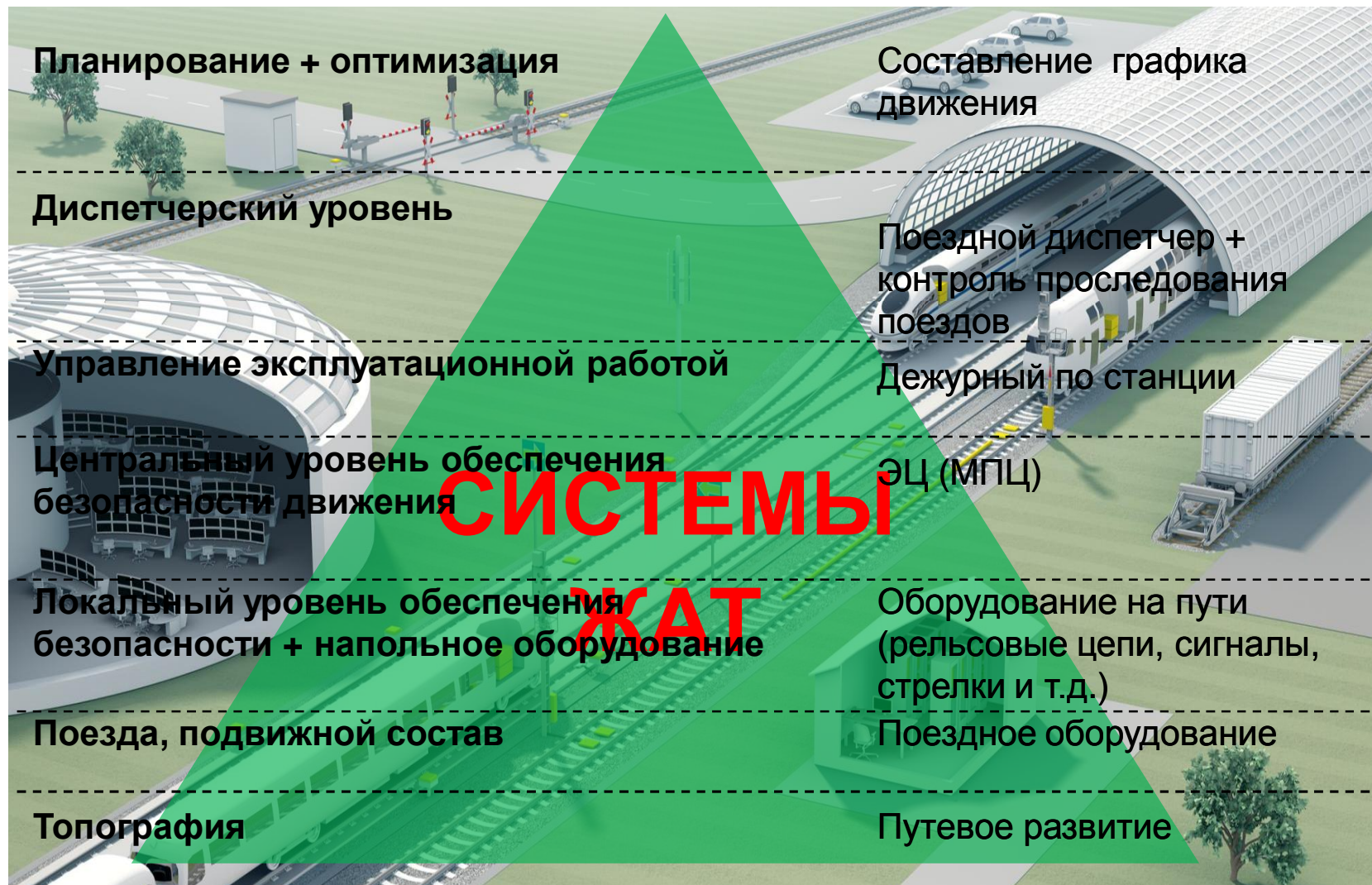
0. Краткое содержание предыдущей лекции
1. Системы железнодорожной автоматики и управления движением поездов – особенности высокоскоростного движения
2. Краткий обзор систем СЦБ и АЛС применяемых на линиях с высокоскоростным движением
3. ERTMS – европейская система управления движением
4. Системы связи
5. Напольное оборудование ЖАТ для высокоскоростного движения
6. **Особенности проектирования и реализации систем ЖАТ для ВСМ**
7. Примеры реализованных проектов
8. Перспективы реализации инновационной системы управления движения на Российских ВСМ
9. Заключение

Особенности проектирования систем ЖАТ для ВСМ

Реализация системы напрямую зависит от планируемой организации движения



**Организация
движения**



ERTMS - Солидная нормативная база для ВСД

Основные нормы и требования

- **UNISIG SRS** - Спецификация и требования к системе
- **Техническая спецификация по интероперабельности (TSI) для ж/д сообщений**
- **Техническая спецификация по интероперабельности (TSI) для высокоскоростных ж/д сообщений**

Нормы безопасности - CENELEC

- **EN 50126** Требования и доказательство надёжности, готовности, ремонтпригодности и безопасности (RAMS) железнодорожных систем.
- **EN 50128** Программное обеспечение для систем управления и контроля движения на железных дорогах.
- **EN 50129** Электронные системы сигнализации обеспечивающие безопасность движения.
- **EN 50159** Передача данных в системах влияющих на безопасность движения.

