

SIEMENS

Акционерное Общество
Русскихъ Электротехническихъ Заводовъ
СИМЕНСЪ и ГАЛЬСКЕ



160

«Сименс»
в России

с 1853 года

Московский Государственный Университет Путей Сообщения (МИИТ) / 20-12-2013

«Высокоскоростное железнодорожное движение»

Цикл лекций президента «Сименс» в России Дитриха Мёллера

Содержание цикла лекций



- 20.09.13 Общий обзор высокоскоростного движения, история развития и основные технические принципы;
- 25.10.13 Высокоскоростные поезда в Германии;
- 15.11.13 Высокоскоростные поезда: международные проекты (Испания, Китай, Россия);
- **20.12.13 Системы железнодорожной автоматики и связи;**
- 14.02.14 Электрификация;
- 14.03.14 Инфраструктура и особенности проектирования;
- 18.04.14 Управление и финансирование проектов высокоскоростных магистралей и поездов;
- 16.05.14 Примеры проектов высокоскоростных магистралей, социально-экономические аспекты.

Содержание лекции



0. Краткое содержание предыдущей лекции

1. Системы железнодорожной автоматики и управления движением поездов – особенности высокоскоростного движения
2. Краткий обзор систем ЖАТ и АПС 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



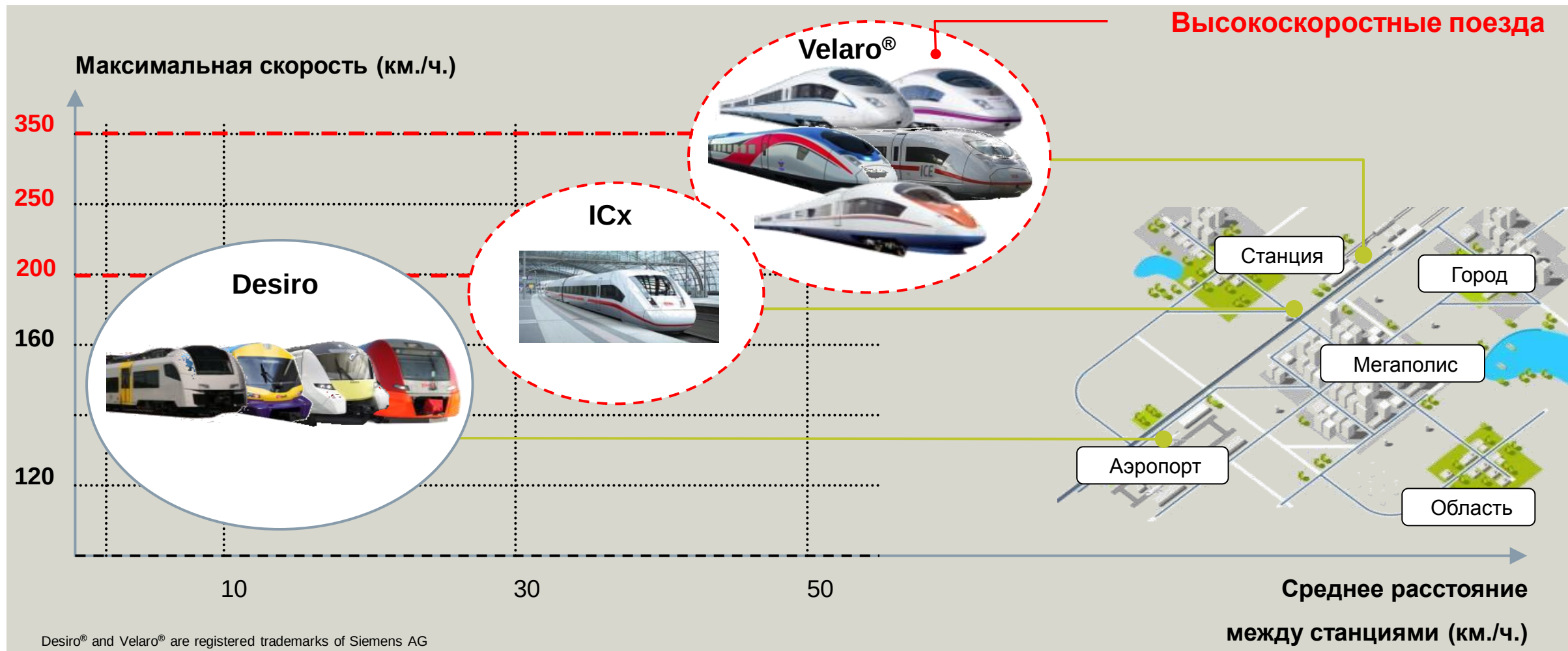
SIEMENS

Акціонерное Общество
Русскихъ Электротехническихъ Заводовъ
СИМЕНСЪ и ГАЛЬСКЕ

Цикл лекций - «Высокоскоростное железнодорожное движение»

Краткое содержание предыдущей лекции

Определение высокоскоростного поезда



Этапы развития высокоскоростного железнодорожного транспорта



Высокоскоростные железные дороги Германии



ICE 1



ICE 2



ICE 3



ICE T(TD)



Velaro D

Мировой опыт «Сименс» в проектах высокоскоростных поездов

Более 400 высокоскоростных поездов и компоненты для более 200 поездов по всему миру

ICE T / ICT 2 / ICE TD, с
1991г.

11 x 5-car EMU

60 x 7-car EMU

20 x 4-car DMU

ICE 3 + option
67 x 8-car EMU

Velaro D, 2014
16 x 8-car EMU

Германия

284 EMU

20 DMU

(Голландия,
Бельгия,
Швейцария)

Россия, 2006

Velaro RUS

16 x 10-car EMU

Китай, 2005

Velaro CN

60 x 8-car EMU

Components for 237 EMU

Турция 2013

Velaro Turkey

7 x 8-car EMU

Англия 2013

Velaro e320

10 x 16-car EMU

Испания 2007

Velaro E / E2

26 x 8-car EMU

ICE® is a registered trademark of DB AG



SIEMENS

Акціонерное Общество
Русскихъ Электротехническихъ Заводовъ
СИМЕНСЪ и ГАЛЬСКЕ

Цикл лекций - «Высокоскоростное железнодорожное движение»

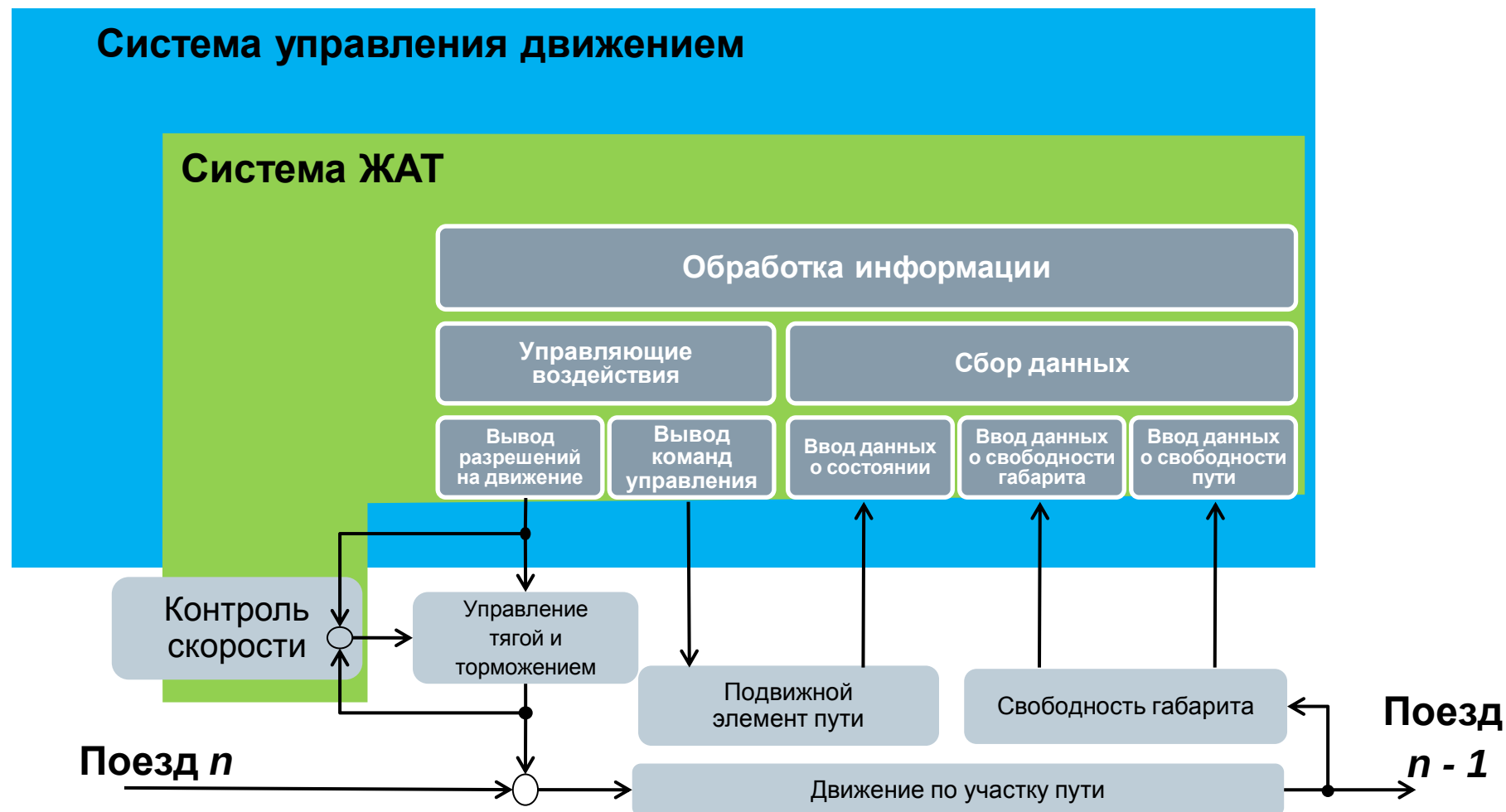
Железнодорожная автоматика и системы управления высокоскоростным движением

Содержание лекции



0. Краткое содержание предыдущей лекции
1. **Системы железнодорожной автоматики и управления движением поездов – особенности высокоскоростного движения**
2. Краткий обзор систем ЖАТ и АПС 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



Обеспечение безопасности на железных дорогах



Характеристики железнодорожной системы

Низкий коэффициент трения → длинный тормозной путь

Направление в рельсовой колее

Опасности

Столкновения

с ТС,
пересекающими
пути

с объектами
окружающей
среды

с ж/д подвижным составом

Сходы

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

ограни-
чение
скорости

контроль и
управление
скоростью

Примеры применения

системы определения свободы
габарита

замыкание стрелок и контроль за их положением

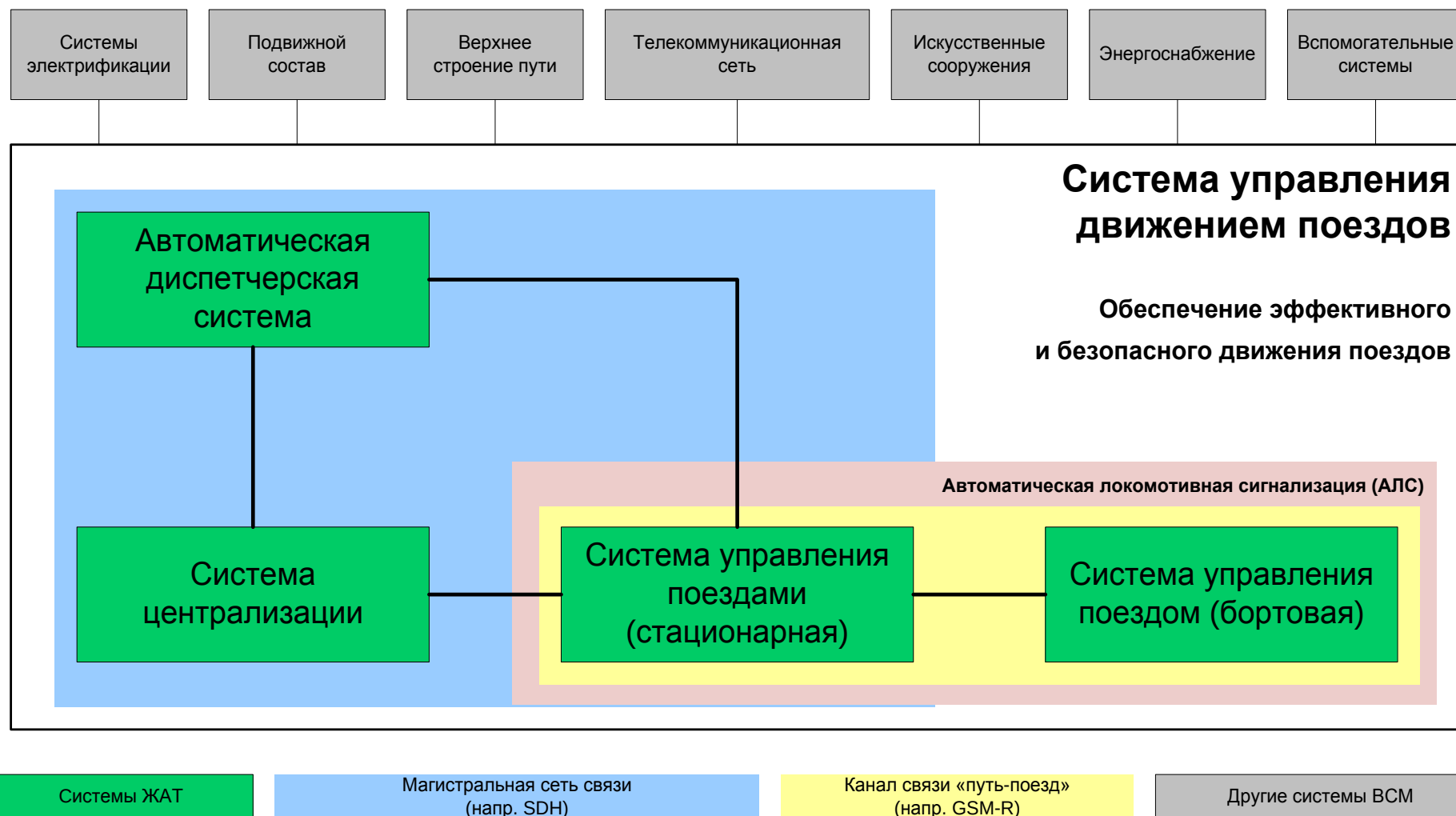
ж/д переезды

системы блокировки

централизация маршрутов

локомотивная
сигнализация

Системы железнодорожной автоматики и управления движением поездов в контексте высокоскоростного движения



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

Тормозной путь поезда > 1500 м

Плохое восприятие показаний путевых светофоров 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 острижков
- 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 системы перевода, запираания и контроля стрелок

Помехоустойчивость напольных устройств



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 с учетом всего жизненного цикла:

- применение специальных **процессов инжиниринга критических систем**
- **увязка с другими системами безопасности**
- **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

Расследование причин катастрофы

28.07.2011 были опубликованы текущие результаты расследования:

- Сбой системы сигнализации и блокировки в результате молнии
- Движение первого поезда на станцию во вспомогательном режиме (макс. 20 км/ч);
- Ложная свобода занятого первым поездом участка
- Разрешающий сигнал для проследования следующего поезда на фактически занятый участок
- Столкновение произошло на скорости около 100 км/ч



Фото: Wikipedia

Детали: Основная причина аварии – опасный отказ в системах ЖАТ

- **Опасный отказ:** перегорание предохранителей устройств ввода-вывода в централизации и привело к ложной свободе рельсовой цепи на которой находился первый поезд
- **Второй отказ (неопасный):** повреждение CAN-шины системы телеуправления привел к логической занятости участка перед поездом и его остановке системой АЛС (система CTCS-2)
- 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

80 человек погибли и более 140 получили ранения.

Расследование причин катастрофы

По предварительным данным

- 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.

