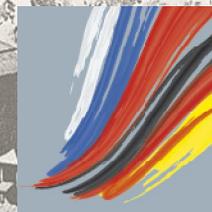


**SIEMENS**

Акционерное Общество  
Русскихъ Электротехническихъ Заводовъ  
**СИМЕНСЪ и ГАЛЬСКЕ**



**160**

«Сименс»  
в России

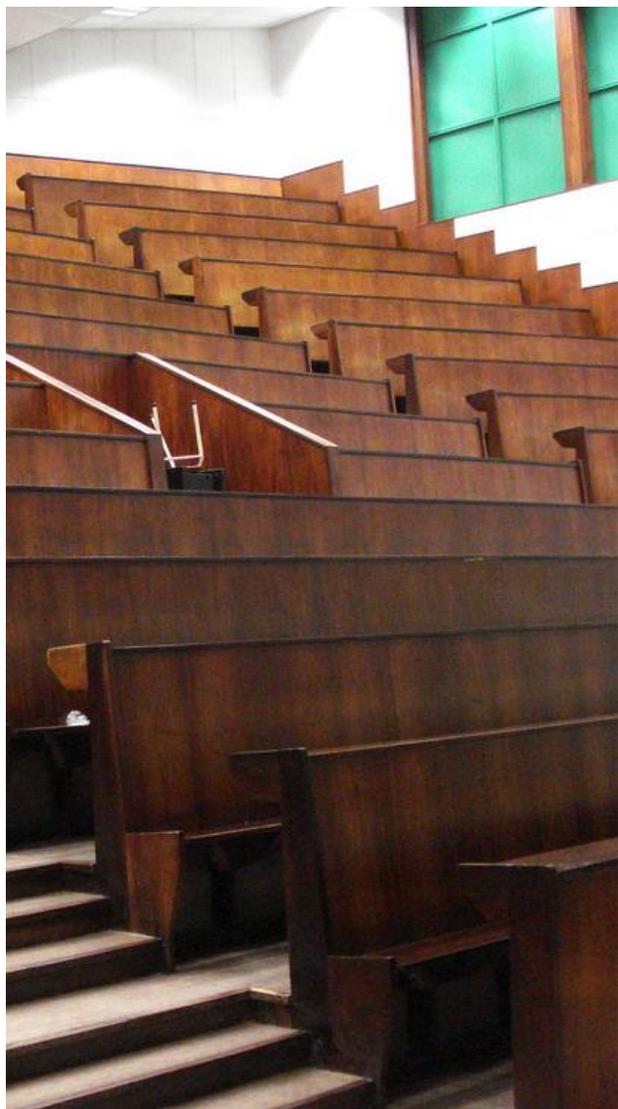
с 1853 года

Московский Государственный Университет Путей Сообщения (МИИТ) / 20-09-2013

# «Высокоскоростное железнодорожное движение»

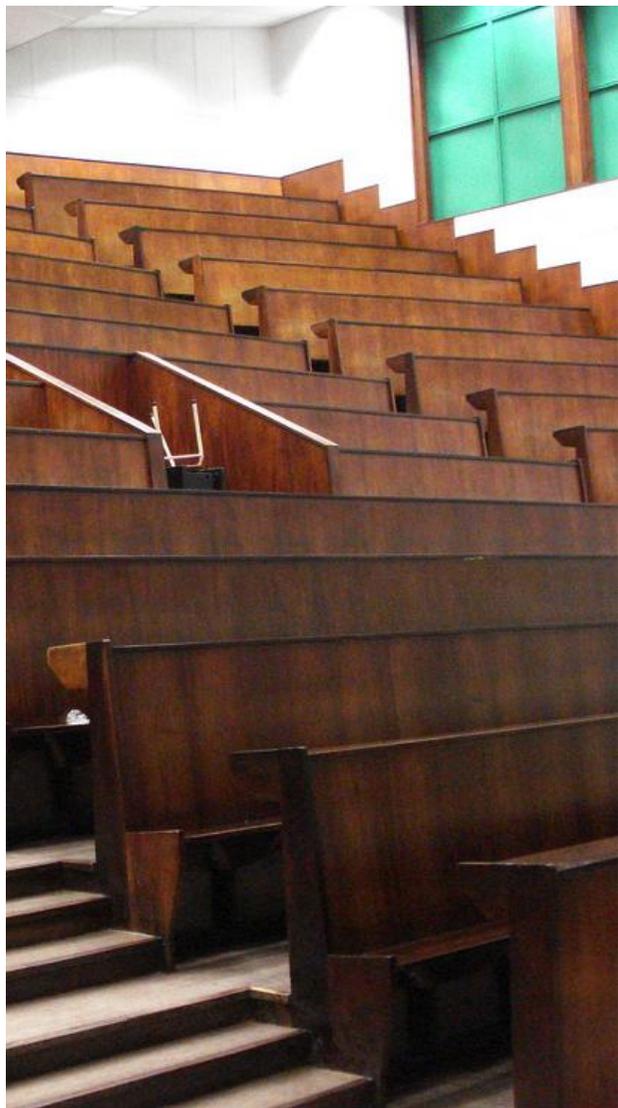
Цикл лекций президента «Сименс» в России Дитриха Мёллера