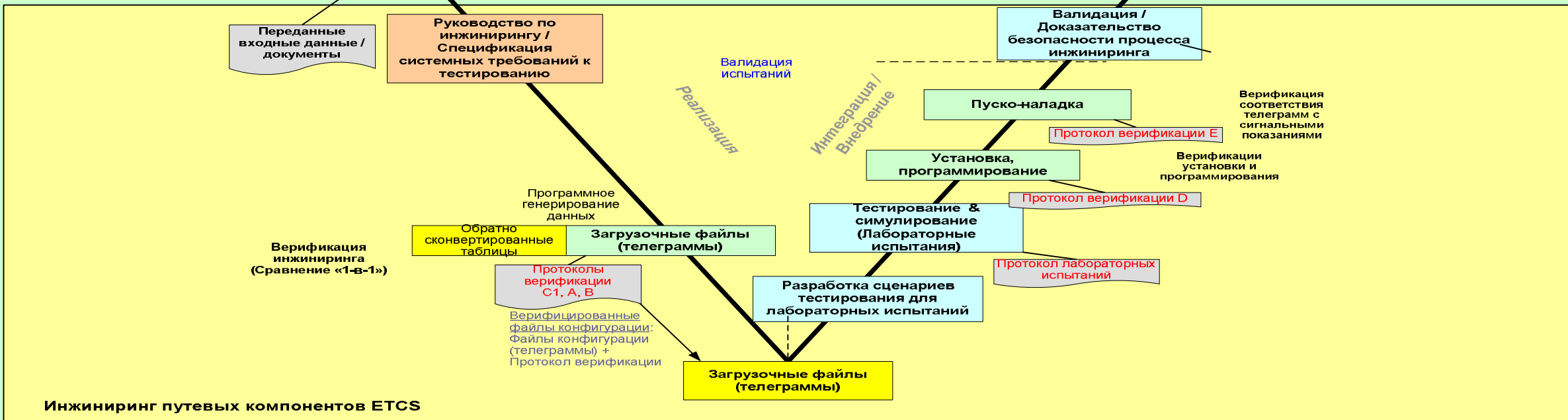
Требования к бортовому оборудованию

- **EN 50125** Условия применения электронного оборудования используемого в железнодорожном подвижном составе.
- **EN 50155** Электронное оборудование, используемое в железнодорожном подвижном составе.