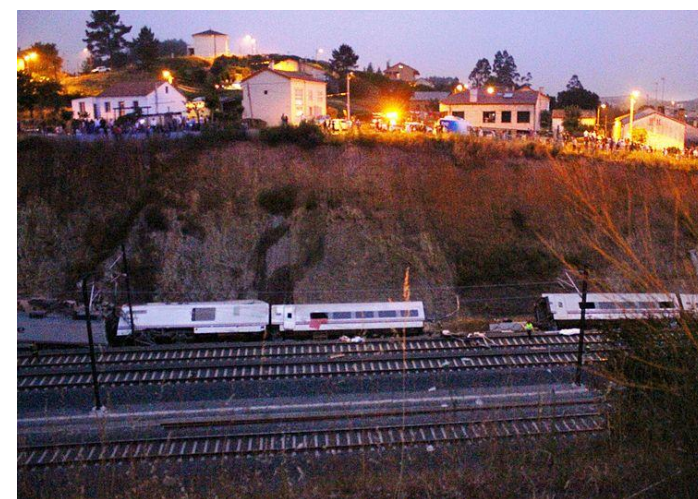


Фото: Wikipedia

Безопасность пассажирского ж/д транспорта

Сравнение с другими транспортными средствами

Статистика Европейского железнодорожного агенства (ERA)
за период 2008-2010 по 27 странам ЕС*

Вид транспорта	Риск смертельного исхода на 1 млрд. пассажиро-километров
Воздушный транспорт	0,101
Ж/д транспорт	0,156
Автомобиль	4,450
Автобусный транспорт	0,433

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



Требования к системам управления и ЖАТ для высокоскоростных магистралей

Производительность и эффективность

SIEMENS

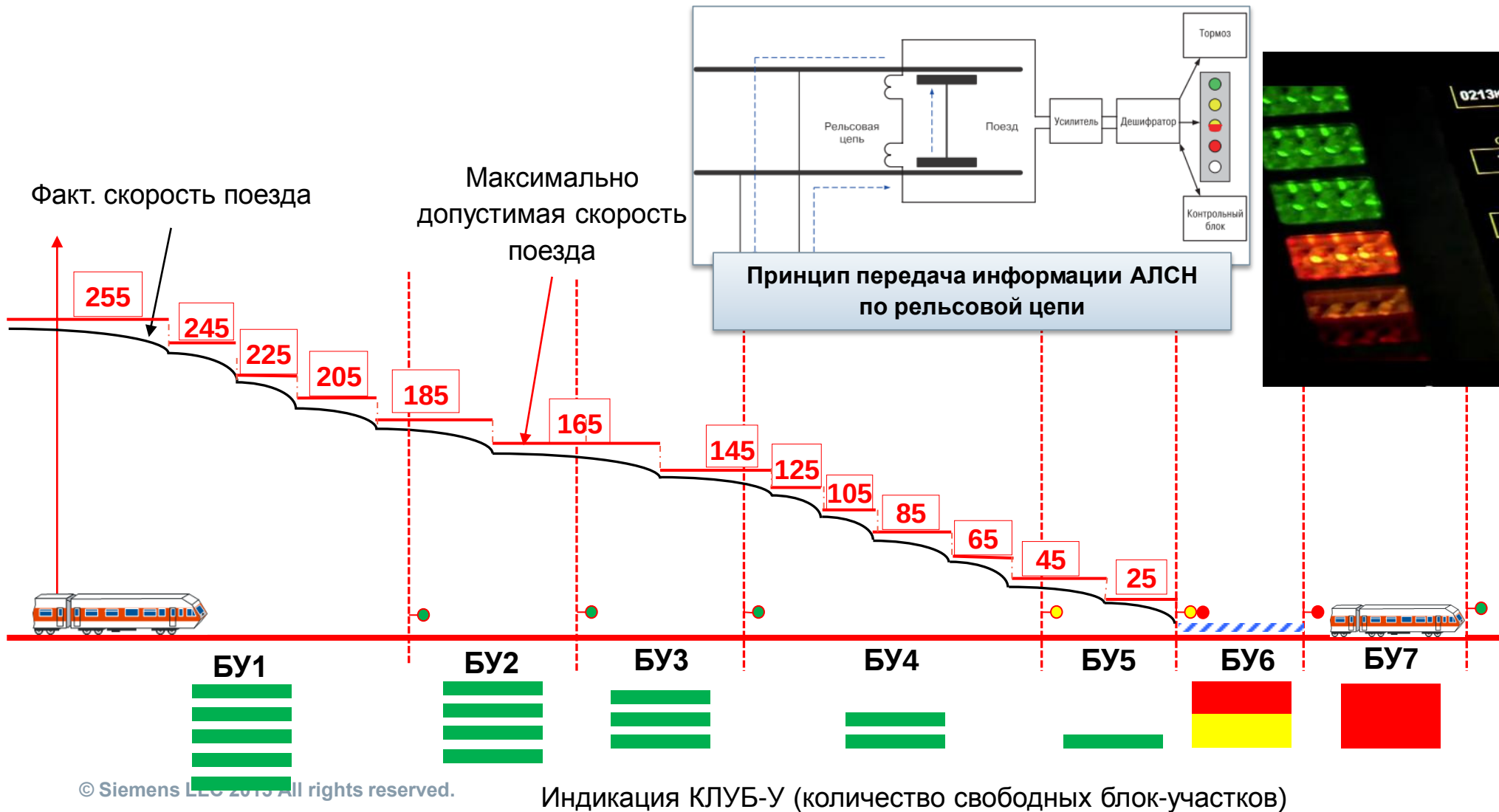
- **Высокий уровень централизации** позволяет управлять и обслуживать участки удаленные от поста централизации на 100 км и более, что позволяет экономию капитальных и операционных затрат
- **Высокая степень автоматизации и применение информационных технологий**
 - применение цифровых каналов обмена данных 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 затраты ресурсов, 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, 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 ЖАТ 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

Среднее количество сбоев АЛС на 1 поездку
ВСП "Сапсан" в 2011/2010 г. по месяцам

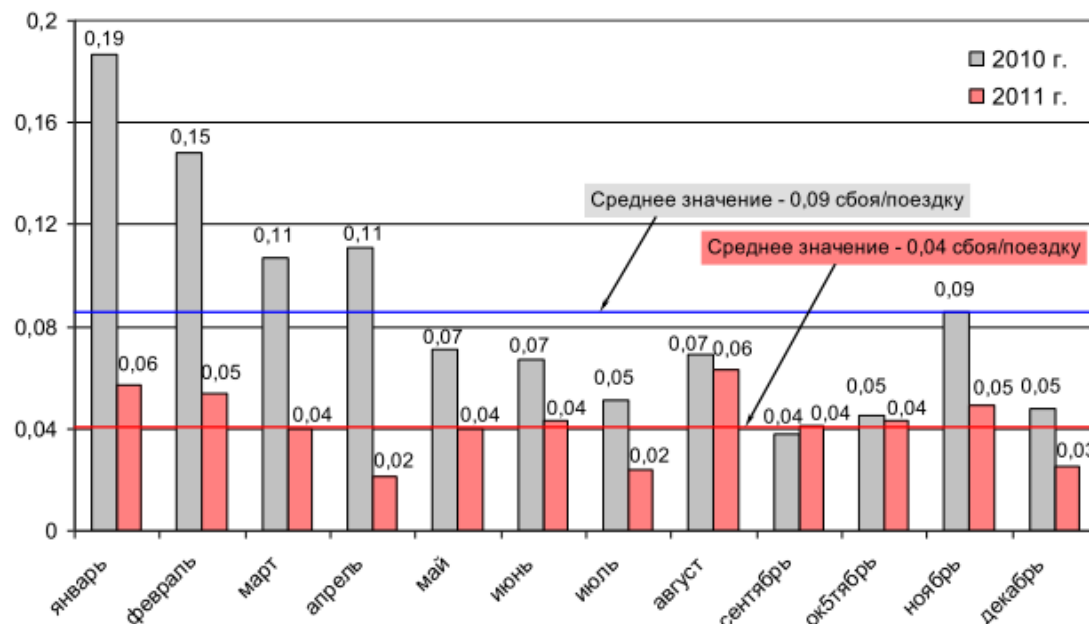
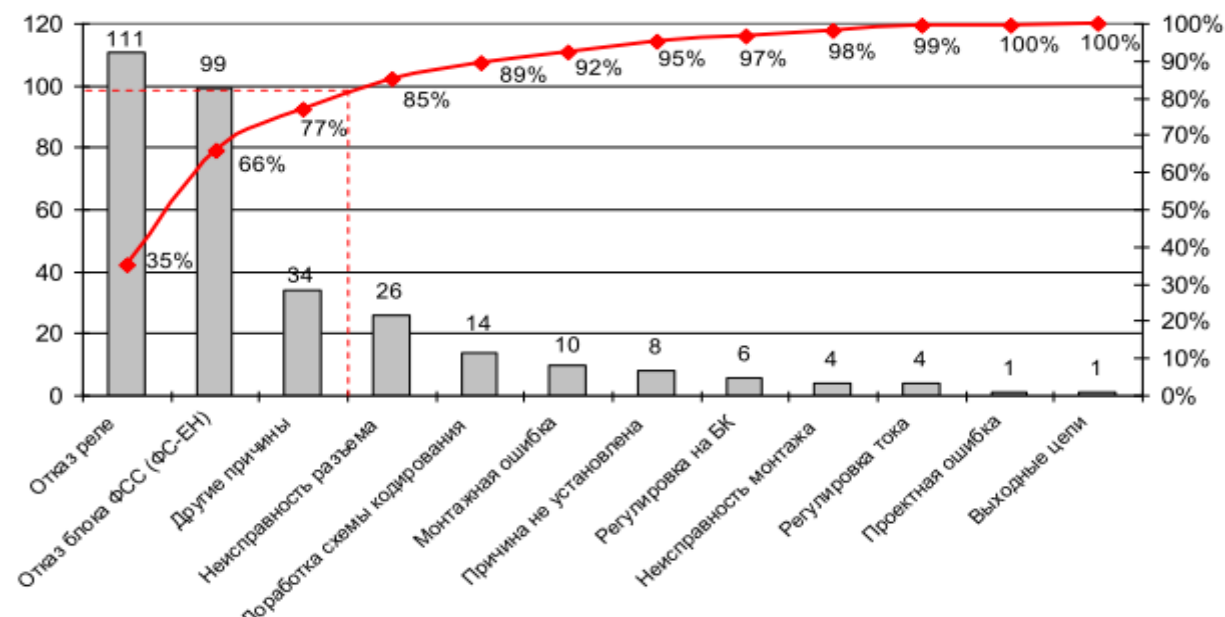


Диаграмма Парето: сбои АЛС-ЕН по причинам хозяйства Ш в 2011 г.



2012 г.

Участок Санкт-Петербург – Москва ВСП «Сапсан»: 172 сбоя в работе АЛС при следовании ВСП «Сапсан»(2011 г. - 265 сбоев). Из них сбои по каналу АЛС-ЕН составили 88 % (151 сбой), по каналу АЛСН - 12 % (21 сбой).

Участок Санкт-Петербург - Бусловская (ВСП «Аллегро»): 72 сбоя в работе АЛС, (2011 г. - 94 сбоя). Из них сбои по каналу АЛС-ЕН составили 79 % (57 сбоев), по каналу АЛСН - 21 % (37 сбоев).

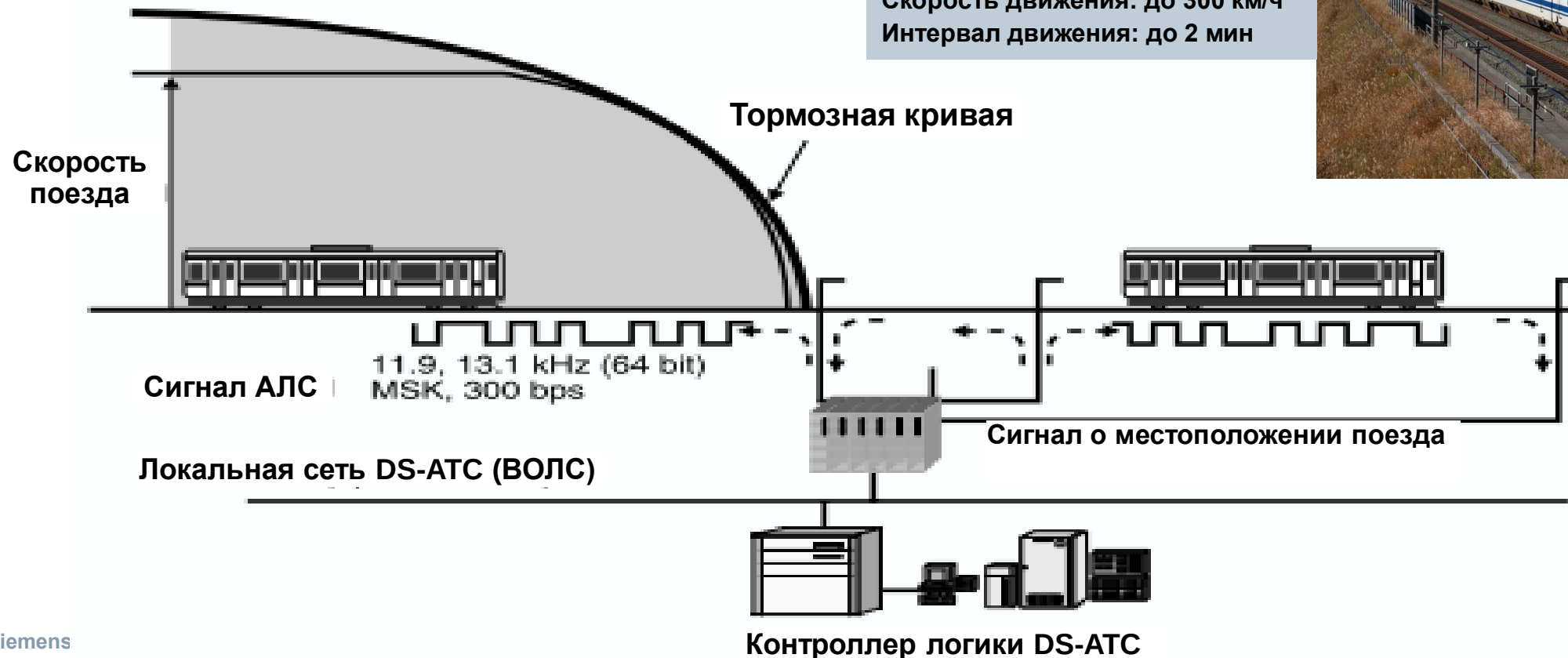
Основная причина - несовершенство алгоритмов построения схем кодирования и применяемой релейной аппаратуры.

из Журнала «Автоматика, Связь, Информатика», 04-2013

Digital ATC

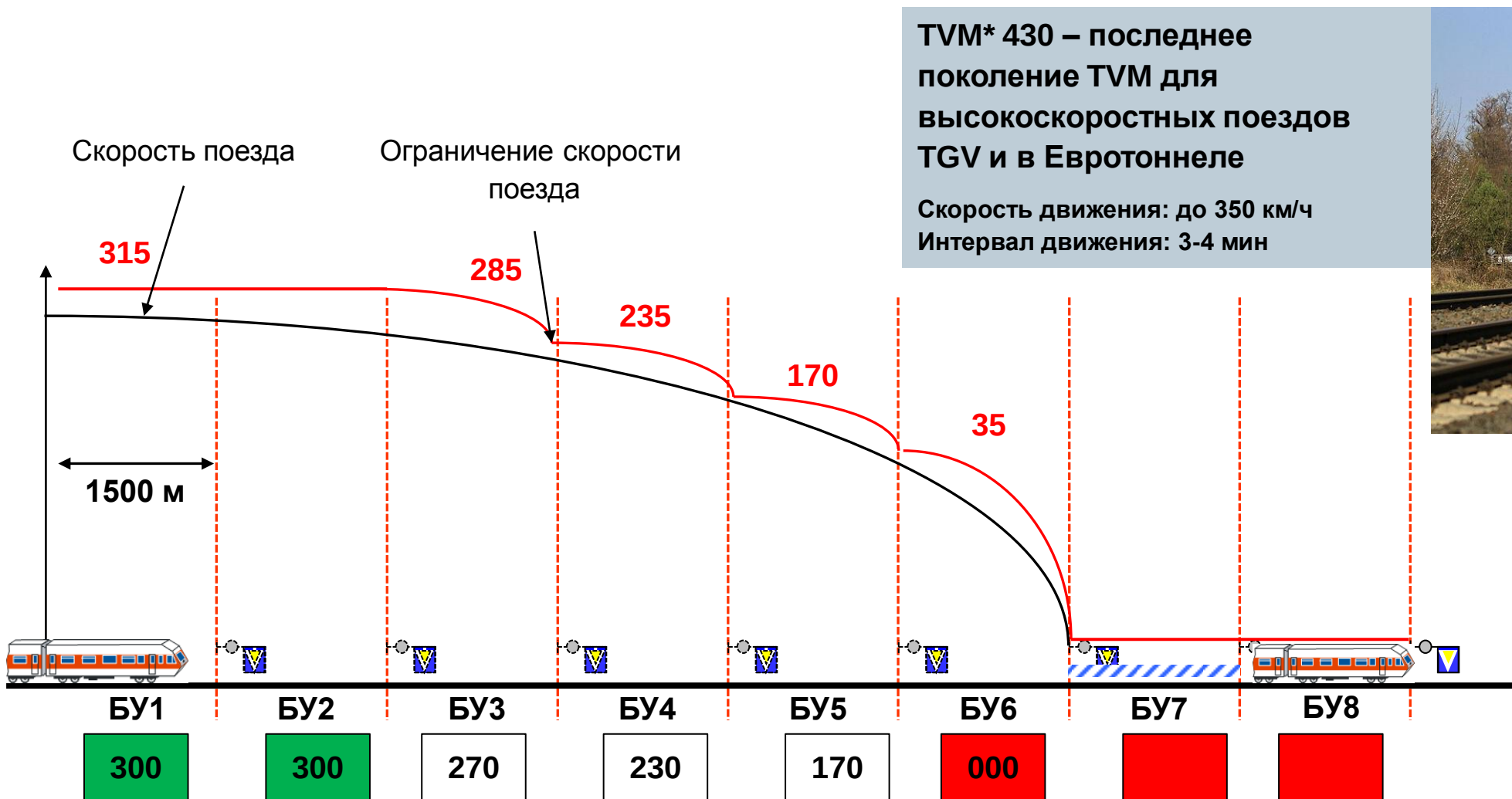
Система АЛС на высокоскоростных линиях Синкансен – Япония

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



TVM

Система АЛС 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

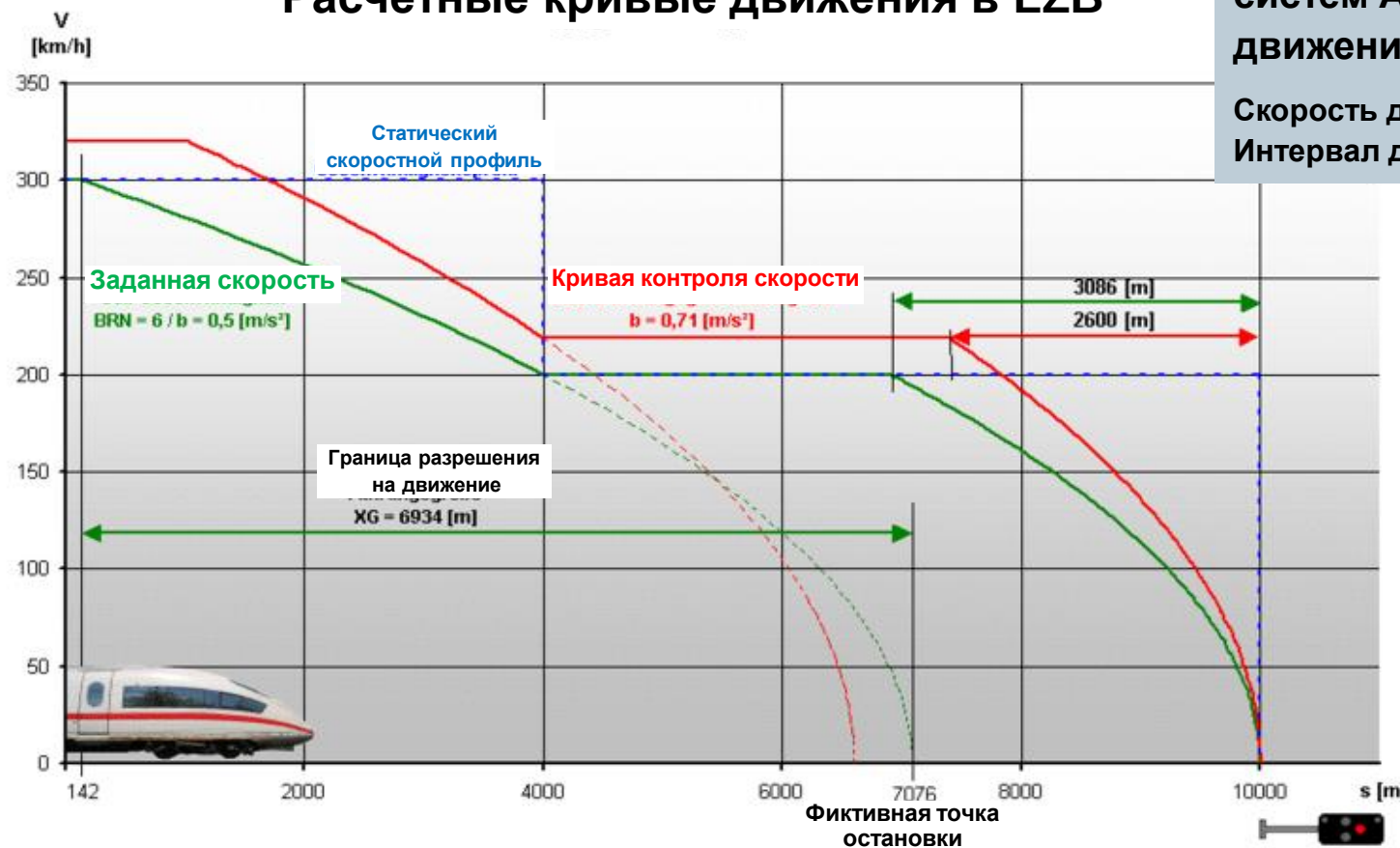


Знак
«Граница блок-участка»