## Содержание цикла лекций



- **20.09.13** **Общий обзор высокоскоростного движения, история развития и основные технические принципы;**
- 11.10.13 Высокоскоростные поезда в Германии;
- 15.11.13 Высокоскоростные поезда: международные проекты (Испания, Китай, Россия);
- 20.12.13 Системы автоматизации 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



1. Введение
2. Введение в тему лекции
3. История развития высокоскоростного железнодорожного транспорта
4. Основные инженерные особенности высокоскоростных железных дорог
5. Заключение
6. Вопросы и ответы.

**SIEMENS**

# Введение

Цикл лекций - «Высокоскоростное железнодорожное движение»

## Дитрих Мёллер, Президент «Сименс» в России и Центральной Азии



### Образование:

Киевский Политехнический институт – «инженер–электротехник».

Технический Университет в Дрездене – кандидат технических наук.

### Профессиональная деятельность:

**1982-1990 гг.** - ELPRO AG, Германия. Последняя должность: директор Департамента НИОКР

**1991-2006 гг.** - «Siemens AG», Германия. Последняя должность: Руководитель бизнес-направления «Поезда» Департамента «Транспортная техника».

**2006-2008 гг.** - Президент «Сименс» в России, Вице-президент «Сименс АГ», Германия

**С 2008 г.** - Президент «Сименс» в России и Центральной Азии, Вице-президент «Сименс АГ», Германия

## «Сименс» в мире

- «Сименс АГ» – крупнейший электротехнический концерн, мировой лидер в области решений для широкого спектра отраслей промышленности.
- Более 165 лет имя «Сименс» является синонимом передовых технологий, прогресса и неуклонного роста.
- Концерн представлен почти в 190 странах мира и объединяет более 370 тысяч сотрудников.
- В 2012 финансовом году оборот концерна превысил 78,3 млрд. евро, а чистая прибыль составила почти 4,5 млрд. евро.

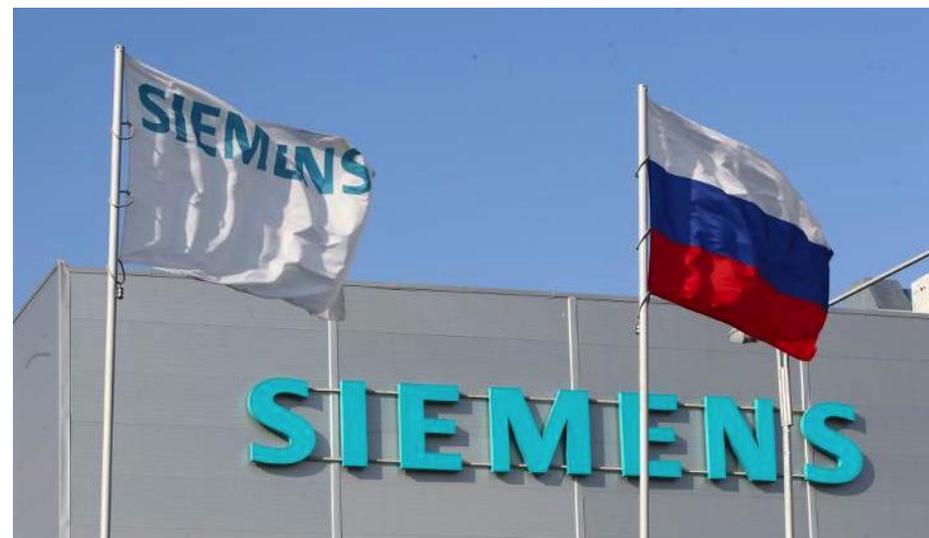


## «Сименс» в России и Центральной Азии

- Около 3500 сотрудников;
- Оборот в 2012 г. – ок. € 1,9 млрд.;
- Новые заказы – св. € 2,4 млрд.;
- Широкий спектр продукции и услуг, комплексные решения для различных отраслей российской экономики.