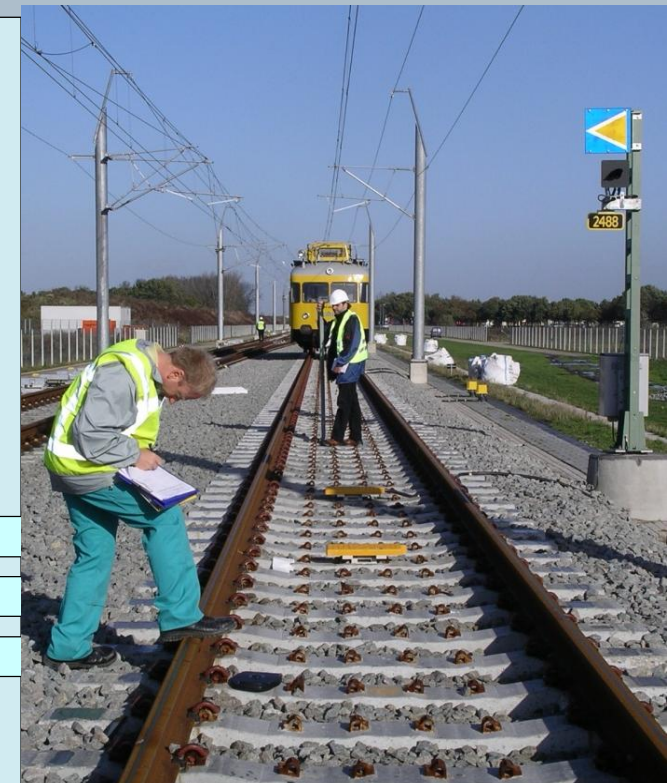
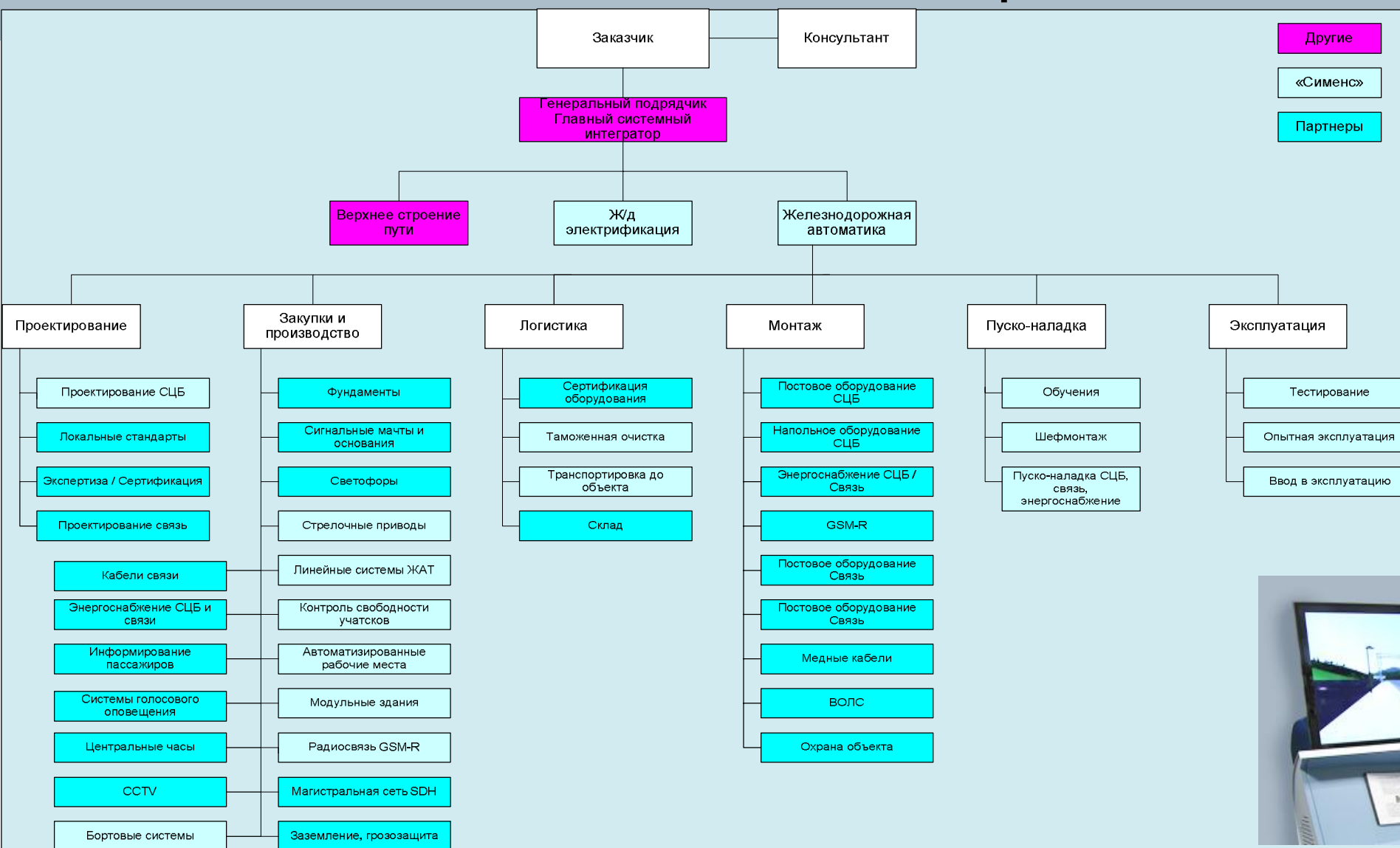
Процесс разработки безопасных ЖАТ

Система ЖАТ



Инжиниринг путевых компонентов ETCS

Реализация системы ЖАТ – комплексный проект



Содержание лекции



0. Краткое содержание предыдущей лекции
1. Системы железнодорожной автоматики и управления движением поездов – особенности высокоскоростного движения
2. Краткий обзор систем СЦБ и АЛС применяемых на линиях с высокоскоростным движением
3. ERTMS – европейская система управления движением
4. Системы связи
5. Напольное оборудование ЖАТ для высокоскоростного движения
6. Особенности проектирования и реализации систем ЖАТ для ВСМ
- 7. Примеры реализованных проектов**
8. Перспективы реализации инновационной системы управления движения на Российских ВСМ
9. Заключение

Германия: Проект «ВСМ – Объединение Германии VDE 8»

Первая магистраль с ETCS L2 в Германии

Техника

- **Отсутствие светофоров** на перегонах;
- АЛС: **ETCS L2** - управление поездом по радиоканалу GSM-R (до **300 км/ч**, интервал движения – до **3 мин.**);
- Смешанное движение.

Участок Лейпциг – Эрфурт (VDE8.2) – I очередь строительства новой ВСМ

- ~ 123 км, двухпутная линия, 1435 см, безбалластный путь
- 4x RBC (Trainguard 200), 4x МПЦ (Simis D), 600 приемопередатчиков, контроль занятости счетчиками осей (235 счетных пунктов), 102 стрелочных электропривода
- Увязка с линией **Берлин – Лейпциг** (VDE8.3)

Участок Эрфурт –Эбенсфельд (VDE8.1) – 2 очередь строительства новой ВСМ

- ~ 189 км, двухпутная линия, 1435 см, безбалластный путь
- 1x RBC (Trainguard 200), 8x МПЦ (Simis D), около 600 приемопередатчиков, контроль занятости счетчиками осей (387 счетных пунктов), 264 стрелочных электропривода
- Увязка с существующей магистралью до **Нюрнберга**.

Особенности проекта

- Высокоскоростное **пассажирское и грузовое движение**;
- **Реализация новейших требований** спецификации ETCS;
- Интеллектуальная **система управления движением поездами в туннелях**.