LZB

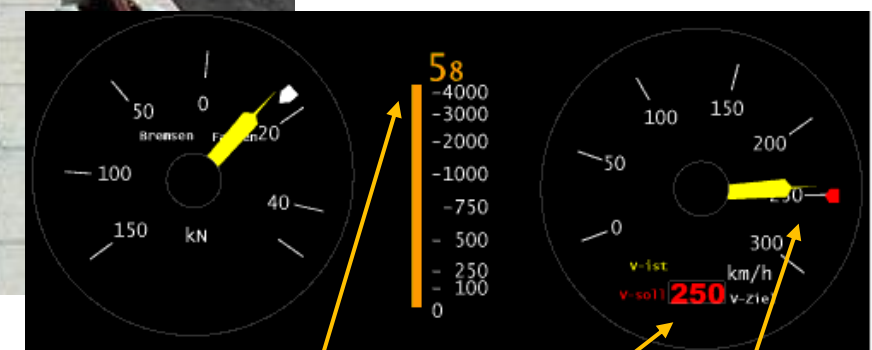
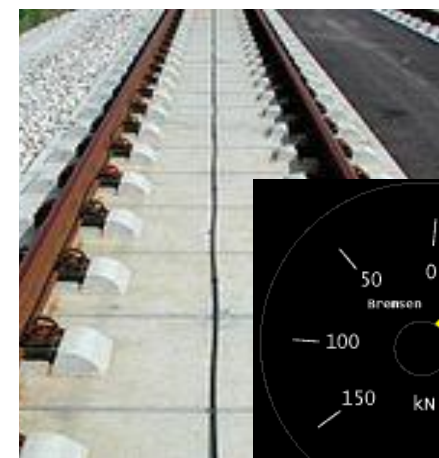
Система АЛС на линиях ВСМ – Германия / Австрия / Испания

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

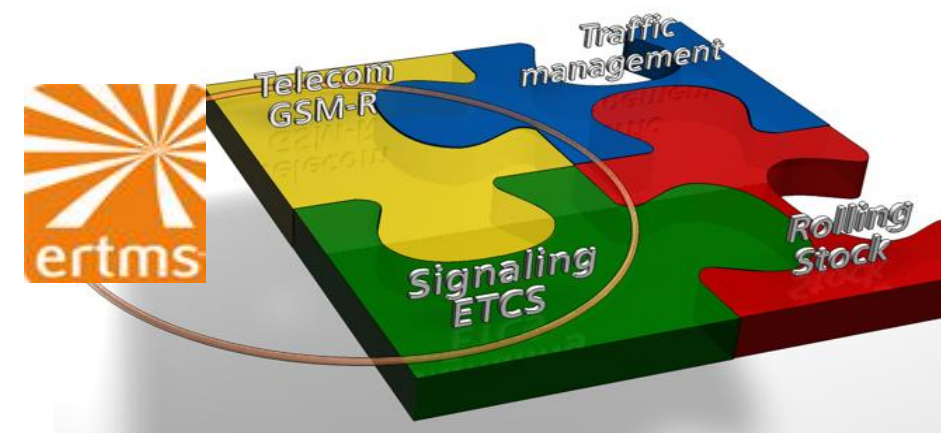
Содержание лекции



0. Краткое содержание предыдущей лекции
1. Системы железнодорожной автоматики и управления движением поездов – особенности высокоскоростного движения
2. Краткий обзор систем ЖАТ и АПС 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

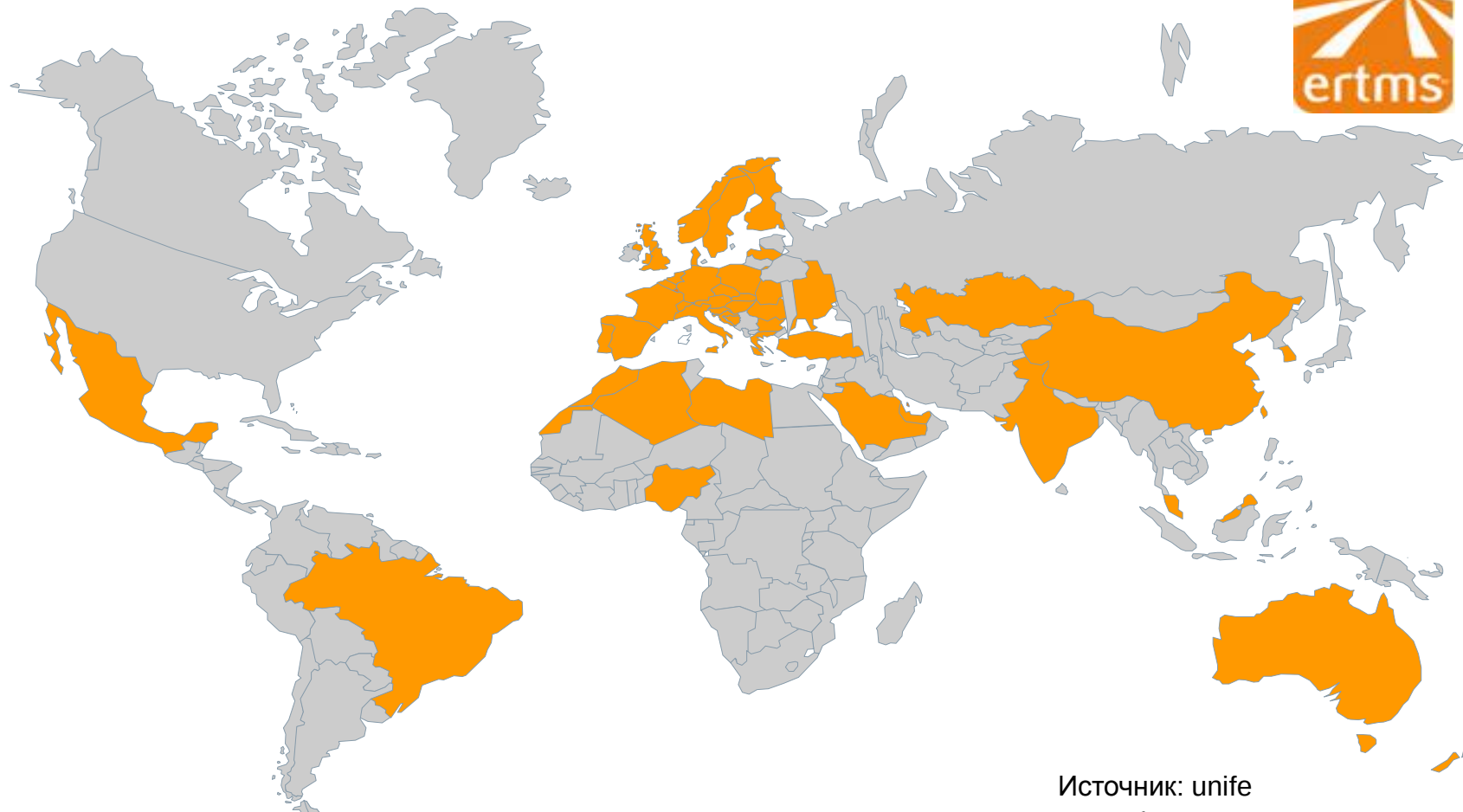
Европейская система управления движением – ERTMS как эффективная и безопасная система для ВСД

- **Принятый международный стандарт**
интероперабельность, рост эффективности ж/д перевозок, низкая стоимость жизненного цикла
- **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**
Уровень безопасности SIL4 по CENELEC

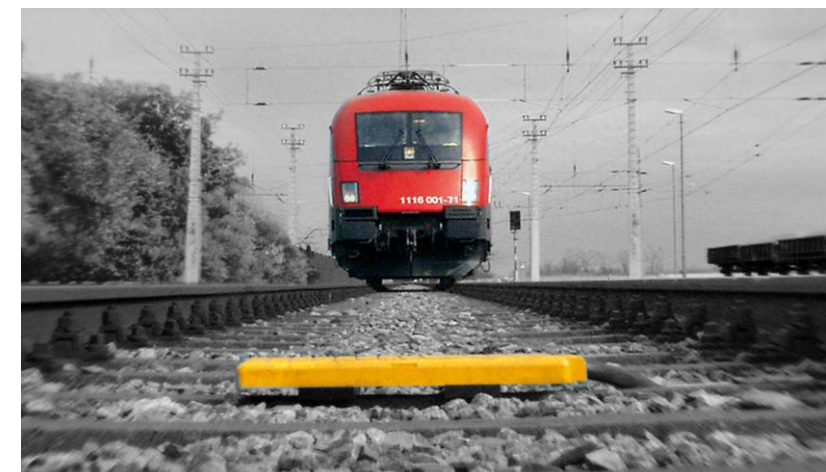


Европейская система управления движением – ERTMS утверждается как стандарт для ВСД по всему миру

Страны с реализованными или реализуемыми
проектами по внедрению ERTMS

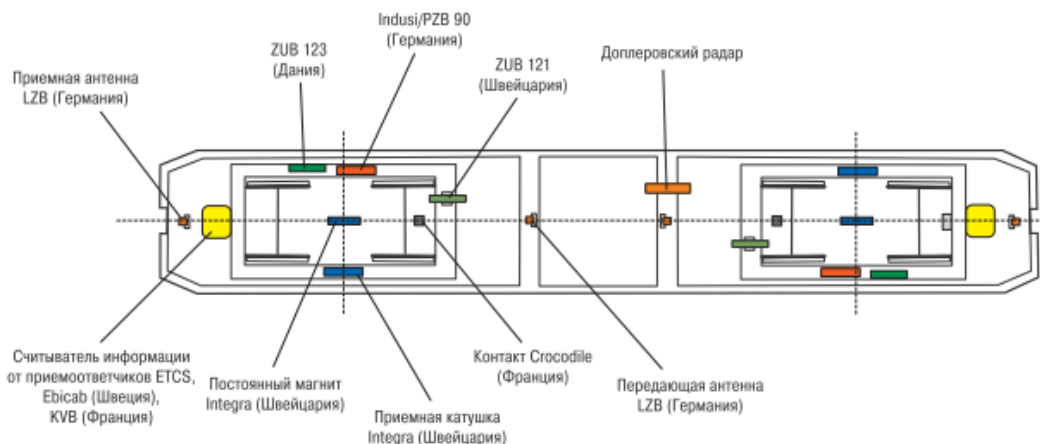
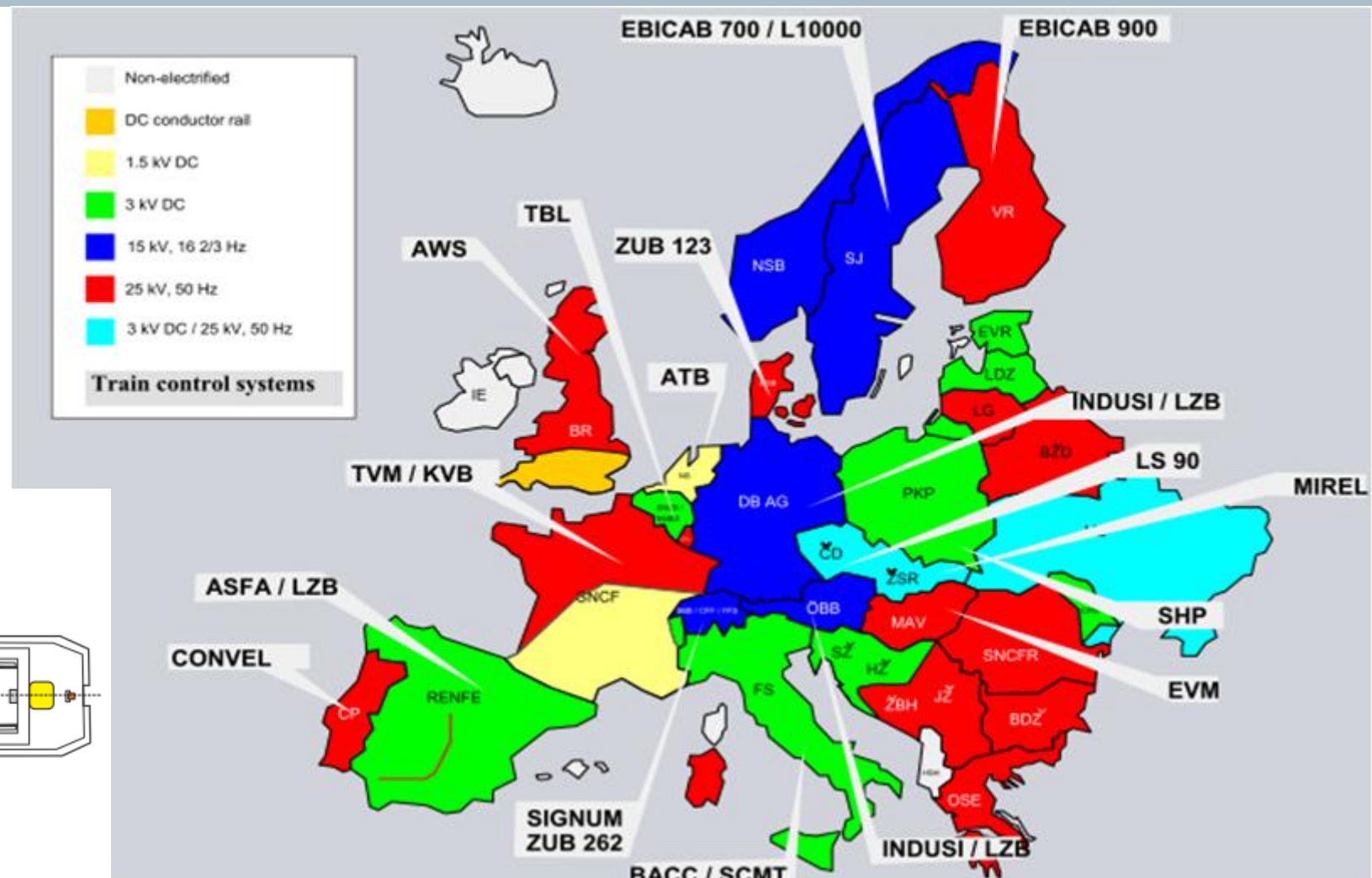


- Общая протяженность линий, оснащенных ERTMS - **67.961 км** (включая реализуемые проекты)
- Более **120** линий - ВСМ (>200 км/ч)
- Более **11.000** единиц подвижного состава во всем мире оборудованы системами **ERTMS**



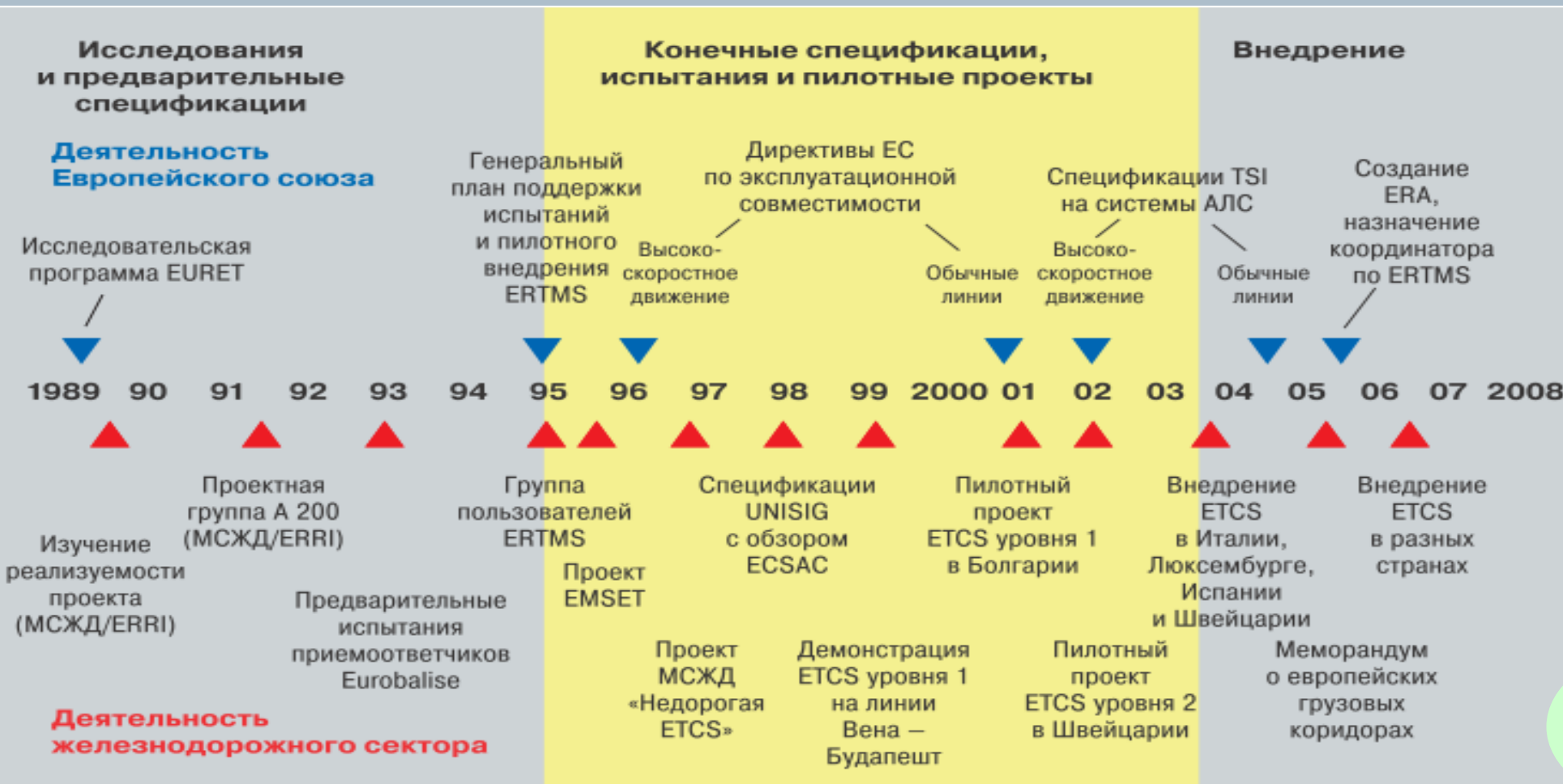
Источник: unife
сентябрь 2013 г.