### Основные стратегические направления:

- Локализация;
- Регионализация;
- Энергоэффективность;



# Инновации – движущая сила прогресса

## Индустриальная экономика

## Постиндустриальная экономика

**1848-1849**

Первая телеграфная линия в Германии



**1879**

Первая электрическая железная дорога



**1903**

Первый высокоскоростной электровоз



**1958**

Первый имплантируемый кардиостимулятор



**2002**

Transrapid Шанхай



1800

1900

2000



**1853-1855**

Строительство русской телеграфной сети



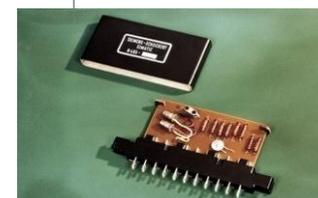
**1886**

Строительство системы освещения Невского проспекта и Зимнего Дворца



**1930**

Электровоз Е44



**1959**

Электронная система управления Simatic



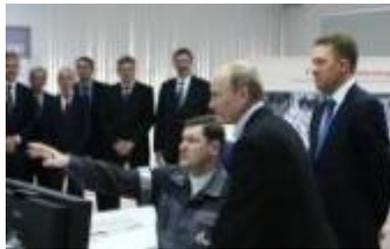
**2009**

Первый высокоскоростной поезд Спасан для ОАО «РЖД»

# Кластер «Россия и Центральная Азия»: представительства и региональные офисы



# Сектор «Энергетика»



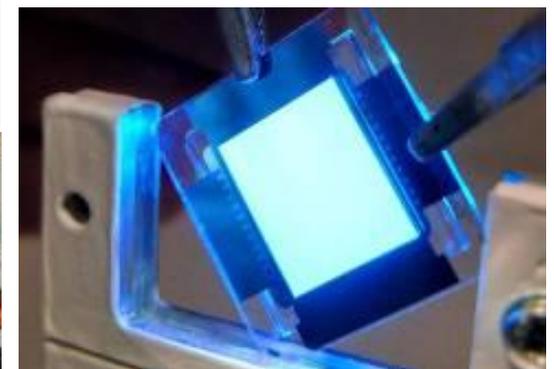
## Сектор «Здравоохранение»



# Сектор «Промышленность»



# Сектор «Инфраструктура и города»



# Введение в тему лекции

Цикл лекций - «Высокоскоростное железнодорожное движение»

# Определение высокоскоростного железнодорожного транспорта



INTERNATIONAL UNION  
OF RAILWAYS

Международный Союз Железных Дорог (UIC) определяет высокоскоростное движение по следующим основным характеристикам:

## 1. Инфраструктура:

- Спроектирована специально для скоростей  $\geq 250$  км./ч.;
- Модернизирована для скоростей до 200 км./ч.