- «Сименс» в консорциуме с компанией «Капш» **ответственный за оснащение системами СЦБ и связи**;
- Реализация «под ключ» для **Дойче Бан** (Германские железные дороги)

- **Передача в эксплуатацию:**
I этап (VDE8.2): декабрь 2015
II этап (VDE8.1): декабрь 2017



FZS VDE8
Konsortium FunkZugSicherung VDE8
Siemens AG - Kapsch CarrierCom Deutschland GmbH

Prof. Dr. Möller, CEO Siemens Russia

Испания: ВСМ Мадрид – Барселона

Самая большая сеть ВСМ в Европе

Техника

- Основная АЛС: **ETCS L2** - управление поездом по радиоканалу GSM-R (до **350 км/ч**);
- Резервная АЛС: **ETCS L1** – управляемые преомответчики (до 280 км/ч);
- Увязка с RBC / МПЦ других производителей, около 1500 приемоответчиков «Сименс»;
- 156 бортовых устройств ETCS для поездов Velaro E («Сименс») и Talgo («Бомбардье») – специально разработанные бортовые модули АЛС – **LZB-STM** (для применения на других ВСМ с АЛС типа LZB) и **ASFA-STM**.

Участок

- ~ 621 км, двухпутная линия, 1435 см, балласт, 27 тоннелей, 97 мостов, 296 высокоскоростных стрелок.

Особенности проекта

- Доказанная **совместимость** между различными системами и производителями;
- Жесткие требования к **надежности** системы – дополнительное резервирование бортовых систем;
- **Сложный профиль** линии – оптимальный расчет кривых автоведения с учетом характеристик поезда;
- Обеспечение выполнения графика движения – **99,18%** (при опоздании >6 мин. – возмещение полной стоимости проезда)
- Во время испытаний Velaro E развил скорость до **403,7 км/ч** – мировой рекорд для серийно выпускаемых поездов



Китай: ВСМ «JJ-Line» - Пекин – Тяньцзинь

Первая китайская ВСМ с 300 км/ч для Олимпийских игр 2008 г.

Техника

- АЛС: **CTCS-2** на базе ETCS L1 – управляемые преомоответчики (**350 км/ч**, интервал движения – **3 мин**)
- Блок участки от 670 м до 2400 м;
- 3х МПЦ (Simis W)– контейнерного исполнения, 1125 приемо-ответчиков, децентрализованное управление светофорами, стрелочные приводы для высокоскоростных стрелок, ЦУП;
- 240 бортовых устройств ETCS для поездов Velaro CN и SiFang;

Участок

- ~ 117 км, двухпутная линия, 1435 см, безбалластный путь, в основном на эстакадах, 5 станций.

Особенности проекта

- Реализация проекта «под ключ» - электрификация, СЦБ, связь , подвижной состав;
- Разработка и реализация национальной АЛС **CTCS-2** на базе ETCS в Китайско-Германском СП – SSCX Ltd. Локализация производства;
- Жесткие сроки реализации – 27 месяцев от подписания контракта до сдачи в эксплуатацию перед Олимпиадой;
- Увязка с китайскими системами СЦБ и другими вспомогательными системами;
- Сложные условия установки напольных систем ЖАТ (эстакады).



Содержание лекции



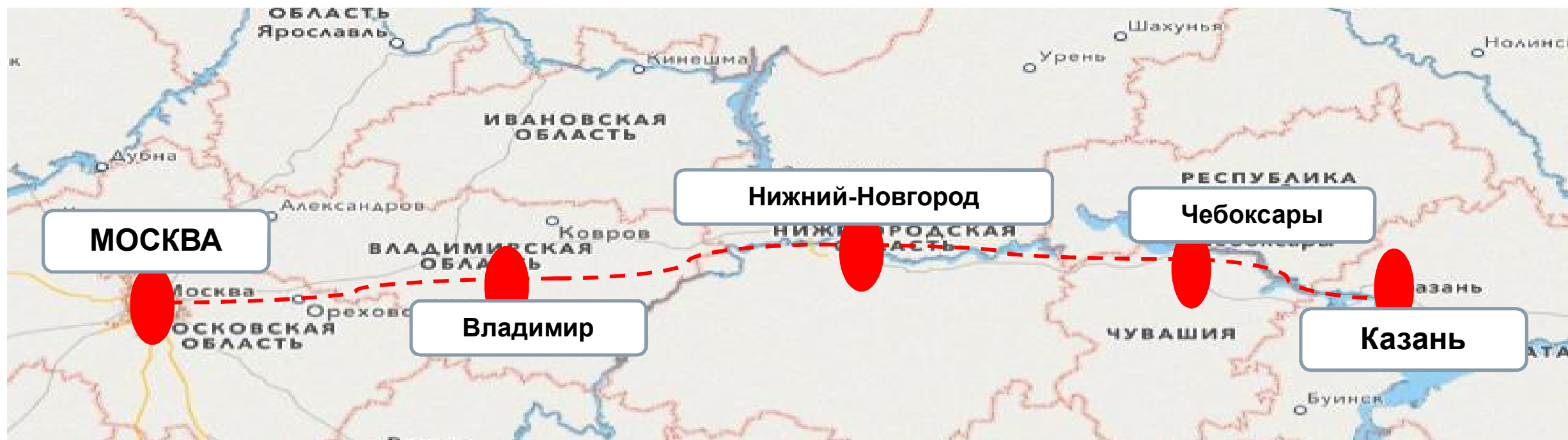
0. Краткое содержание предыдущей лекции
1. Системы железнодорожной автоматики и управления движением поездов – особенности высокоскоростного движения
2. Краткий обзор систем СЦБ и АЛС применяемых на линиях с высокоскоростным движением
3. ERTMS – европейская система управления движением
4. Системы связи
5. Напольное оборудование ЖАТ для высокоскоростного движения
6. Особенности проектирования и реализации систем ЖАТ для ВСМ
7. Примеры реализованных проектов
8. **Перспективы реализации инновационной системы управления движения на Российских ВСМ**
9. Заключение