Гармонизация систем управления в Европейском Союзе



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;

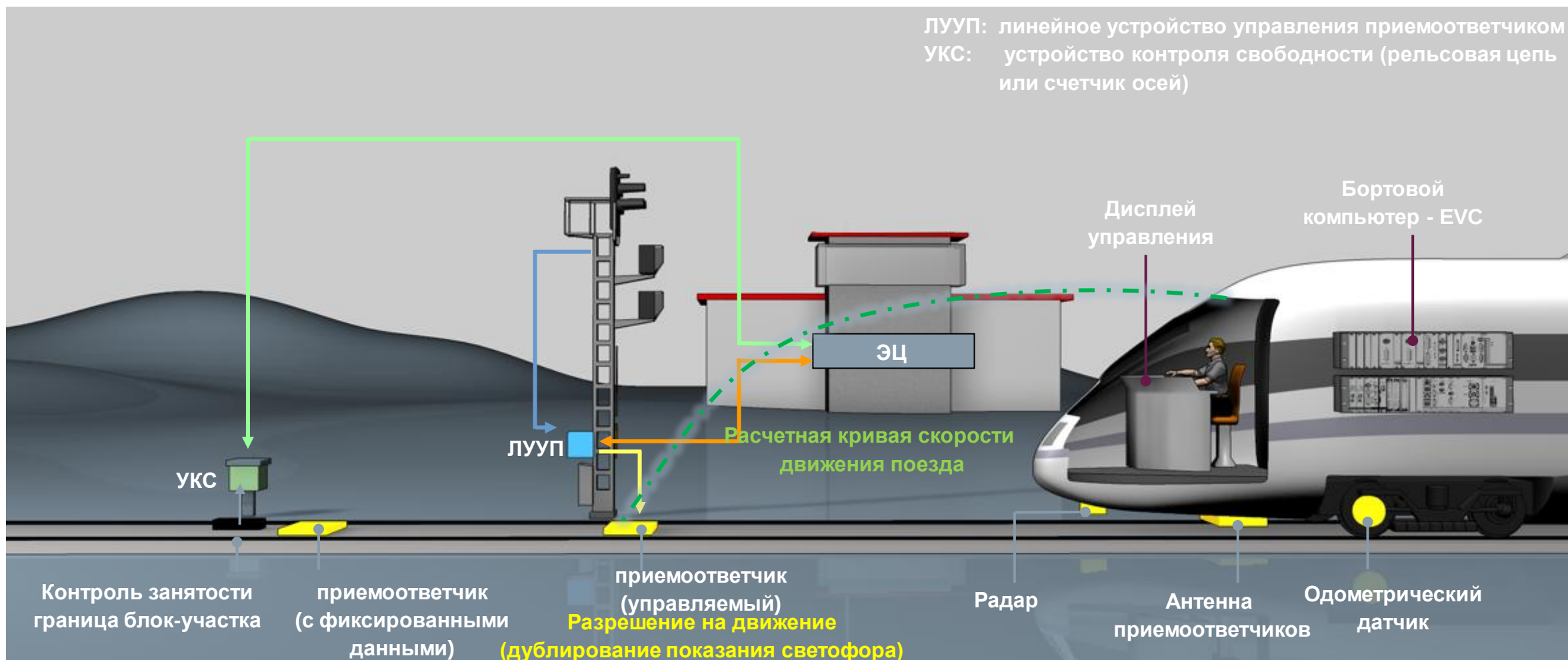
ECSAC — группа приемки базовых спецификаций UNISIG (образована железными дорогами, входящими в группу пользователей системы ERTMS)



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

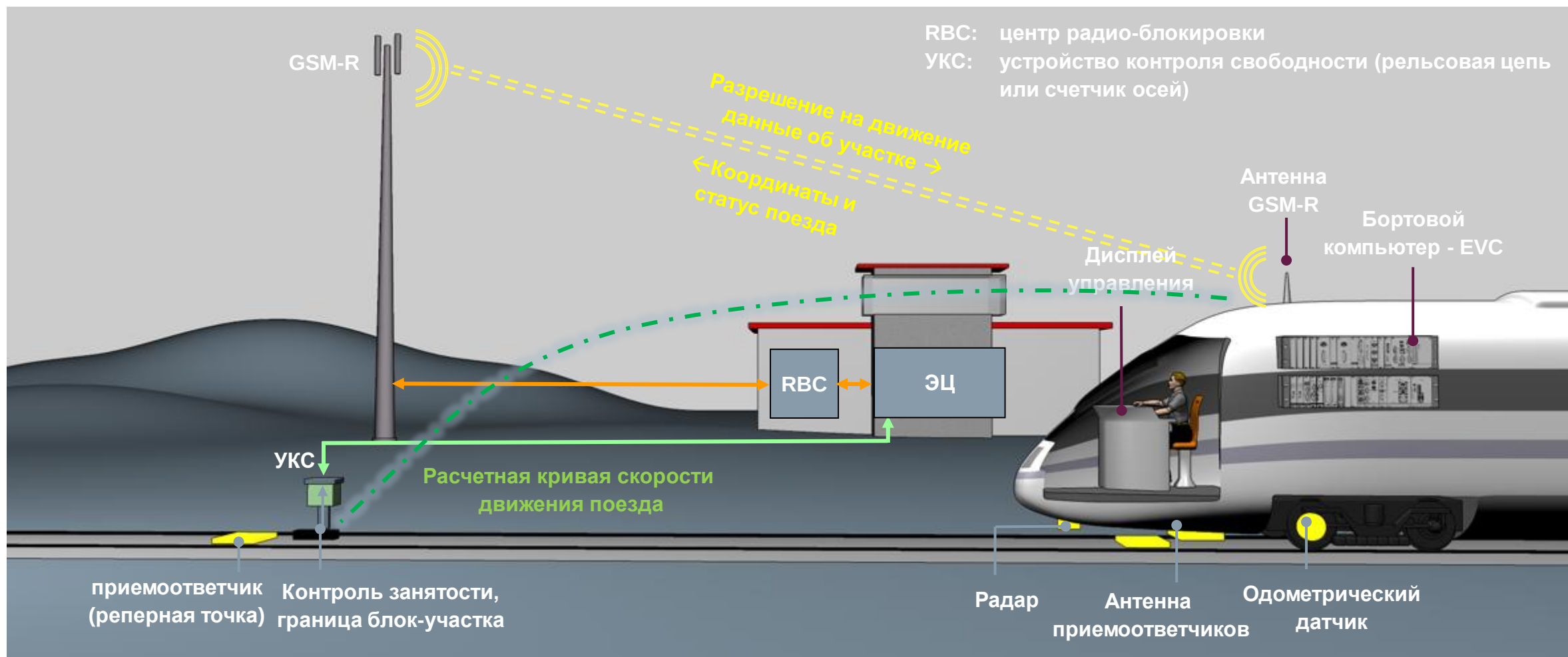
ETCS Уровень 1

Точечное управление движением поезда посредством приемоответчиков



ETCS Уровень 2

Непрерывное управление движением по радио-каналу GSM-R

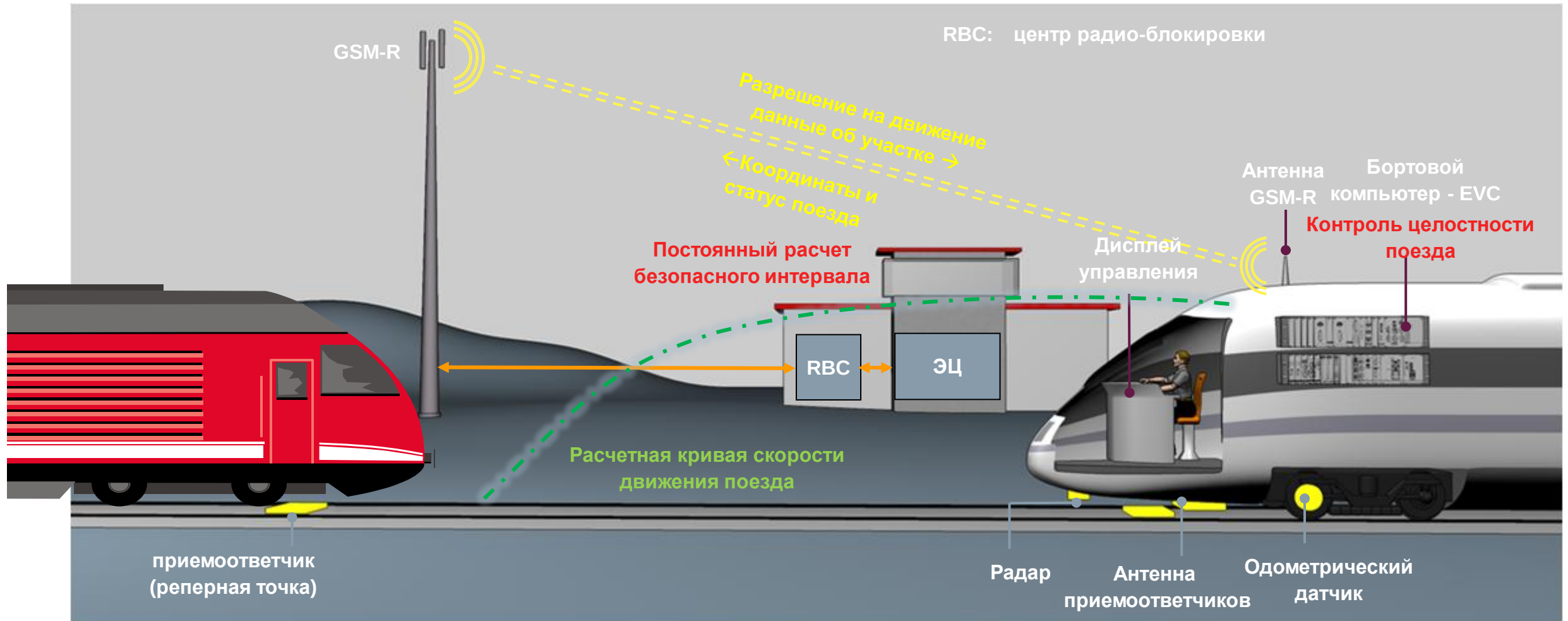


ETCS Уровень 3

Непрерывное управление движением по радио-каналу GSM-R

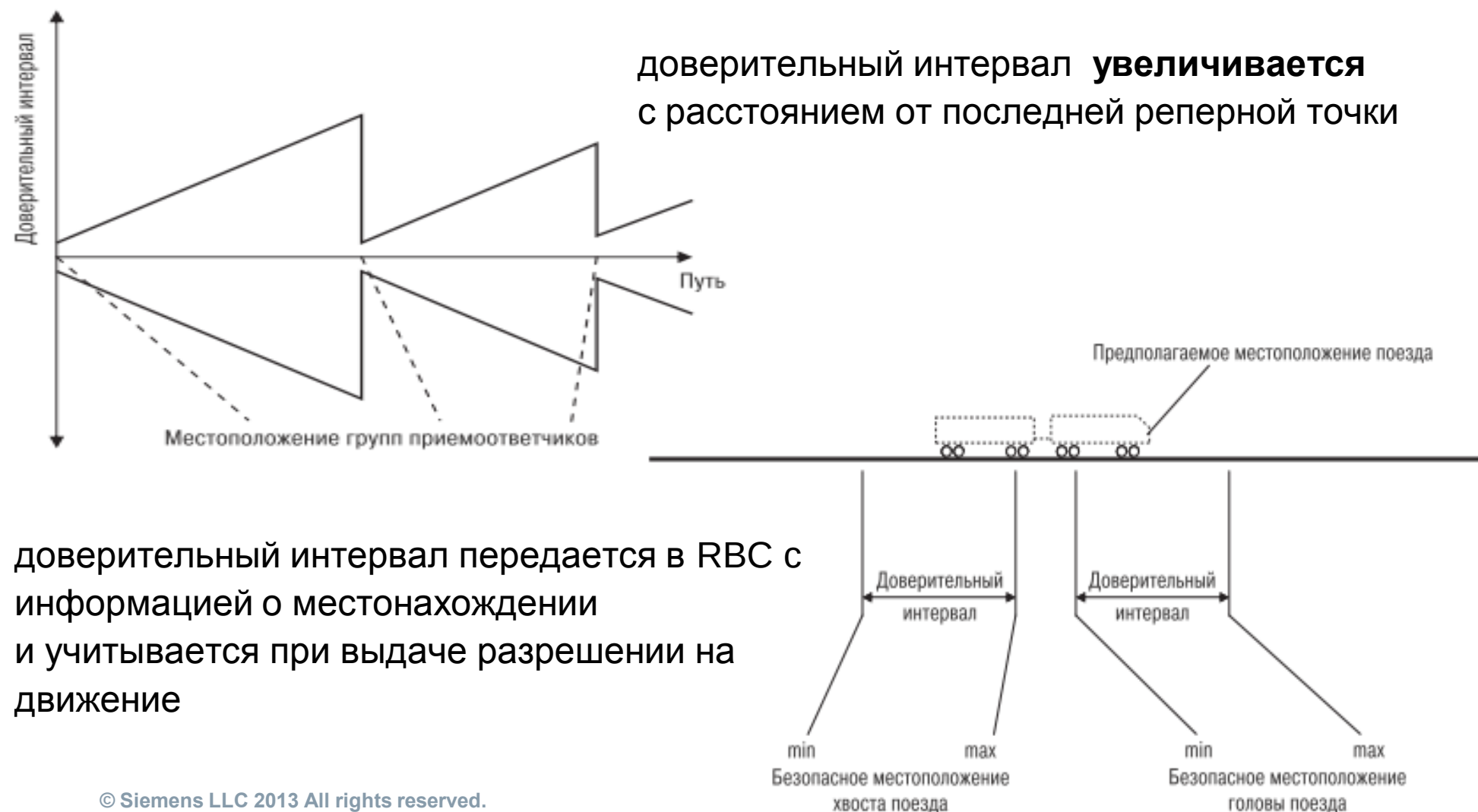
Нет устройств контроля свободы и фиксированных блок-участков

SIEMENS

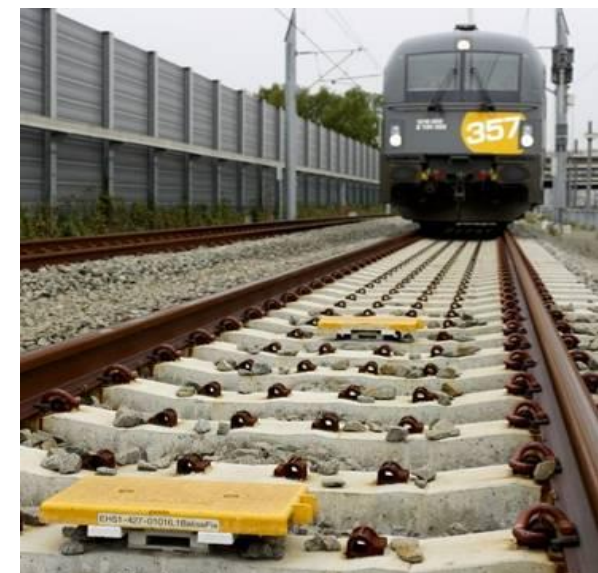


ETCS – принцип действия

Определение местонахождения поезда

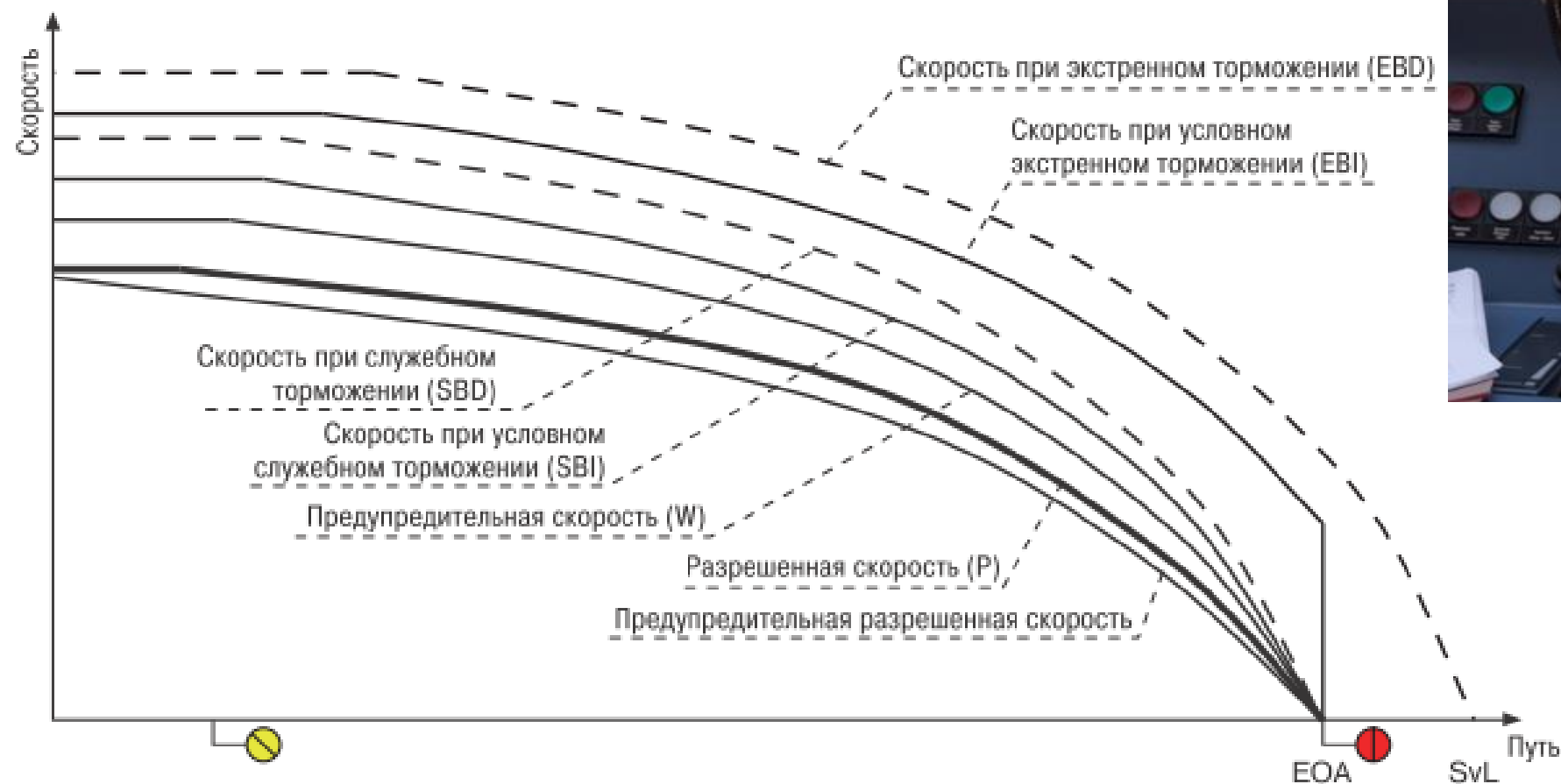


доверительный интервал передается в RBC с информацией о местонахождении и учитывается при выдаче разрешения на движение