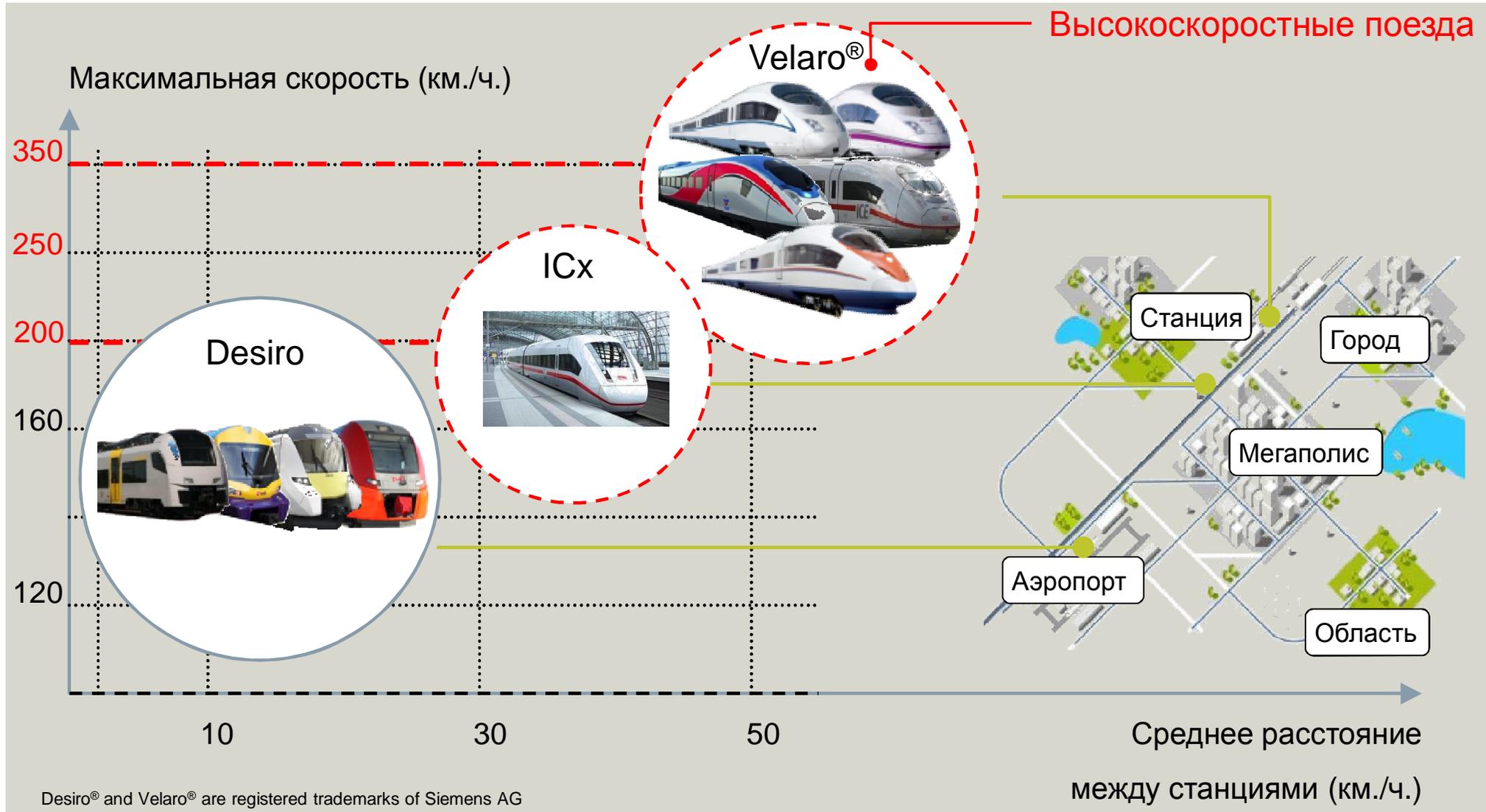
## 2. Подвижной состав:

- Движение на скоростях  $\geq 250$  км./ч. на специально спроектированном пути, с возможностью достижения  $\geq 300$  км./ч.