Предложения для проекта ВСМ Москва – Казань с перспективой модернизации линии Москва – Санкт-Петербург



Немецкая инициатива по развитию высокоскоростных железнодорожных магистралей в России

Высокоскоростная магистраль Москва – Казань



Длина маршрута — 770 км.

Время в пути — 3ч. 30 мин.

Максимальная скорость до 400 км/час.

Более 340 искусственных сооружений

Внеклассные мосты через р. Ока, Сура, Волга

Около 800 разноуровневых пересечений

Основные требования к системам ЖАТ для ВСМ Москва – Казань по результатам Научно-технического совета ОАО «РЖД»

- **Обеспечение движения поездов различной категории** – высокоскоростных, скоростных, ускоренных грузовых и хозяйственных
- Применение **тональных рельсовых цепей** в качестве основного средства контроля свободности и занятости участков пути и канала передачи информации на локомотив
- Интервальное регулирование на перегонах **без проходных светофоров**
- Передача на локомотив информации о количестве свободных блок-участков и показаниях путевых светофоров **по подсистемам АЛС и АЛС-ЕН**
- Передача информации о допустимых параметрах движения на **локомотив по цифровому радиоканалу стандартов GSM-R или LTE**
- Информация о допустимых параметрах движения каждого поезда должна формироваться в **радио-блок-центре**
- **Бортовые системы безопасности** должны сравнивать поступающую информацию между собой и с электронной картой участка с приоритетом информации поступающей по каналу АЛС-ЕН
- **Исключается применение напольных точечных датчиков передачи информации на локомотив типа «евробализа»**
- Система управления движением на станции должна быть **микропроцессорной** с полностью бесконтактным управлением объектами **без применения релейных интерфейсов**

АЛС 400 – система управления движением для высокоскоростных магистралей в России

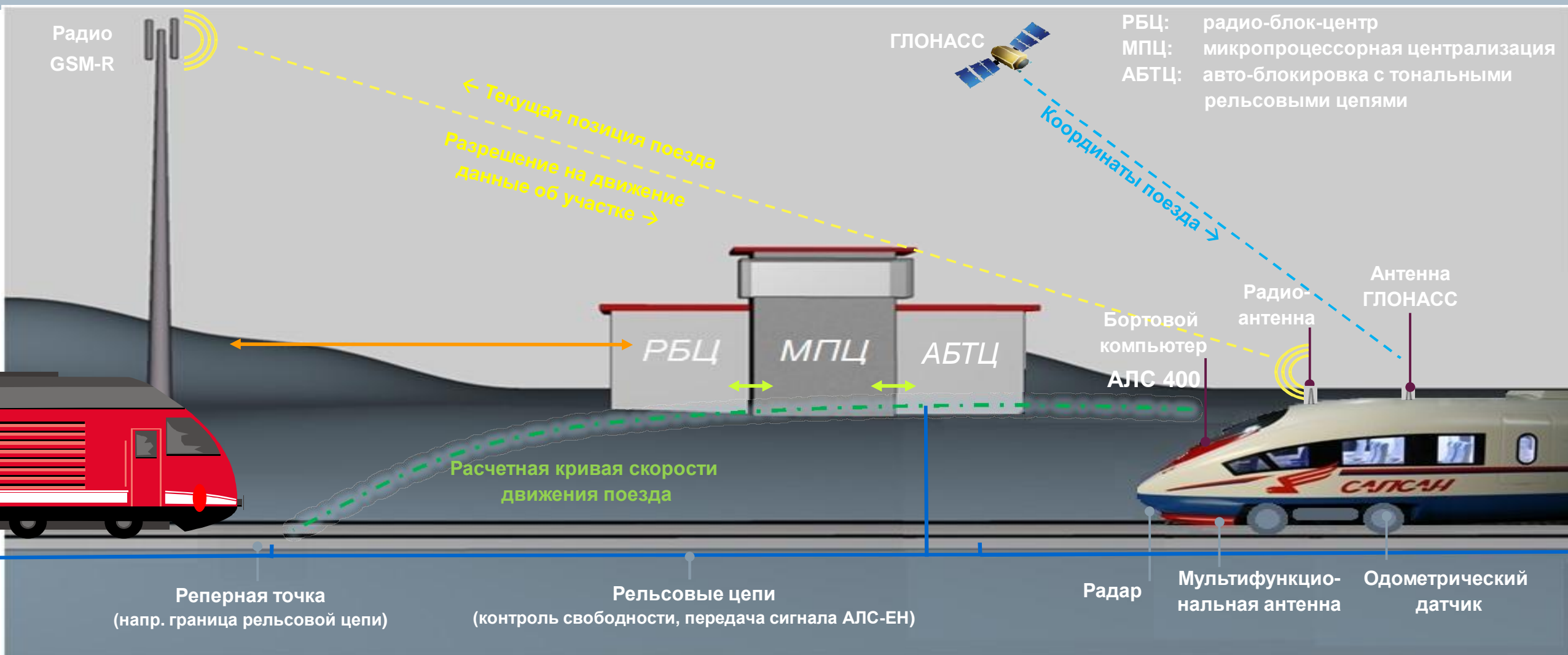
Проверенная на ВСМ технология, адаптированная для российских условий