Принцип действия

Разрешение на движение / контроль скорости на поезде

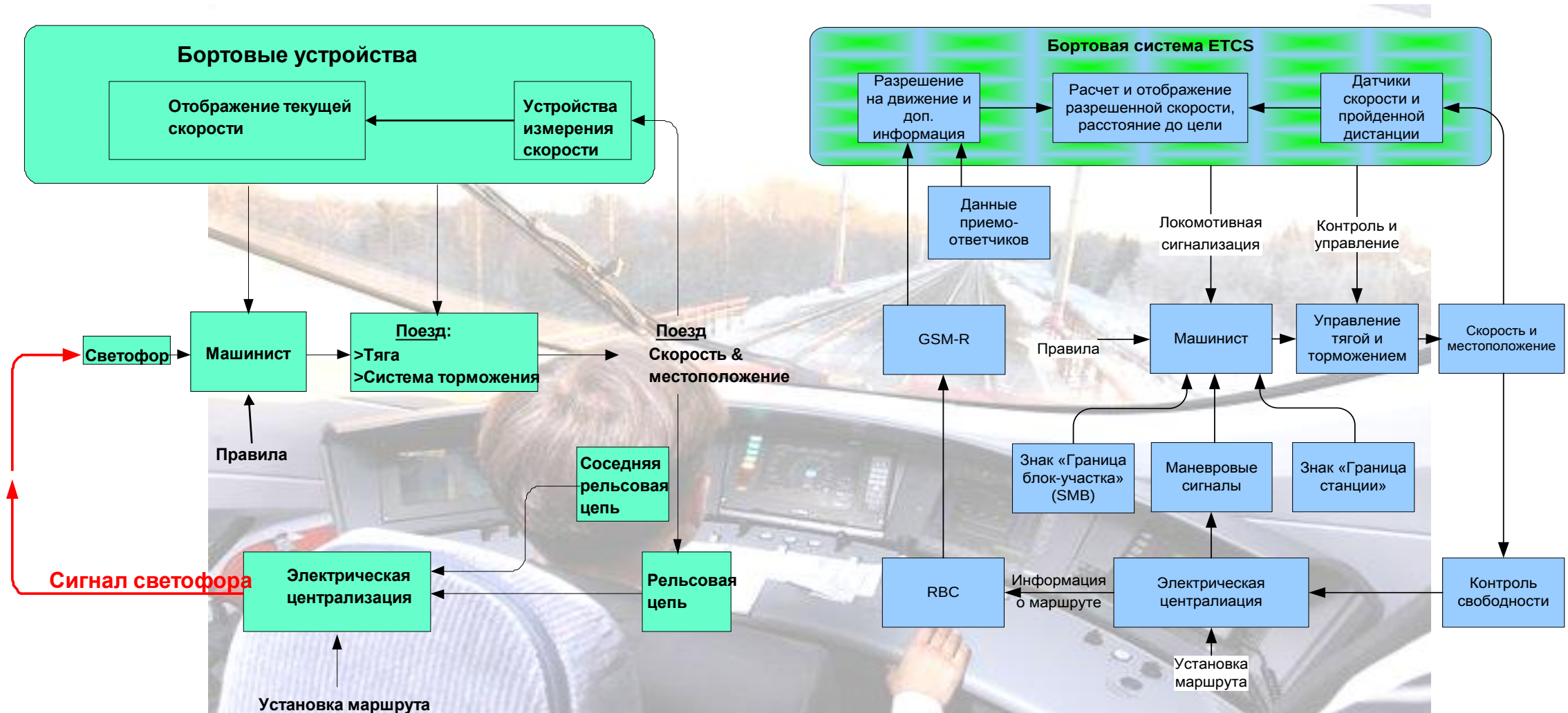


Знак «Граница блок-участка»

Принцип действия

Взаимодействие «Машинист – Поезд»

Движение по сигналам светофоров – движение в режиме ETCS



Основные функции

	← Совместимость бортовых систем		
	ETCS Ур. 1	ETCS Ур. 2	ETCS Ур. 3
Напольные светофоры	■	□	□
Напольный контроль свободности участков	■	■	□
Необходимость проверки целостности поезда	□	□	■
Подвижные блок-участки	□	□	■
Приемопередатчики в качестве реперных точек	■	■	■
Локомотивная сигнализация	■	■	■
Непрерывный контроль скорости	■	■	■
Точечная передача данных	■	■	■
Непрерывная передача данных	■ по шлейфу	■ GSM-R	■ GSM-R
Возможность передачи информации о смене сигнального показания до конца блок участка	■ приемопередатчики, шлейфы	■ GSM-R	■ GSM-R

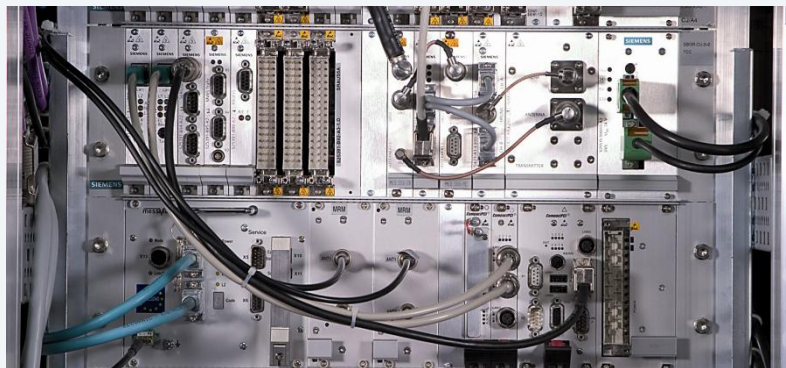
Устройство контроля целостности поезда
на поездах локомотивной тяги
„End-of-Train Device“ в ETCS L3



Бортовое оборудование ETCS

На примере системы Trainguard 200

Бортовой компьютер – EVC*



- **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*

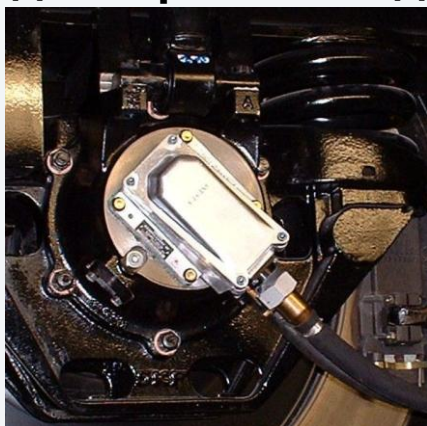


- Визуальное и акустическое **информирование** машиниста
- Управление системой с помощью **сенсорной панели** либо многофункциональными кнопками
- **Два сенсорных дисплея** переключаемых и независимых друг от друга в одном корпусе – для обеспечения большей **готовности**
- Информация для машиниста:
 - 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 поездной антенны** (27095 МГц)
- Отвечает наивысшим требованиям по безопасности – **SIL4**

RBC Futur 2500



- 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)



- 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**
- Стандартизированная системная платформа, **адаптируемая** под заказчика
- МПЦ с отказоустойчивой обработкой информации в соответствии с высоконадежным принципом **Simis – 2003**
- Возможность монтажа в **модульных контейнерах** (фабричная сборка и полная отладка)

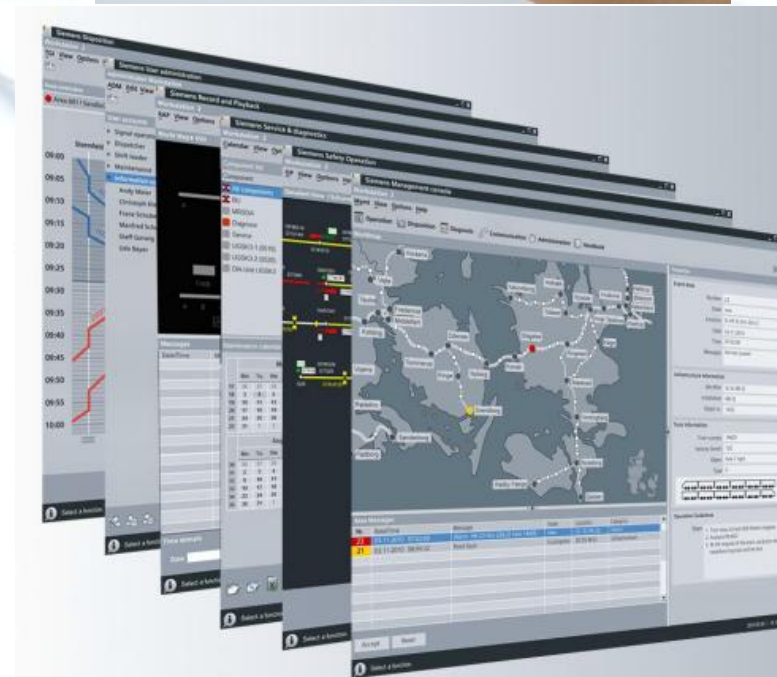
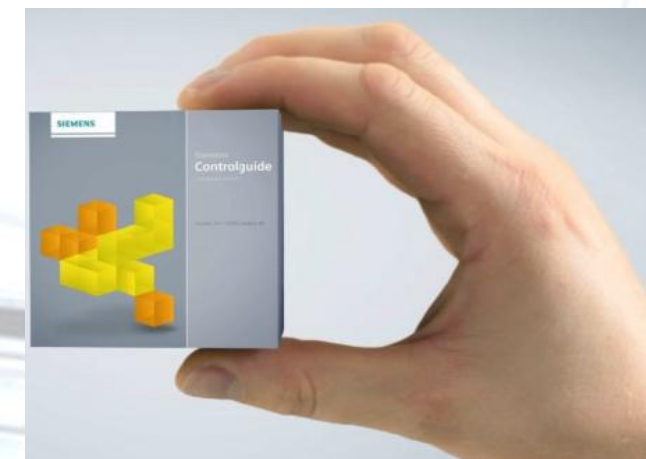
МПЦ Trackguard Westrace MkII



- **Компактная** модульная концепция
- **Простая адаптация ПО**, в том числе и персоналом заказчика
- Конфигурация **2002**, 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

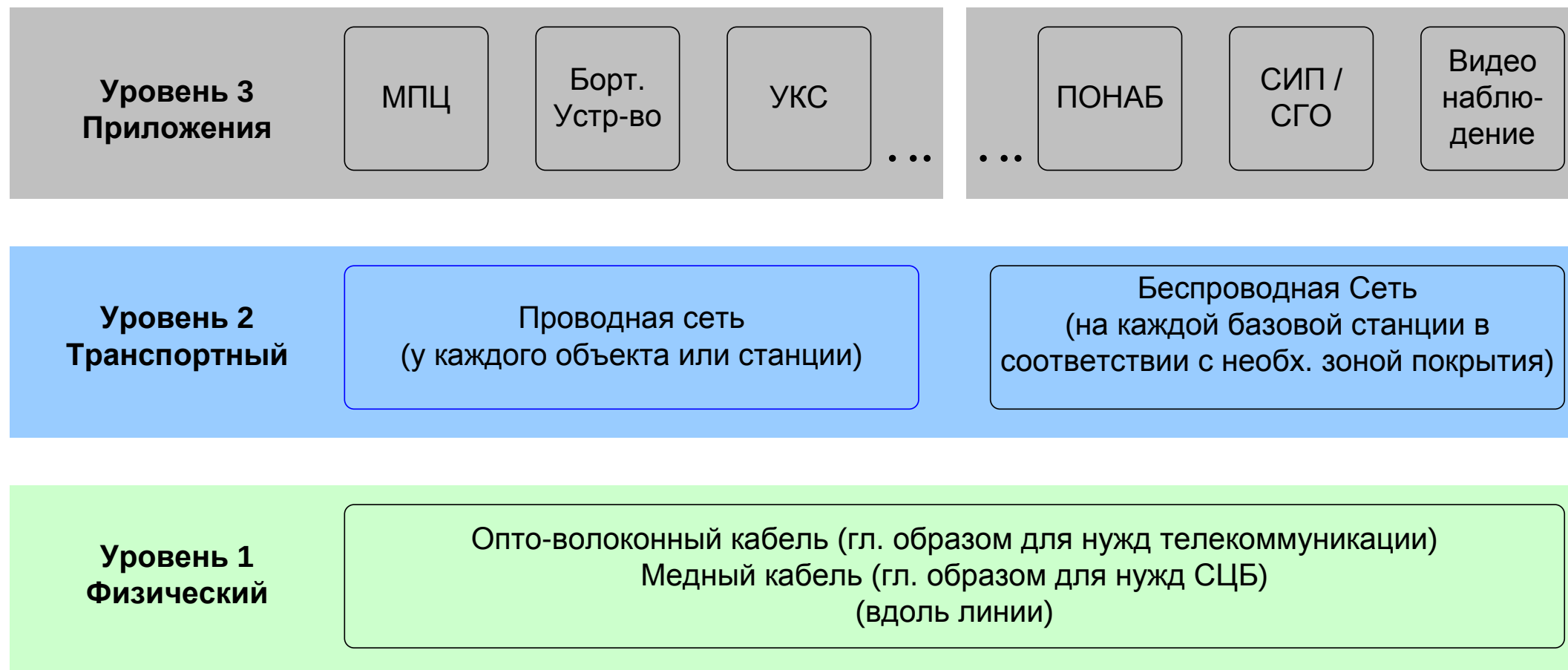


Содержание лекции



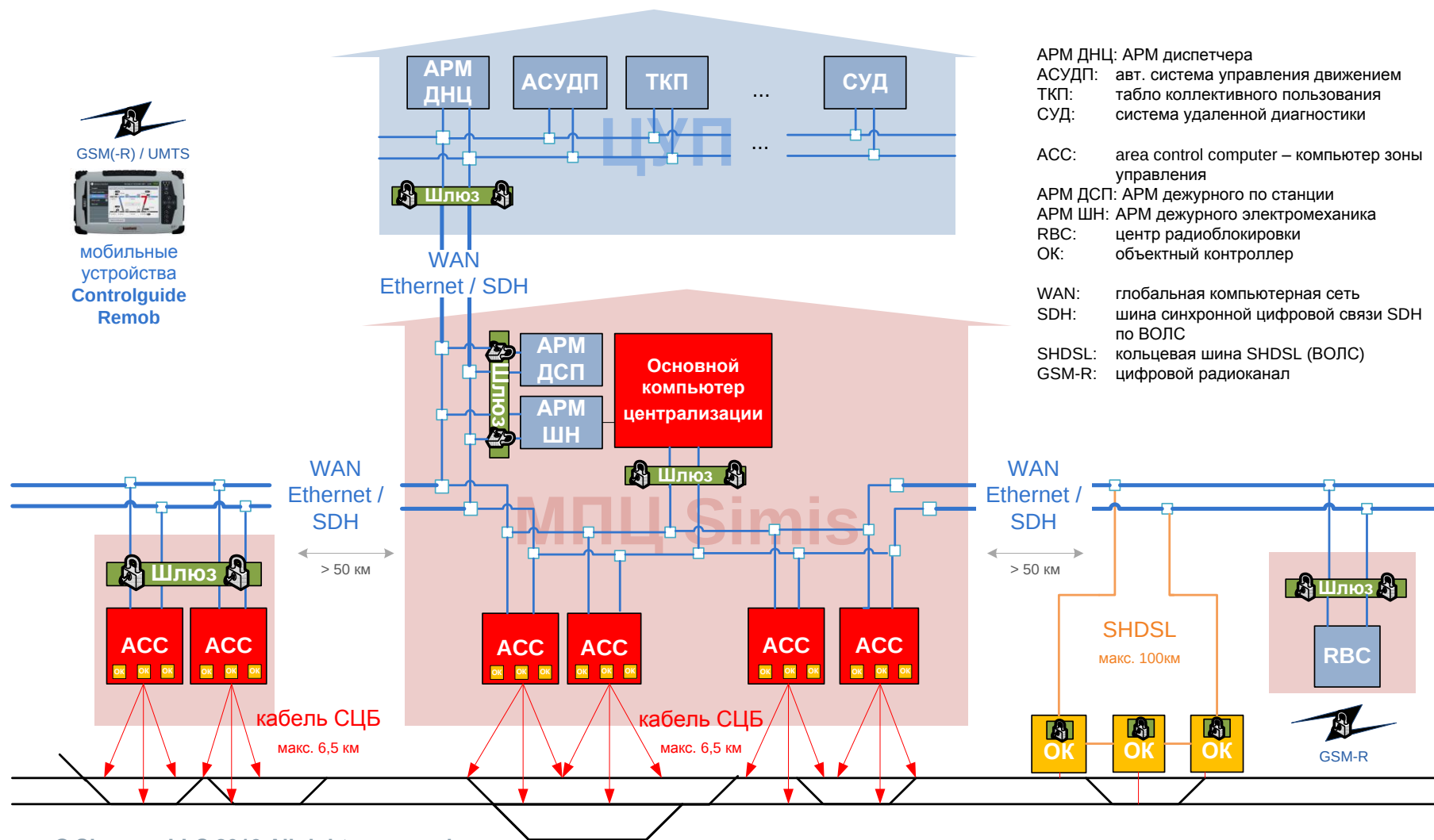
0. Краткое содержание предыдущей лекции
1. Системы железнодорожной автоматики и управления движением поездов – особенности высокоскоростного движения
2. Краткий обзор систем ЖАТ и АПС применяемых на линиях с высокоскоростным движением
3. ERTMS – европейская система управления движением
- 4. Системы связи**
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

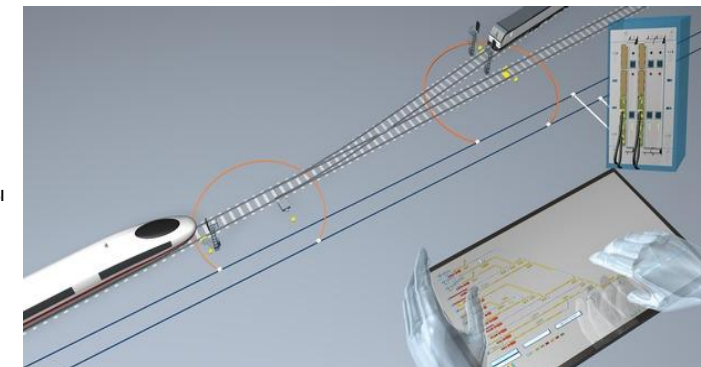
Пример: SNet – Сеть централизации «Сименс»



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?