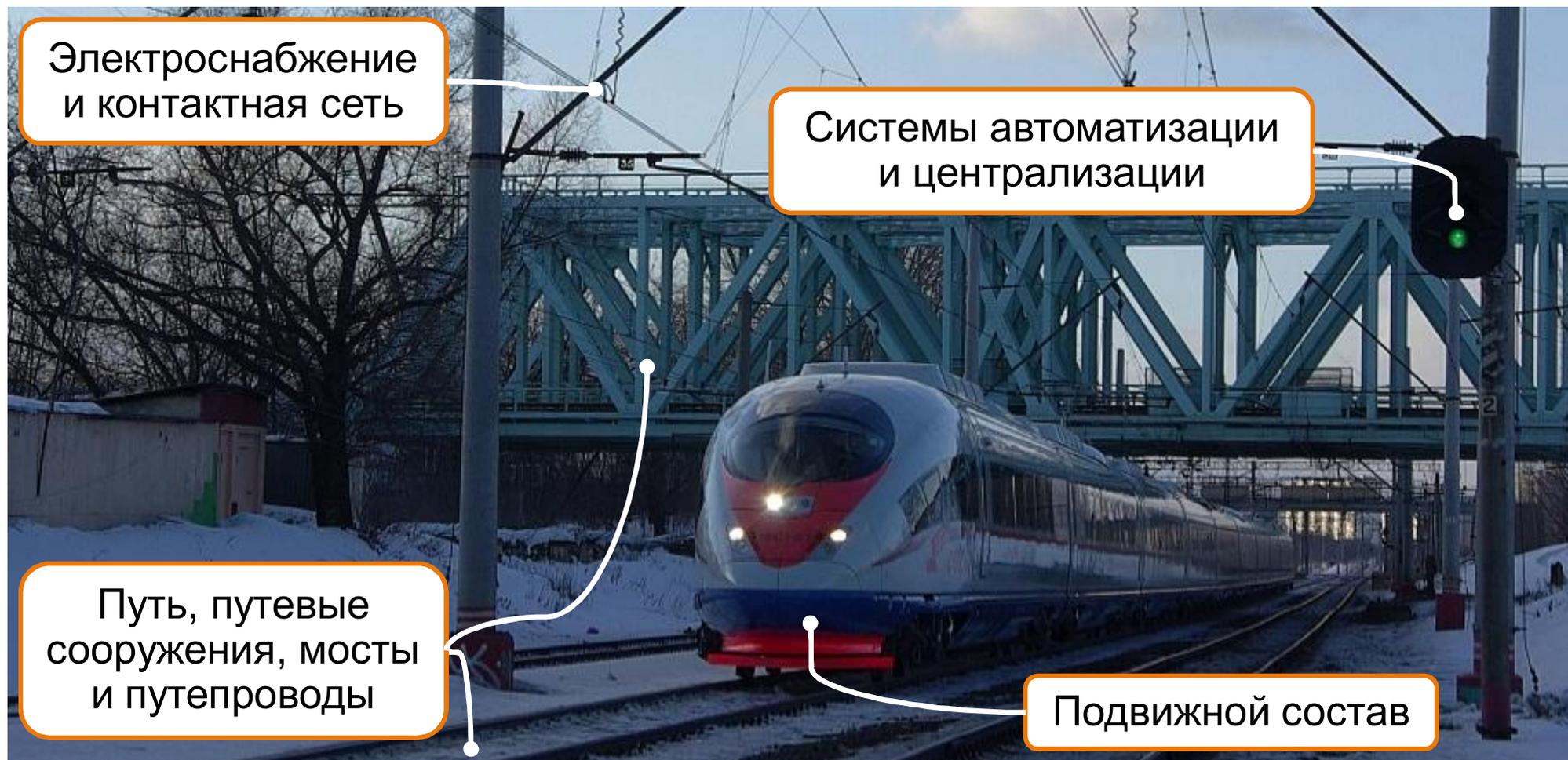
## 3. Совместимость:

- Подвижной состав должен быть спроектирован с учетом всех особенностей инфраструктуры.