- Поддержка скоростей движения до **400 км/ч**;
- Повышение эффективности благодаря интеграции российских технологий:
 - **ГЛОНАСС** для оптимального определения местонахождения поезда;
 - Увязка с системами **БЛОК** для работы в режиме АЛСН (АЛС-ЕН) на путях общего пользования и в качестве дополнительного канала управления поездом;
 - Совместимость с существующими российскими системами ЖАТ: МПЦ, ДЦ, АЛСН, САУТ, АСУ-Д и др.
- Использование высоконадежных аппаратных и программных решений **зарекомендовавших себя в проектах ВСМ по всему миру**;
- Наивысшая степень безопасности высокоскоростного движения, благодаря высокой степени автоматизации и многоуровневой согласованной концепции **комплексной безопасности**

Высокая степень локализации, благодаря совместной разработке российских и зарубежных инженеров в России



АЛС 400 – Российская система управления поездом



АЛС 400 – Российская система управления поездом

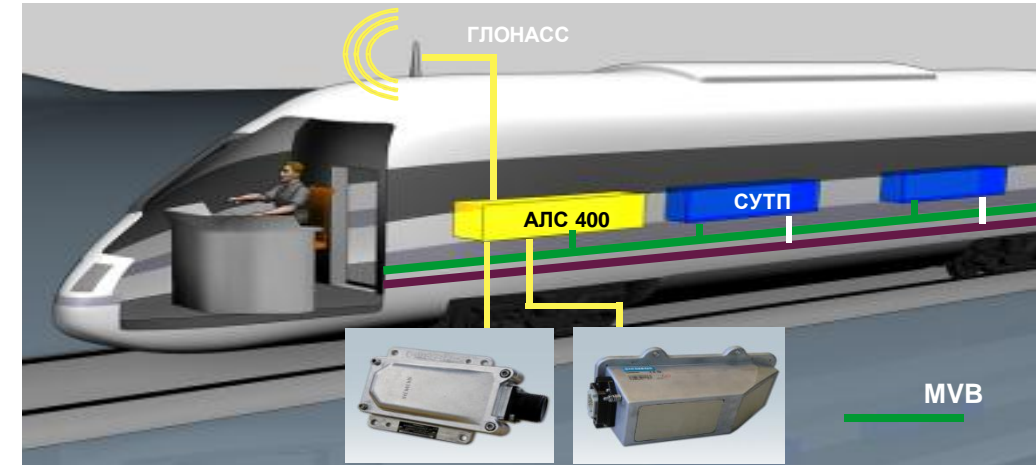
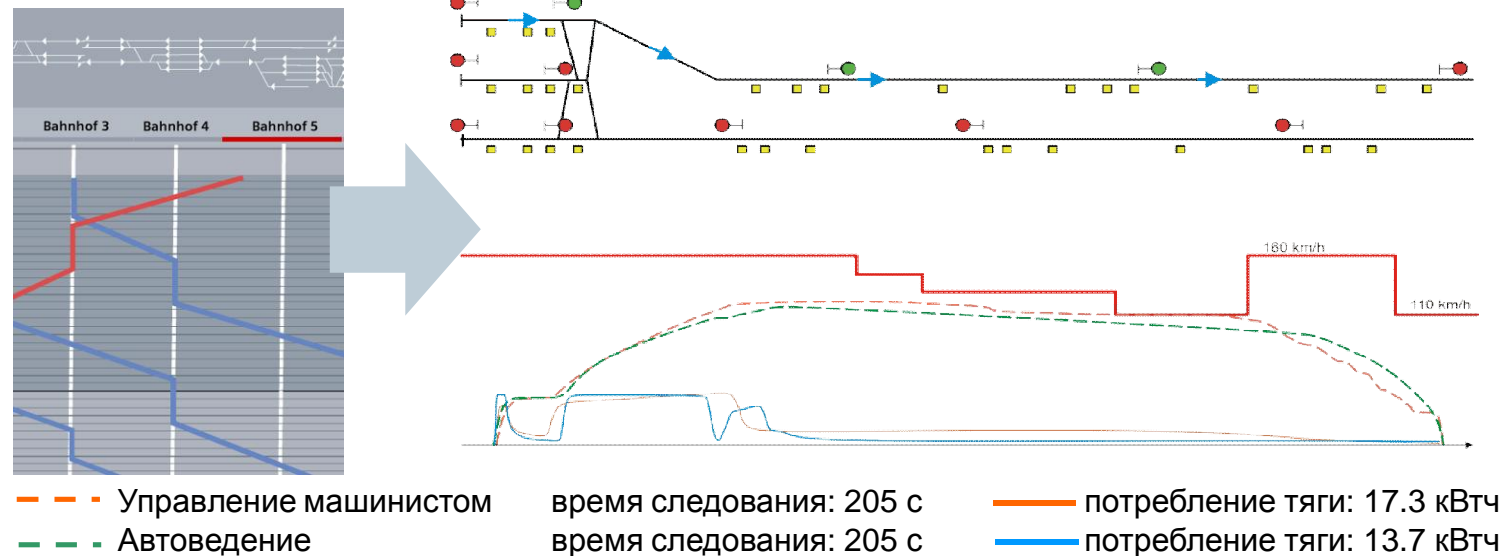
Режим работы на выделенных ВСМ – бортовые системы