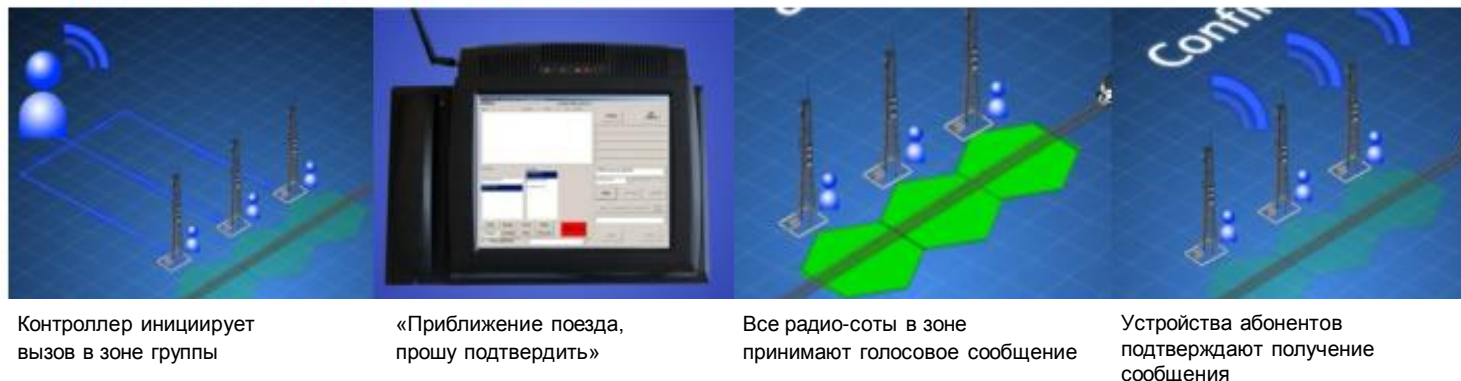
Характеристики и функции цифровой системы радиосвязи



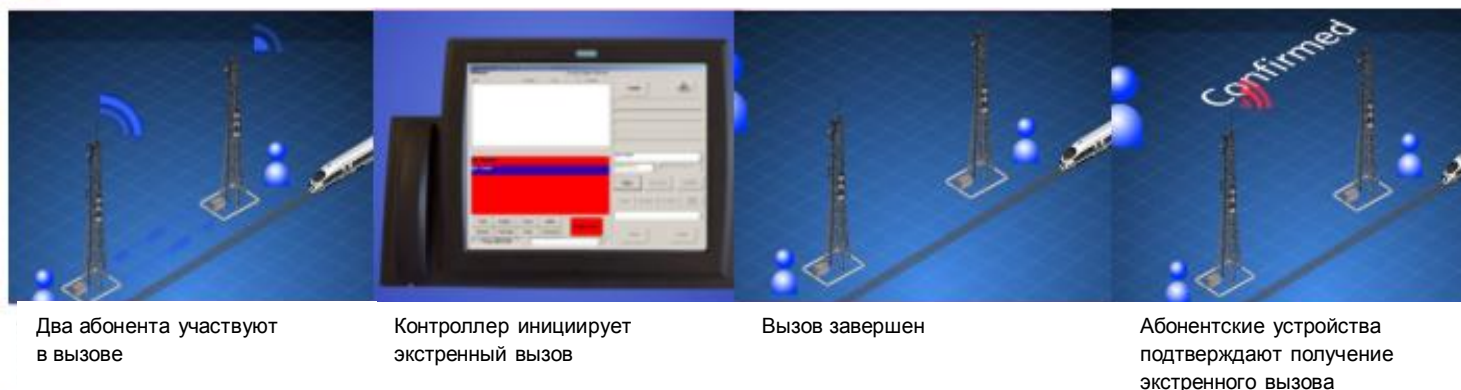
- Обеспечение надежной передачи голоса и данных на скоростях до **500 км/ч**
- Интеграция всех **служб и услуг связи, необходимых ж/д**, с помощью одной сети
- Унификация оборудования
- Построение **систем управления движением**
- **Возможность расширения** за счет введения в будущем новых услуг и служб

Функции GSM-R

Групповые вызовы (VGCS)



Многоуровневое приоритезирование вызовов



Услуга широкоэмитательных голосовых вызовов

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

GSM-R

Функции цифровой системы радиосвязи

SIEMENS



© Siemens LLC 2013 All rights reserved.

Стр. 47

2013-12-20

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

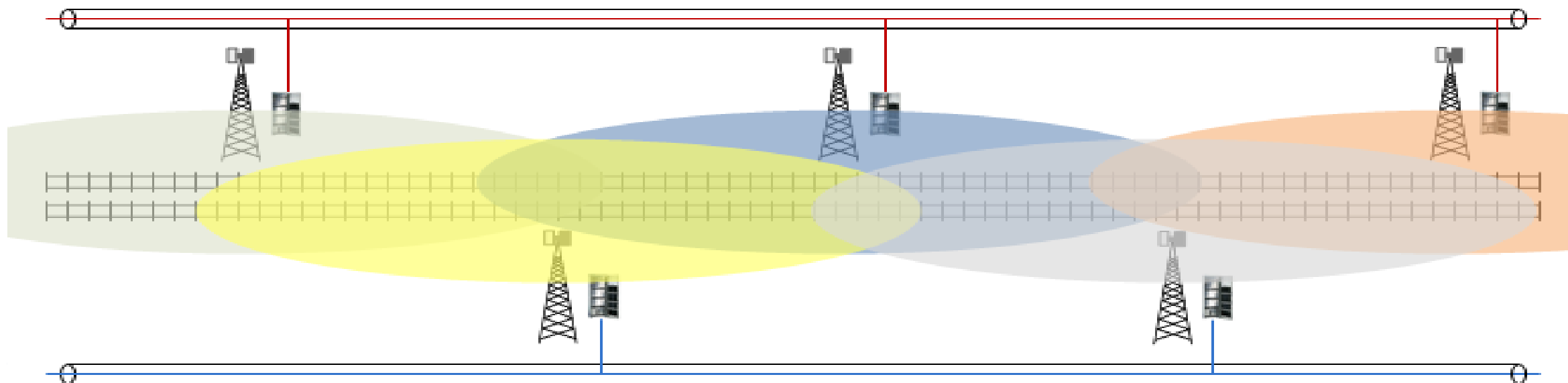
Контроллер данной зоны также оповещен и отвечает

Требования системы ETCS к радиосети GSM-R

Бесперебойная работа ETCS – напрямую зависит от качества GSM-R

Требование стандарта 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 по 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

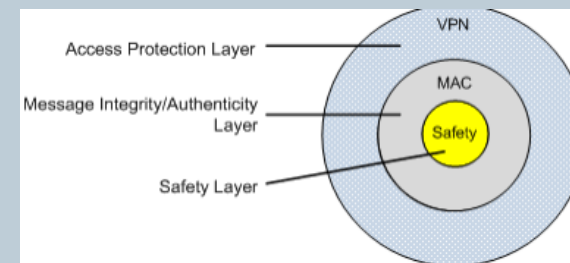


Центр управления
Дойче Бан АГ
(проект BZ 2000)

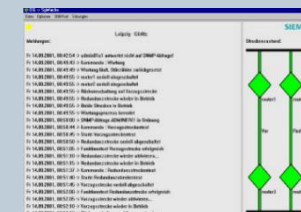
Системный уровень



Security Gate
& Translator



Виртуальные локальные сети VPN



Системы
мониторинга сетей

Уровень компонентов



Компактный модуль
шифрования
для бортовых и постовых систем



Сетевой модуль
Slnet 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 ЖАТ и АПС 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 свободы

- 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 170м. Для перевода острья такой стрелки необходимо усилие **не менее 8** обычных стрелочных **электроприводов**
- Высокие динамические нагрузки на стрелку при движении на высокой скорости требуют **механического запираания** 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. Поочередное включение и выключение приводов.

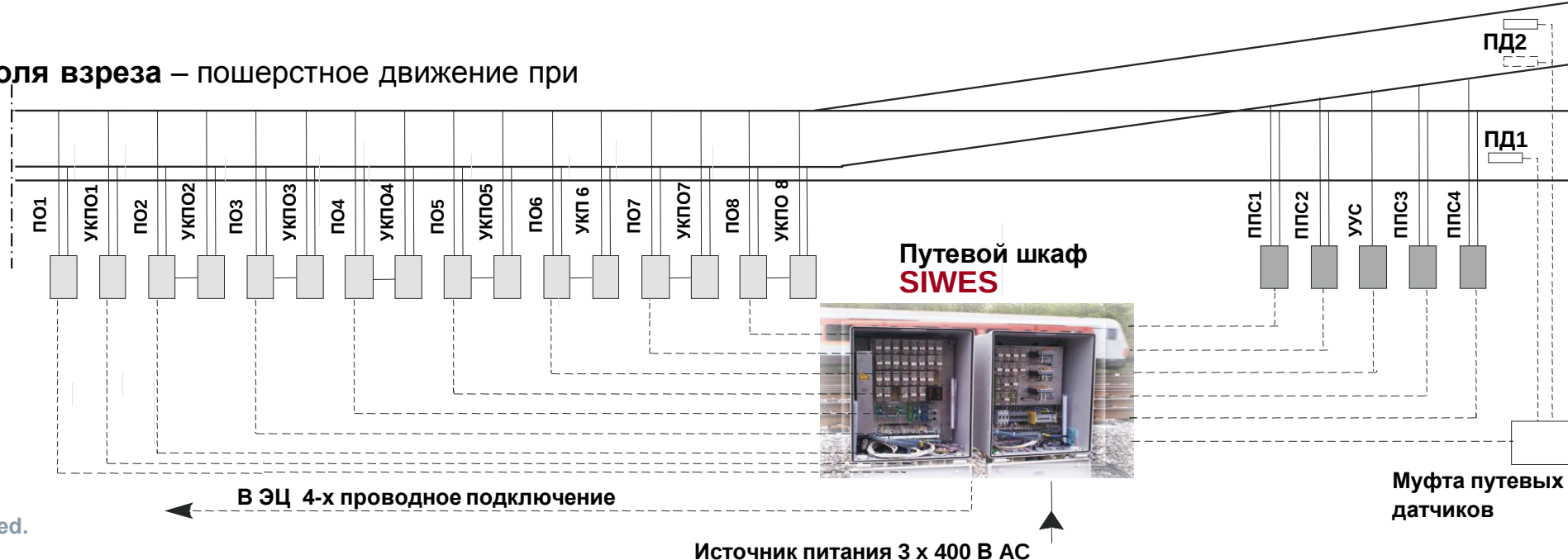
- Управление одной стрелкой – одним объектным контроллером ЭЦ
- **Децентрализованное управление и контроль** стрелок со сбором и передачей необходимой информации в ЭЦ по стандартному интерфейсу
- Установка в непосредственной близости от стрелок позволяет сократить длину и количество кабелей
- Путьевые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



устройство контроля
прижатия остряка

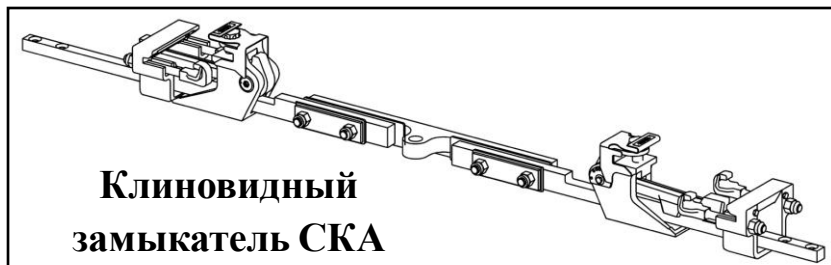


ПО: привод остряка
 ПК: привод крестовины
 УКПО: устройство контроля
 прижатия остряка
 УУС: устройство удержания
 сердечника
 ПД: путевые датчики



Напольные устройства ЖАТ на ВСМ

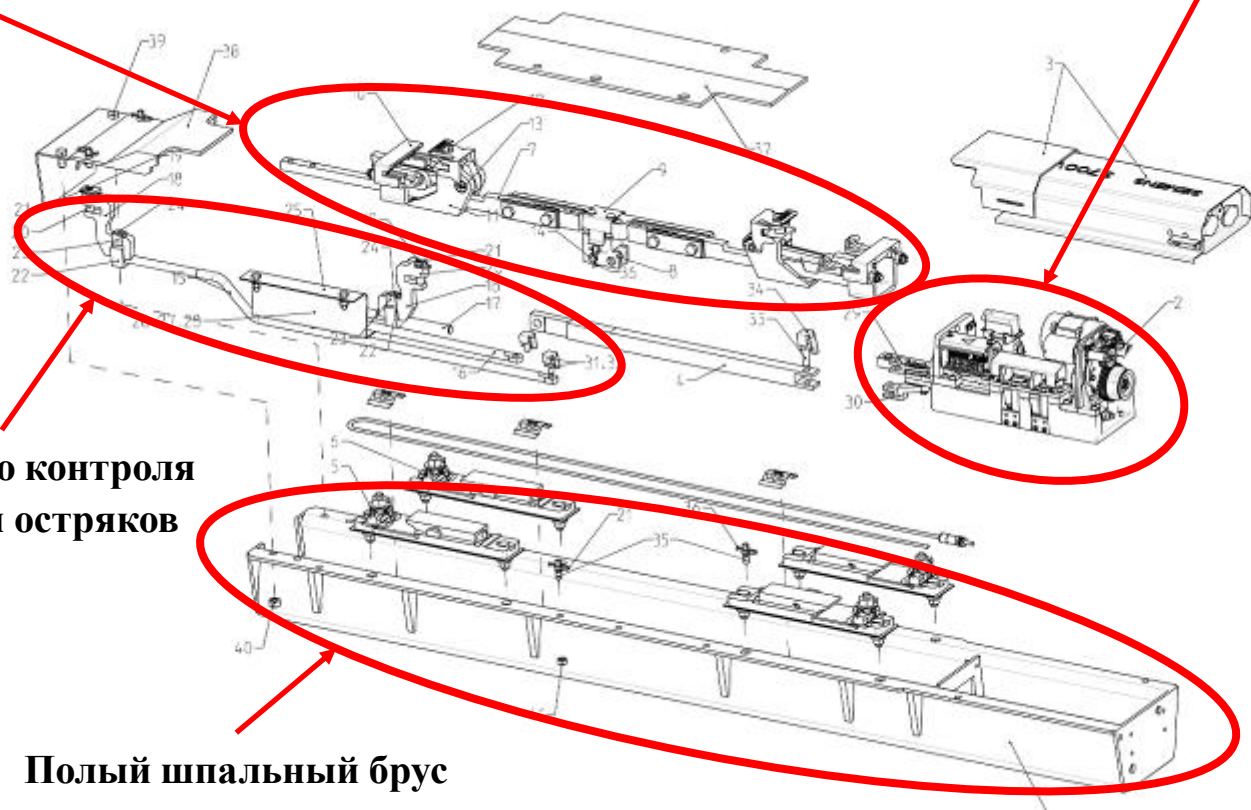
Стрелочный привод в полом шпальном брусе - Switchguard ITS 700



Клиновидный
замыкатель СКА

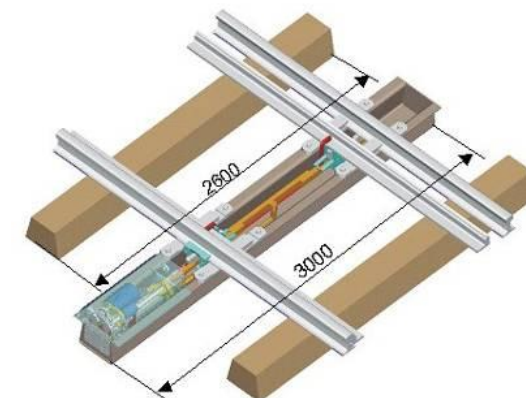


Стрелочный электропривод



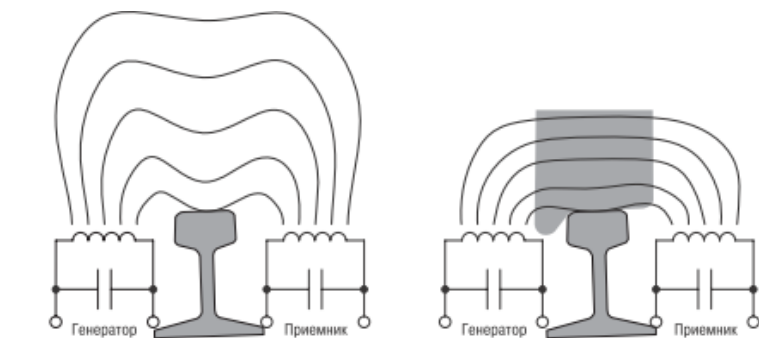
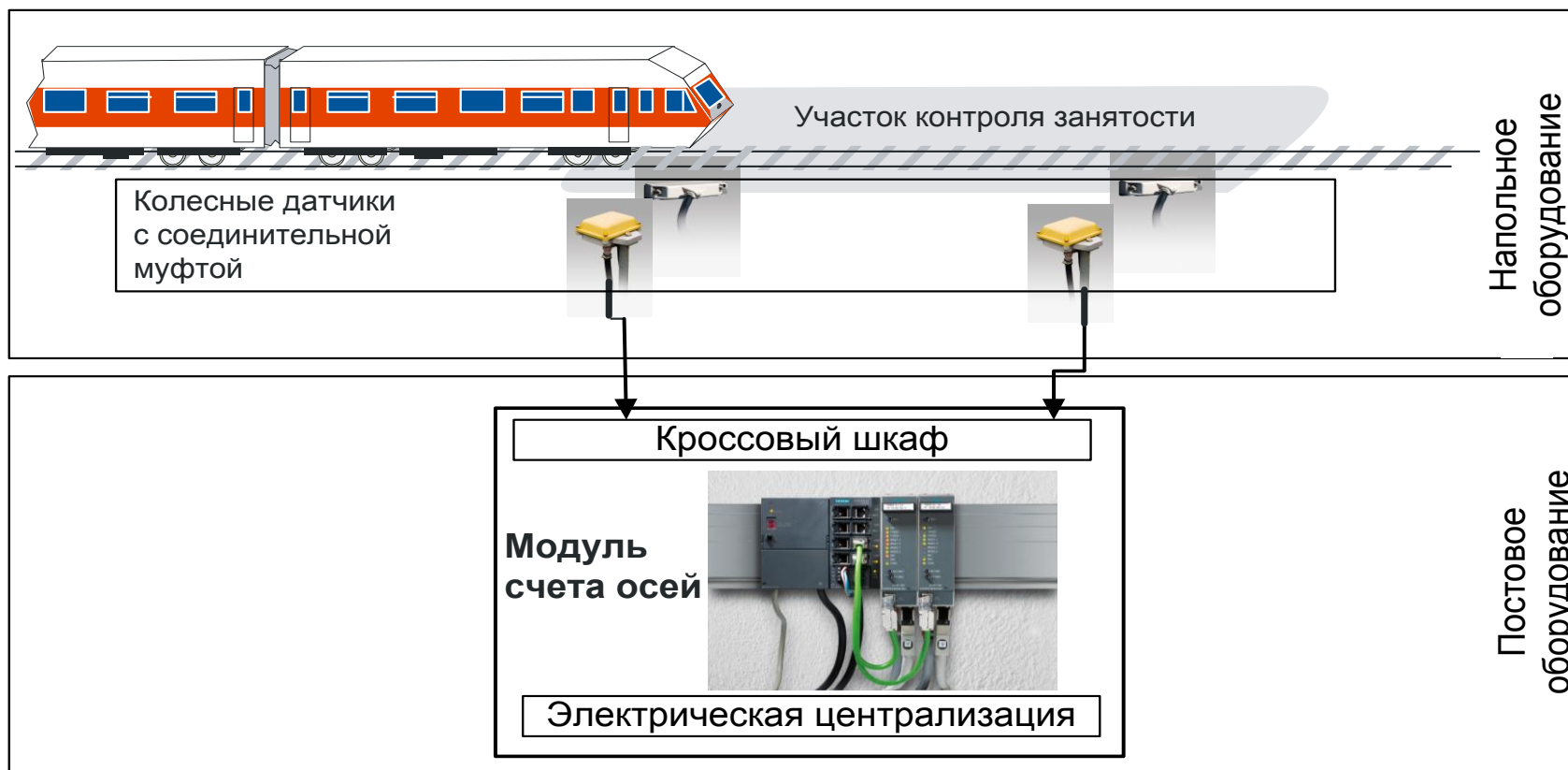
Устройство контроля
прижатия острижков