# Определение высокоскоростного поезда



# Компоненты высокоскоростных железных дорог

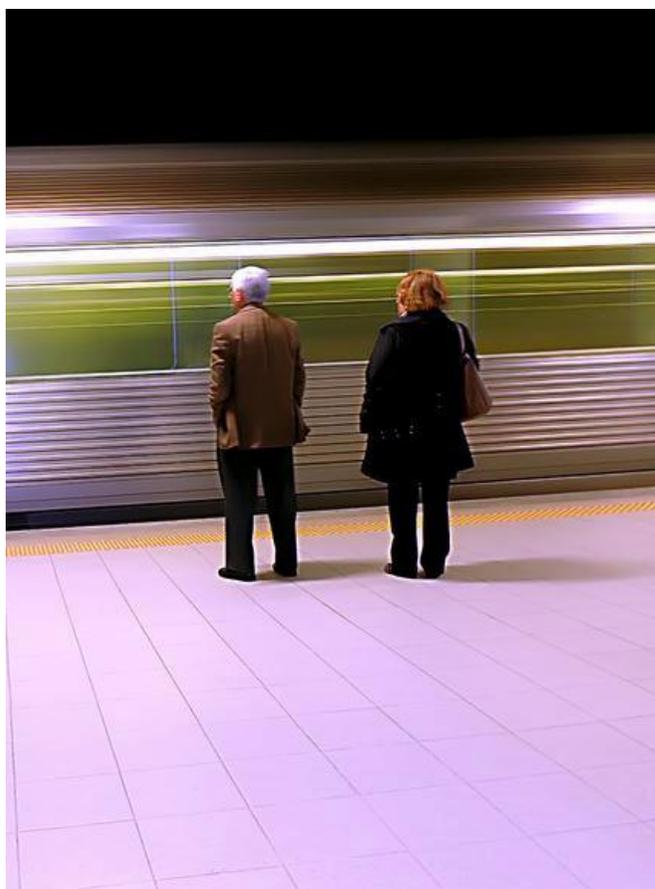


Депо

Вокзалы

Станции

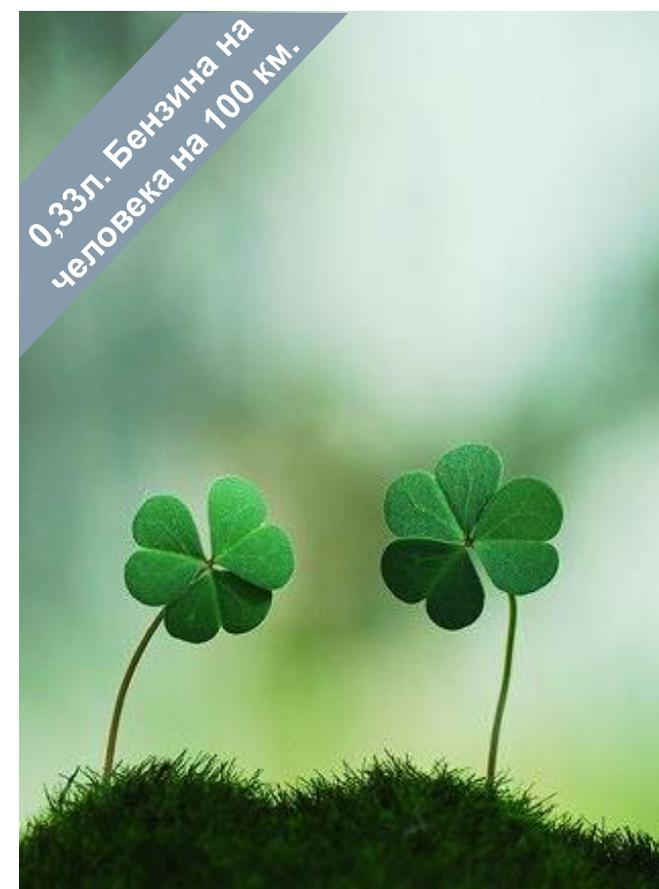
# Основные преимущества высокоскоростных железных дорог для пассажиров



Экономия времени



Повышенный комфорт



Экологичность

## Основные преимущества высокоскоростных железных дорог для операторов

Повышение престижа ж/д перевозок.

Увеличение продаж билетов.

Снижение операционных затрат.



**Пробег между ТО**

3,300,000 km

**< 1 опоздания на 10 минут**

на 1,000,000 км. пути

**Высочайшая готовность**

свыше 99%

# Социально-экономические преимущества высокоскоростных железных дорог

Социально-экономическое  
развитие регионов.

Повышение мобильности  
населения.



# История развития высокоскоростного железнодорожного транспорта

Цикл лекций - «Высокоскоростное железнодорожное движение»

# Этапы развития высокоскоростного железнодорожного транспорта

1903г. экспериментальный поезд с оборудованием Siemens-Halske развил скорость 206 км./ч.

1964г. Япония, высокоскоростной поезд Shinkansen между Токио и Осака, скорость до 210 км./ч.

Высокоскоростная магистраль Париж-Леон с поездами TGV, скорость до 260 км./ч.

1991г. Линия Ганновер-Вюрцбург с поездами ICE1, скорость до 280 км./ч.

1992г. Высокоскоростная магистраль Мадрид-Севилья

2009 г. - регулярное сообщение высокоскоростных поездов «Сапсан», скорость до 250 км./ч..

(Электропоезда ЭР200 находились в эксплуатации с 1984г.)