Оптимальное определение местонахождения поезда

- Применение глобальной системы позиционирования **ГЛОНАСС** – увеличит точность позиционирования и позволит снизить количество необходимых реперных точек.

Оптимальное централизованное автоведение поезда

- С учетом характеристик впередилежащих участков и изменений в графике движения, переданных из диспетчерского центра (**Automatic Train Regulation**)



СУТП Система управления тормозами поезда
MVB Поездная шина обмена данными - Multifunctional Vehicle Bus



АЛС 400 – Российская система управления поездом

Режим работы на выделенных ВСМ – инфраструктура

Микропроцессорная централизация – МПЦ

- Компактная модульная конструкция
- Наивысшая степень безопасности
- Цифровые интерфейсы
- Гибкость в построении сети централизации
- Увязка с российскими системами автоматической блокировки для работы в режиме АЛСН / АЛС-ЕН

Устройства контроля свободы

- Микропроцессорные рельсовые цепи для контроля целостности рельса и свободы, а также передачи сигналов АЛСН / АЛС-ЕН

Радио-блок-центр – РБЦ

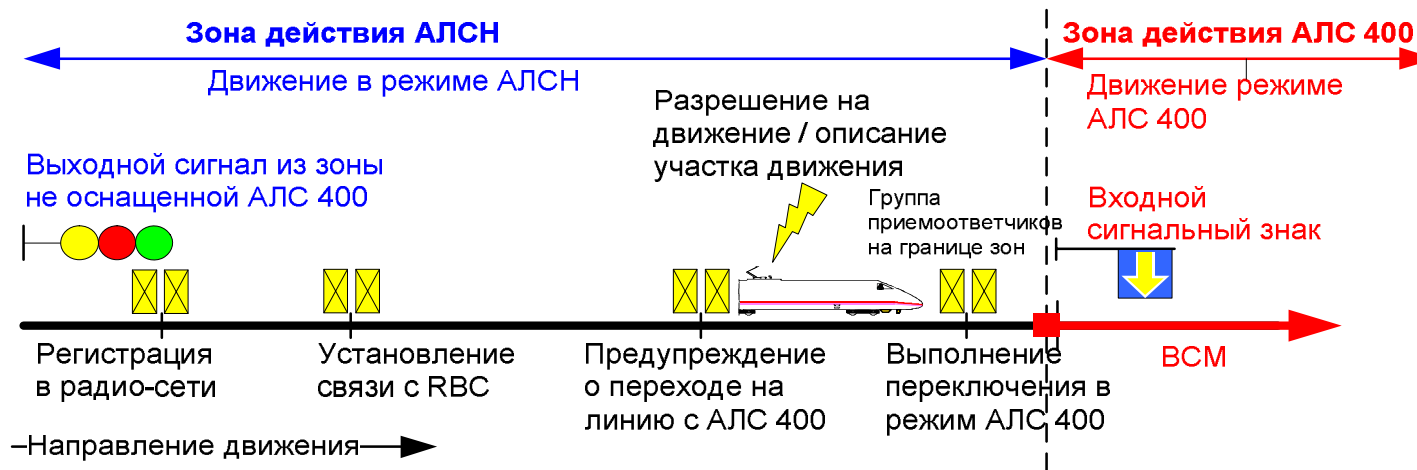
- Управление поездом по радио-каналу и проверенному безопасному протоколу связи Еврорадио



АЛС 400 – Российская система управления поездом

Режим работы на линиях общего пользования

- Безопасность движения на линиях общего пользования обеспечивается бортовыми системами **КЛУБ-У / БЛОК** благодаря информации АЛСН, переданной по рельсовым цепям → совместимость подвижного состава с существующей инфраструктурой СЦБ на линиях общего пользования
- Переход в режим движения по АЛС 400 / АЛСН и обратно автоматически при въезде / выезде в зону / из зоны выделенной линии ВСМ



Система микропроцессорной централизации стрелок и светофоров МПЦ-МЗ-Ф – Российская система МПЦ на аппаратной базе «Сименс»