Полый шпальный брус



Контроль занятости / свободности посредством счета осей

Пример: микропроцессорный счетчик осей – Clearguard ACM 200



Принцип действия индуктивного колесного датчика ZP43

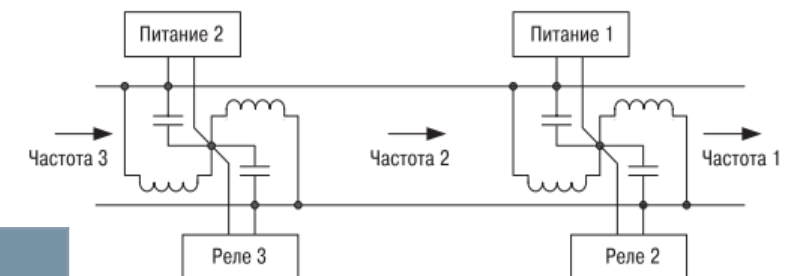
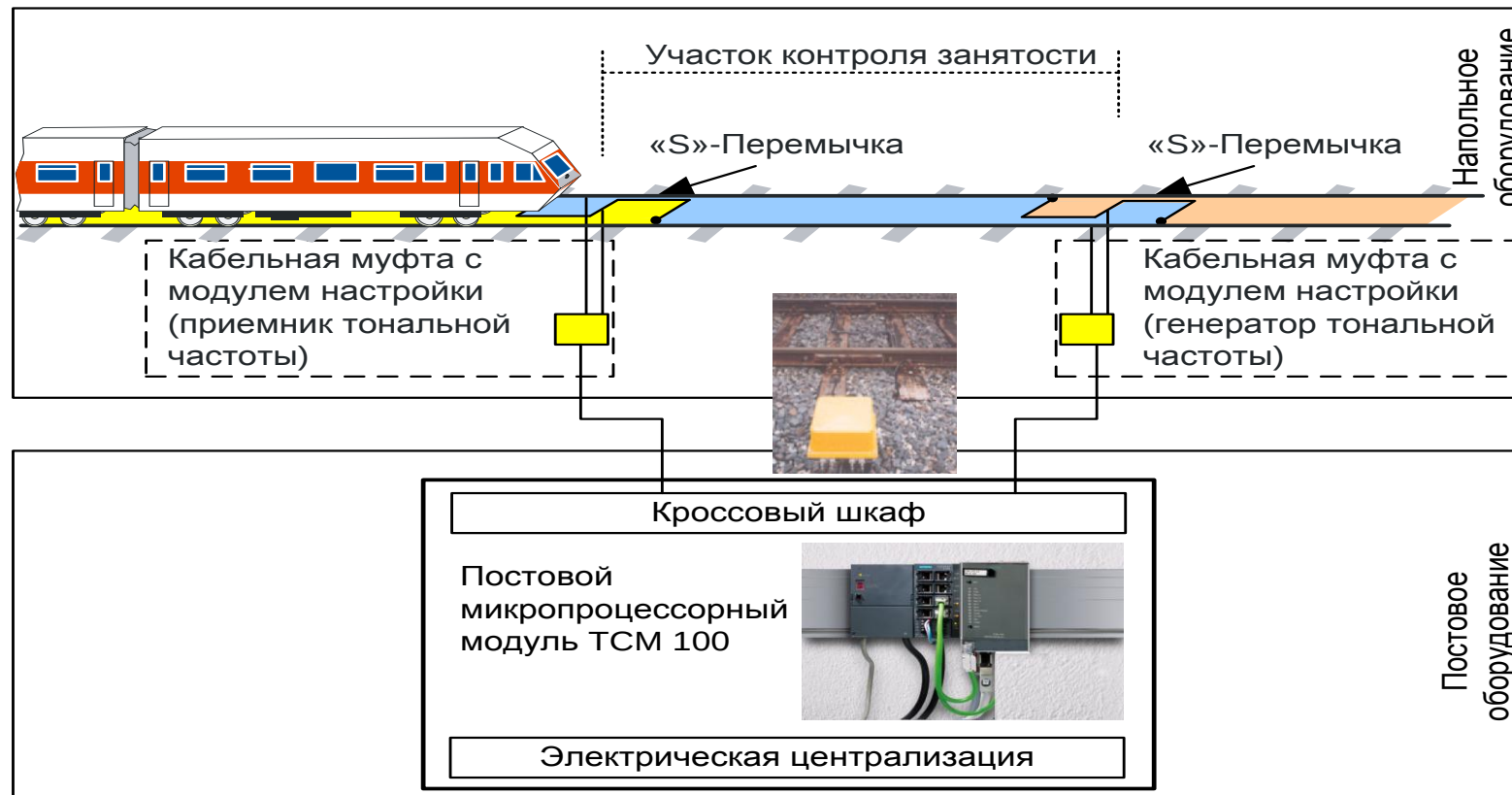


Технические характеристики

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, количество осей.

Содержание лекции



0. Краткое содержание предыдущей лекции
1. Системы железнодорожной автоматики и управления движением поездов – особенности высокоскоростного движения
2. Краткий обзор систем ЖАТ и АПС 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

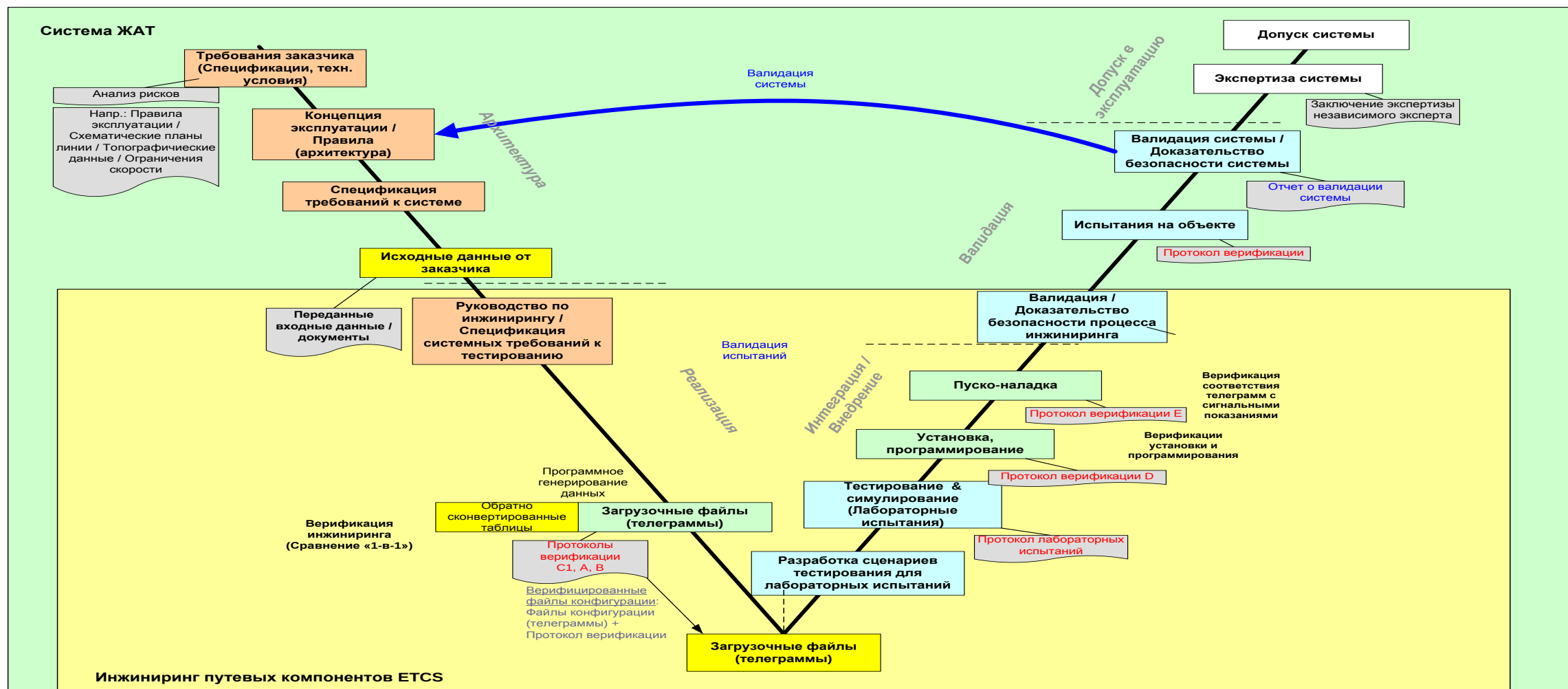
- **EN 50126** Требования и доказательство надёжности, готовности, ремонтпригодности и безопасности (RAMS) железнодорожных систем.
- **EN 50128** Программное обеспечение для систем управления и контроля движения на железных дорогах.
- **EN 50129** Электронные системы сигнализации обеспечивающие безопасность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

Требования к бортовому оборудованию

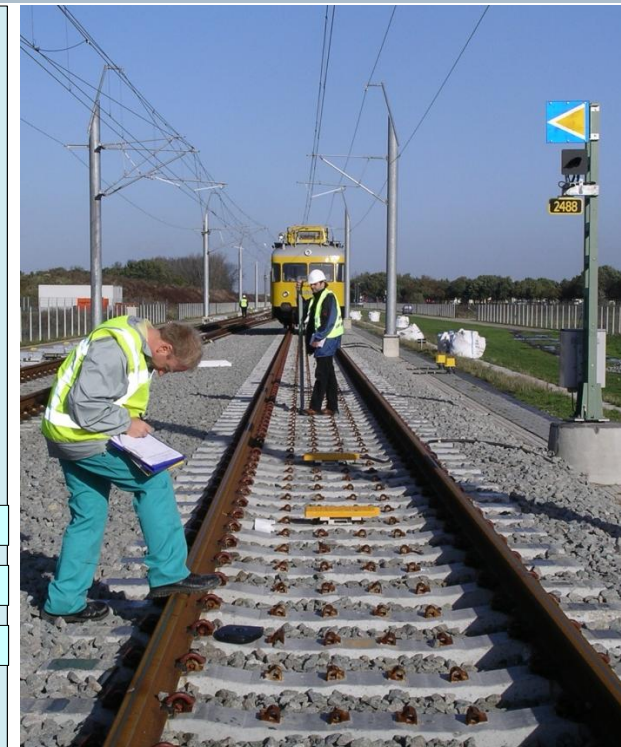
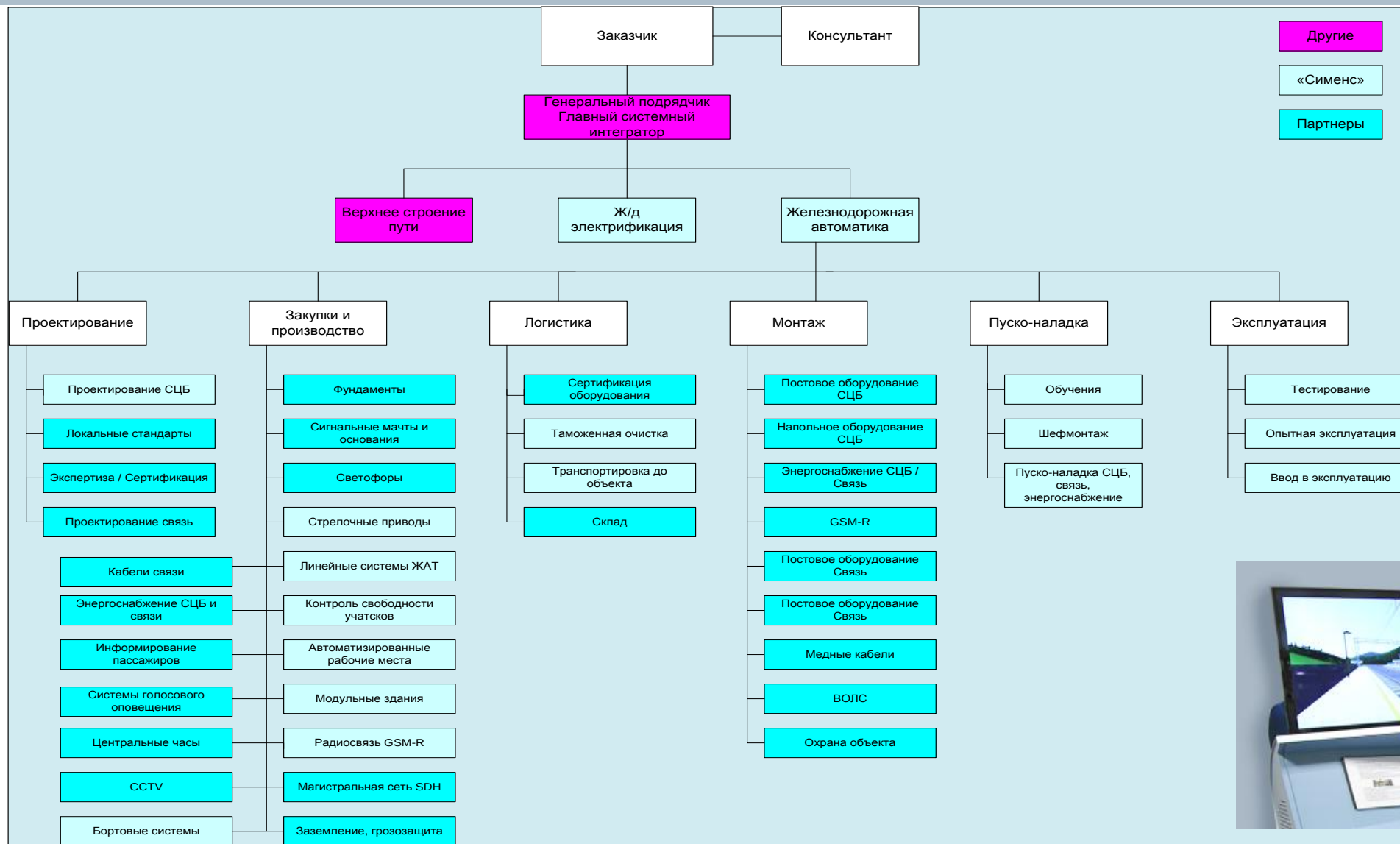
- **EN 50125** Условия применения электронного оборудования используемого в железнодорожном подвижном составе.
- **EN 50155** Электронное оборудование, используемое в железнодорожном подвижном составе.



Процесс разработки безопасных ЖАТ



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 ЖАТ и АПС 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

Голландия: Проект «ВСМ – Зюйд»

Первая транснациональная ВСМ с ERTMS

Техника

- **Отсутствие светофоров** на перегонах;
- Основная АЛС: **ETCS L2** - управление поездом по радиоканалу GSM-R (**300 км/ч**, интервал движения – **3 мин.**);
- Резервная АЛС: **ETCS L1** – управляемые премоответчики (**160 км/ч**, интервал движения – 6 мин.);
- Увязка с **национальными АЛС**;
- 2x RBC (производства Thales), 2x МПЦ - Simis, 750 приемоответчиков, управление стрелочными приводами - Siwes, контроль занятости счетчиками осей.

Участок

- ~ 100 км, двухпутная линия, 1435 см, безбалластный путь
- Увязка с «ВСМ 4» до Антверпена и далее до Парижа (реализация ETCS - Alstom) в единую ВСМ;
- Подвижной состав: Thalys (300 км/ч), AnsaldoBreda (250 км/ч), Bombardier TRAXX (160 км/ч).

Особенности проекта

- **Пилот для ETCS**: Разработка специальных правил эксплуатации, спецификаций и протоколов взаимодействия между различными системами и производителями;
- **Увязка систем СЦБ со специальными системами мониторинга** безопасности тоннелей, мостов и эстакад.



- «Сименс» - один из членов консорциума «Инфраспид» и ответственный за электрификацию, сигнализацию и связь;
- Реализация «под ключ»;
- Контракт на обслуживание в течение 25 лет.