1903 -  
Германия

1964 -  
Япония

1981 -  
Франция

1991 -  
Германия

1992 -  
Испания

1997 -  
Бельгия

2001 -  
Италия

2004 -  
Корея

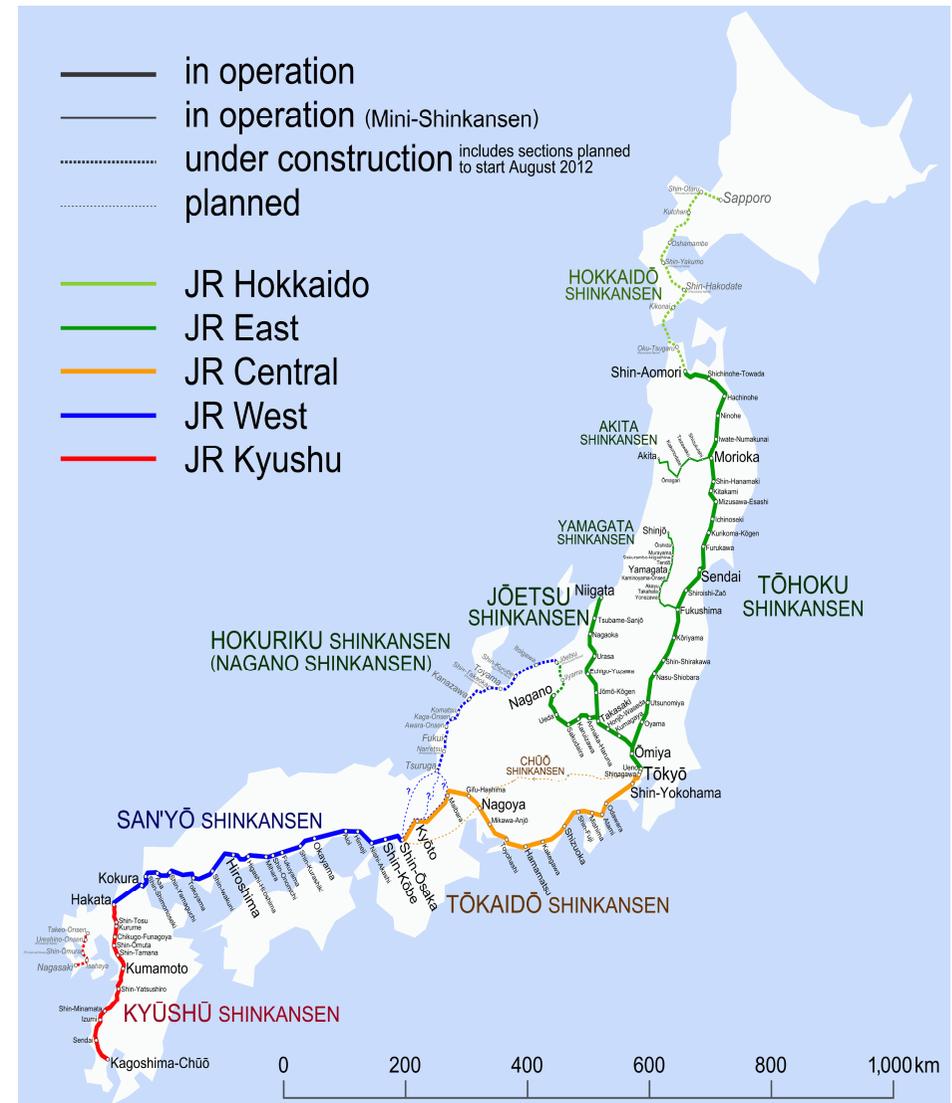
2008 -  
Китай

2009 -  
Россия



# Япония

- Эксплуатация с: 1964 г.
- Протяженность участка: 2.387 км
- Линий: 6
- Колея: 1.435 мм
- Энергопитание:
  - 1 25 кВ пер. тока, 50 Гц
  - 1 25 кВ пер. тока, 60 Гц
- Кол-во поездов: >500
- Кол-во типов: >10