Модули управления



Бесконтактный модуль управления
электроприводом



Рабочее место ДСП

Самая «молодая» микропроцессорная централизация на сети РЖД – результат долгосрочного международного сотрудничества

- Оптимальное сочетание «безопасной» аппаратной платформы **Simis*** производства «Сименс» и технологического программного обеспечения разработки российской компании «Форатек АТ»;
- **Полная совместимость** с применяемыми на российских ж. д. постовыми и напольными устройствами;
- Аппаратная платформа отвечает наивысшим требованиям по **безопасности и надежности** не только **российских**, но и **европейских** стандартов;
- МПЦ-МЗ-Ф с **2006 г. внедряется на сети ОАО «РЖД»**. На сегодняшний день в эксплуатации на **5 железнодорожных станциях различной конфигурации**;
- **Более 1000 систем СЦБ** в эксплуатации на линиях **ВСМ** и общего пользования по всему миру построены на платформе Simis.

Система готова к применению в текущих проектах РЖД и является солидной базой для адаптации к внедрению в системах управления движением на ВСМ

ФОРАТЕК АТ



Шкафы МПЦ-МЗ-Ф

Содержание лекции



0. Краткое содержание предыдущей лекции
1. Системы железнодорожной автоматики и управления движением поездов – особенности высокоскоростного движения
2. Краткий обзор систем СЦБ и АЛС применяемых на линиях с высокоскоростным движением
3. ERTMS – европейская система управления движением
4. Системы связи
5. Напольное оборудование ЖАТ для высокоскоростного движения
6. Особенности проектирования и реализации систем ЖАТ для ВСМ
7. Примеры реализованных проектов
8. Перспективы реализации инновационной системы управления движения на Российских ВСМ
- 9. Заключение**

Заключение

- Необходим комплексный подход к реализации систем управления движением и железнодорожной автоматики и телемеханики для высокоскоростного движения
- Система ERTMS – утверждает себя как международный стандарт систем ж.д. автоматики для ВСМ по всему миру
- В требованиях к системам ЖАТ для реализации скорости движения поездов на Российских ВСМ до 400 км/ч подразумевается разработка системы с элементами концепции ERTMS и отечественных инновационных разработок
- «Сименс» является крупнейшим поставщиком систем железнодорожной автоматики и одним из пионеров в области высокоскоростного движения и готов к участию в создании Российской системы ЖАТ для ВСМ

«Сименс» может разрабатывать, производить и внедрять системы ЖАТ для высокоскоростных магистралей России совместно с Российскими партнерами и делает это уже сегодня!



Рекомендованная литература



СИСТЕМЫ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ на железных дорогах мира

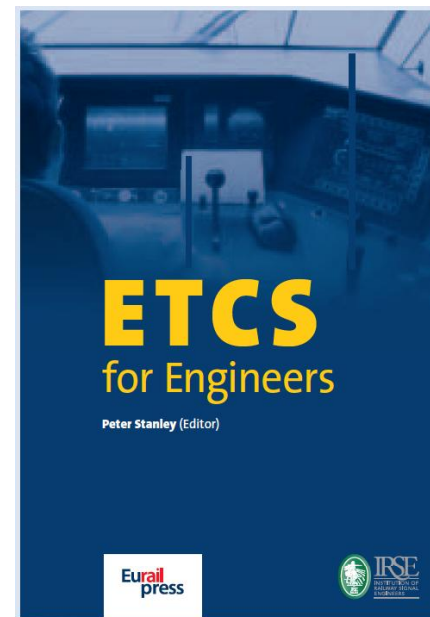
В книге, которая получила широкую известность среди российских и зарубежных специалистов, анализируются общие принципы и различия систем автоматки и телемеханики на железных дорогах мира, а также тенденции их развития.

Это — единственная книга на русском языке, в которой подробно рассмотрено построение современной системы управления движением поездов на базе радиоканала ETCS. Книгу подготовили ведущие эксперты по СЦБ из семи стран — России, Германии, Австрии, Великобритании, Италии, Словакии и США.

Книга выпущена при поддержке Департамента автоматки и телемеханики ОАО «РЖД» и российских компаний — изготовителей систем СЦБ.

Она рекомендована Управлением кадров и учебных заведений Федерального агентства железнодорожного транспорта в качестве учебного пособия для вузов.

Полноцветное высококачественное издание в твердом переплете, 488 страниц, 389 иллюстраций, 23 таблицы.



*Edition: 1st edition 2011,
Specification: 310 pages, hardback,
Format: 170 x 240 mm,
ISBN: 978-3-7771-0416-4,
Price: € 68,-*

European Train Control System

ETCS for Engineers

Peter Stanley (Publisher) In this book experts describe the latest developments in railway signalling and telecommunications systems in use throughout Europe. The key is the European Train Control System (ETCS), a part of the European Rail Traffic Management System (ERTMS). ETCS gives improved operational performance and better system capacity without compromising safety principles by redefining the concept of the track section and using continuous position reporting by the train.

Prof. Dr. Möller, CEO Siemens Russia

Ваши вопросы?

[siemens.com/mobility](https://www.siemens.com/mobility)