- Реализация:
 - I этап: ETCS L1 2001 – 2007
 - II этап: ETCS L2 2001 – 2009



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 L2 на базе ETCS L1 – управляемые премоответчики (**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 L2 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



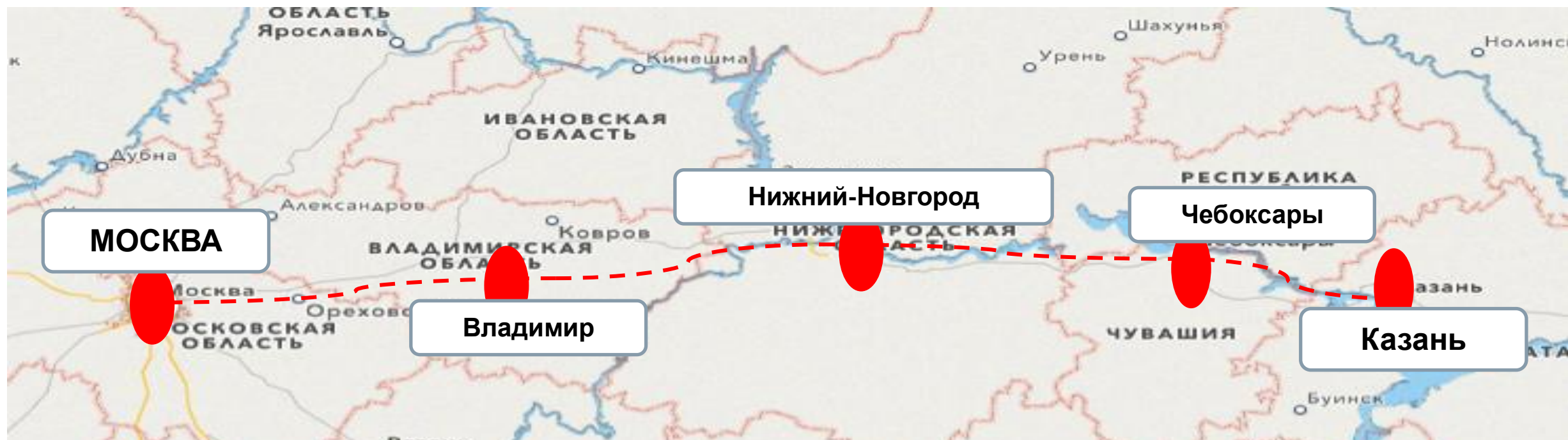
0. Краткое содержание предыдущей лекции
1. Системы железнодорожной автоматики и управления движением поездов – особенности высокоскоростного движения
2. Краткий обзор систем ЖАТ и АПС применяемых на линиях с высокоскоростным движением
3. ERTMS – европейская система управления движением
4. Системы связи
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

SIEMENS



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

АЛС 400 – система управления движением для высокоскоростных магистралей в России

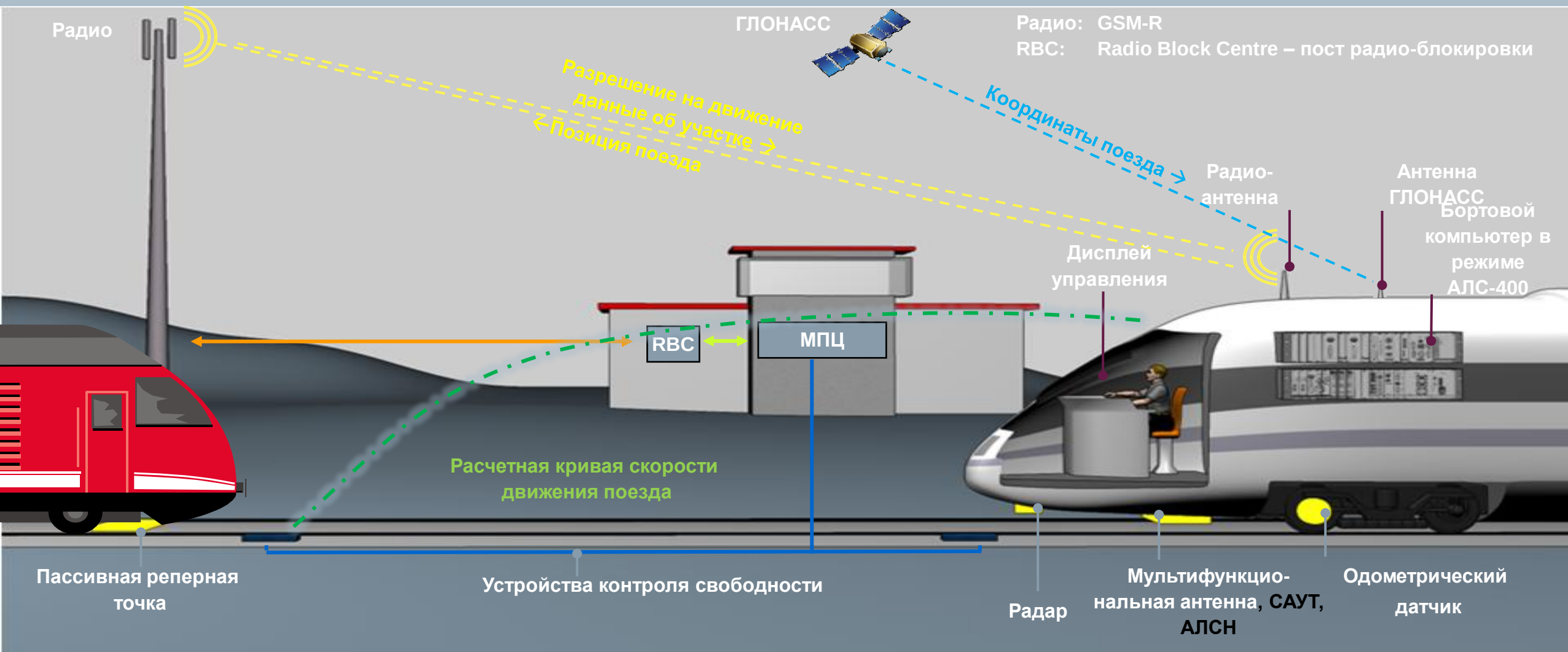
Технология и стандарты ERTMS, адаптированные для Российских условий эксплуатации

- Для внедрений на выделенных ВСМ, а также для расширения применяемых систем ЖАТ на существующих линиях
- Повышение эффективности АЛС благодаря интеграции Российских технологий:
 - **ГЛОНАСС** для определения позиции поезда;
 - Увязка с системами **КЛУБ-У / БЛОК** для работы в режиме АЛСН (на путях общего пользования, а также в качестве резерва);
 - Совместимость с существующими системами ЖАТ российских железных дорог: МПЦ, АЛСН, САУТ и пр.
- Использование высоконадежных аппаратных и программных решений, зарекомендовавших себя в системах ERTMS на ВСМ по всему миру
- Поддержка различных режимов и уровней эксплуатации
- **Наивысшая степень безопасности** высокоскоростного движения, благодаря высокой степени автоматизации и согласованной концепции комплексной безопасности.



АЛС 400 – Российская система управления поездом

Режим работы на выделенных ВСМ



АЛС 400 – Российская система управления поездом

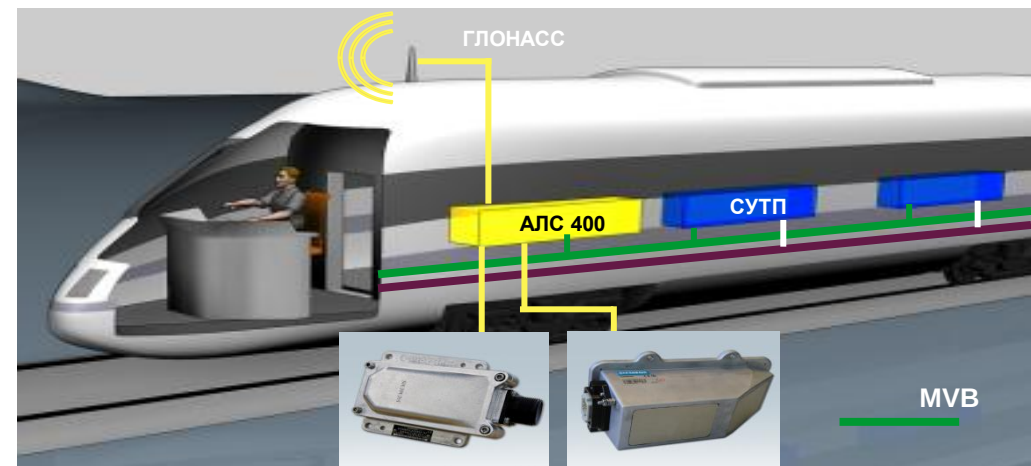
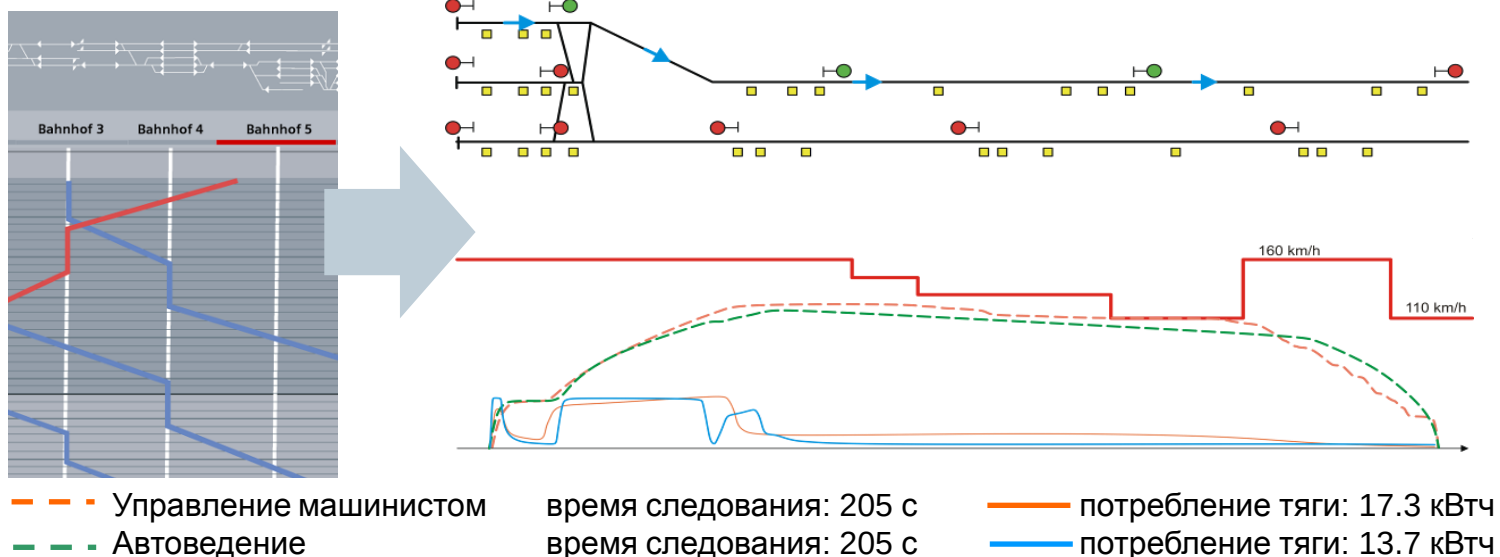
Режим работы на выделенных ВСМ – бортовые системы

Оптимальное определение местонахождения поезда

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

Оптимальное автоведение поезда

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



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

- Компактная модульная конструкция
- Наивысшая степень защиты
- Цифровые интерфейсы
- Гибкость в построении сети централизации

Устройства контроля свободы

- Рекомендуется использовать счетчики осей, как более надежная и выгодная в эксплуатации система контроля свободы
- Микропроцессорные рельсовые цепи для контроля целостности рельса и свободы

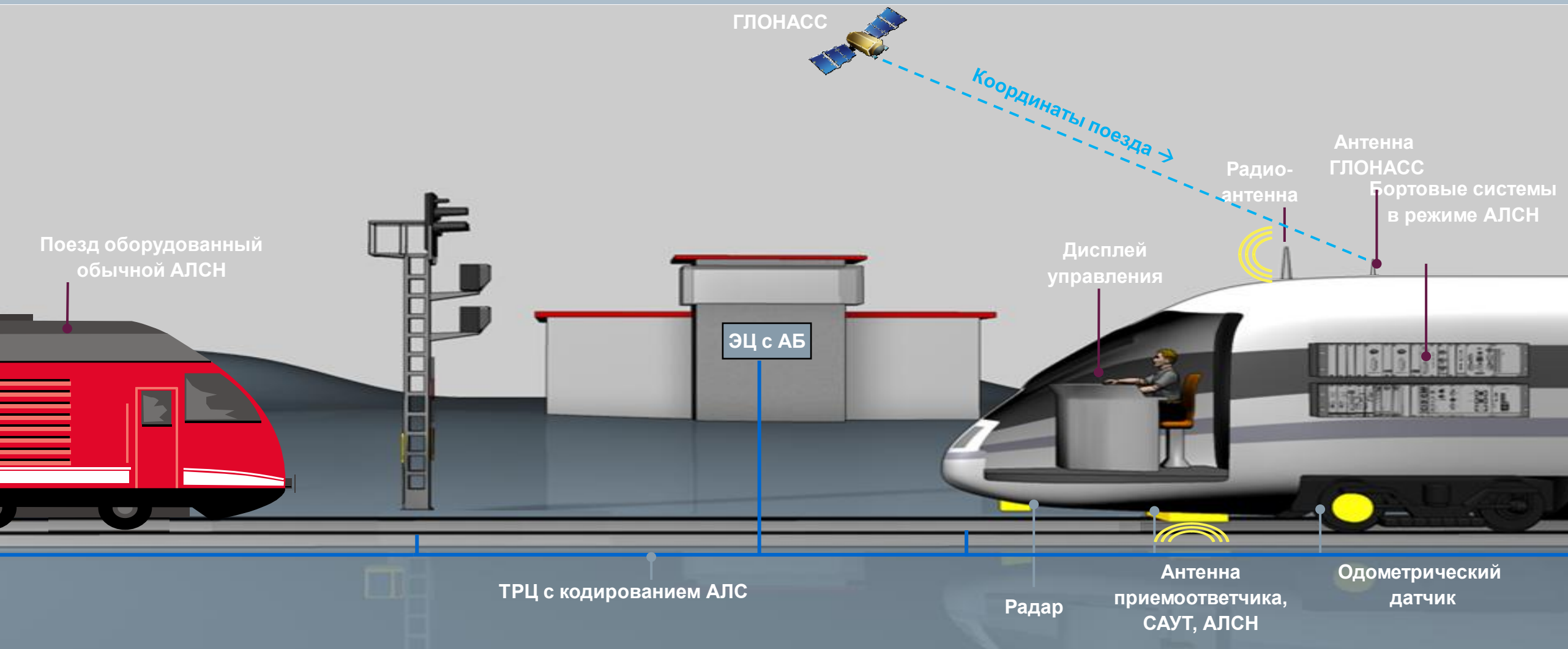
Центр радиоблокировки – RBC

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



АЛС 400 – Российская система управления поездом

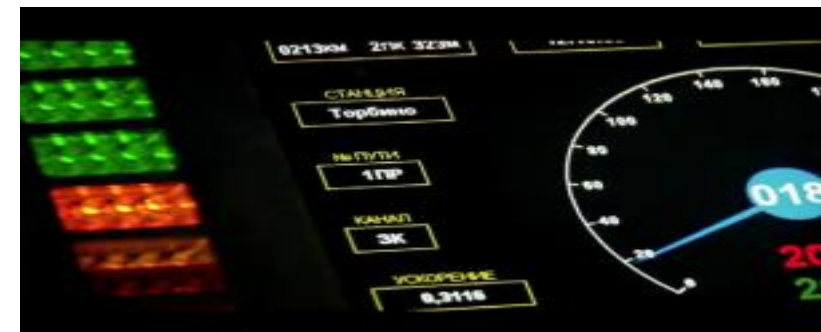
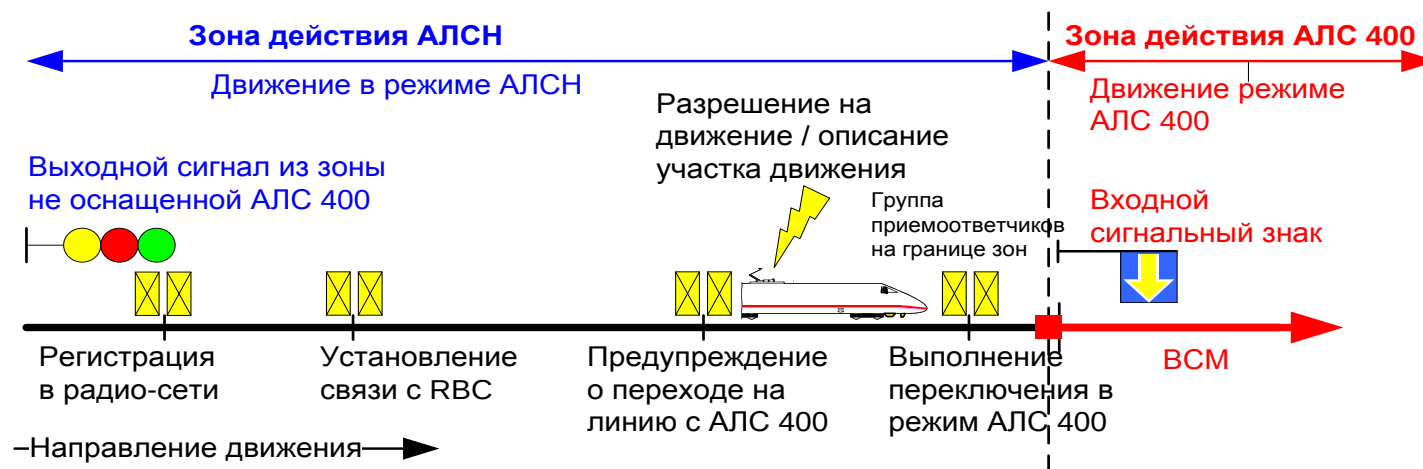
Режим работы на линиях общего пользования



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



Содержание лекции



0. Краткое содержание предыдущей лекции
1. Системы железнодорожной автоматики и управления движением поездов – особенности высокоскоростного движения
2. Краткий обзор систем ЖАТ и АПС 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 для ВСМ
- «Сименс» является крупнейшим поставщиком систем железнодорожной автоматики и одним из пионеров в области высокоскоростного движения
- Наличие международного опыта и всех необходимых компонентов железнодорожной автоматики для реализации скорости движения поездов на Российских ВСМ до 400 км/ч при обеспечении безопасности, надежности и комфорта перевозок
- Модульное построение компонентов обеспечивает совместимость и быструю адаптацию к необходимым техническим условиям

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





Ваши вопросы?

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 автоматики 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 автоматики 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.



SIEMENS

С наступающим Новым Годом!
Мы желаем Вам в наступающем Году
мира, благополучия, крепкого
здоровья, творческих идей и успехов!