## Япония – JR N700



## Технические данные

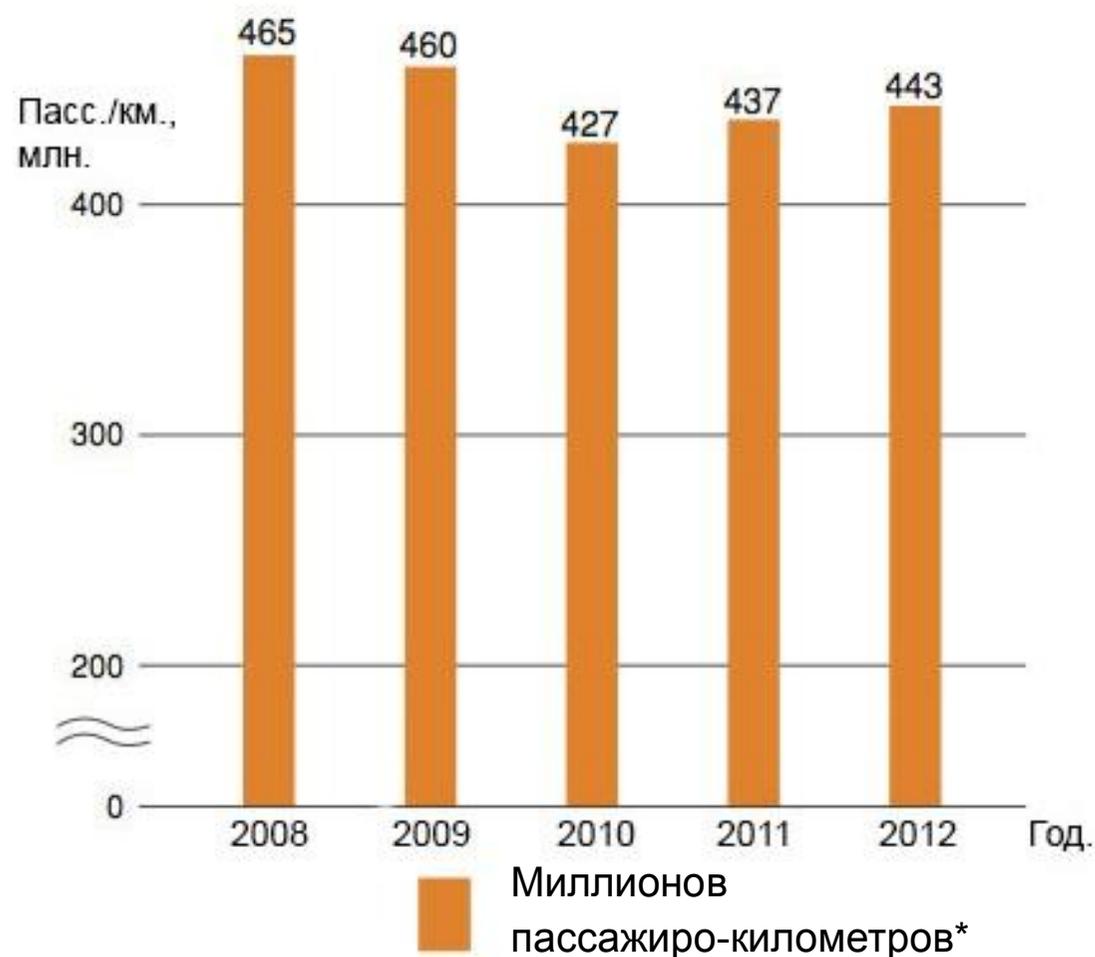
В эксплуатации	с 2007	
Составность	8 вагонов	16 вагонов
Электропитание	25 кВ пер. тока, 50/60Гц	
Мощность приводов	17.08 MW	
Максимальная скорость	260 км/ч	300 км/ч
Колея	1,435 мм	
Вместимость	546 мест	1323 места
Тип	EMU	

## Япония – семейство поездов «Синкансэн»



«Синкансэн» — высокоскоростная сеть железных дорог в Японии для перевозки пассажиров между крупными городами страны. Первая линия открыта между Осакой и Токио в 1964 году.

## Япония – объемы перевозок



Рейсов в день	333
Пассажиров в день	391000
Пассажиров в год	143 млн.
Средняя задержка рейсов	0,6 мин.
Средняя эксплуатационная скорость	270 км/ч

\*По данным ежегодного отчета Японских национальных железных дорог за 2012г.

# Развитие сети высокоскоростных железных дорог в Европе



Линии 270-320 км./ч.

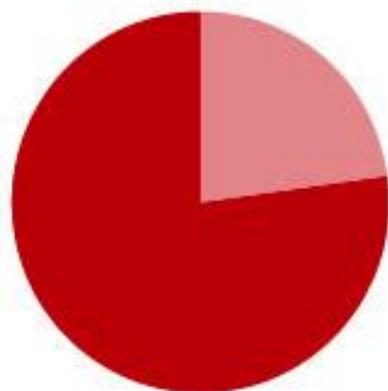
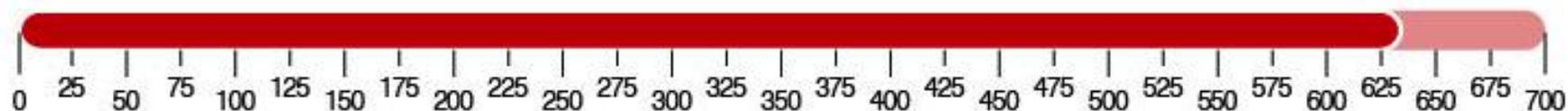
Линии 250 км./ч.

Линии 200-230 км./ч.

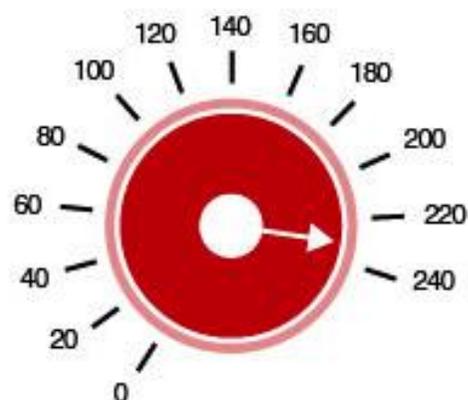
--- Проектируемые

## Смещение функций

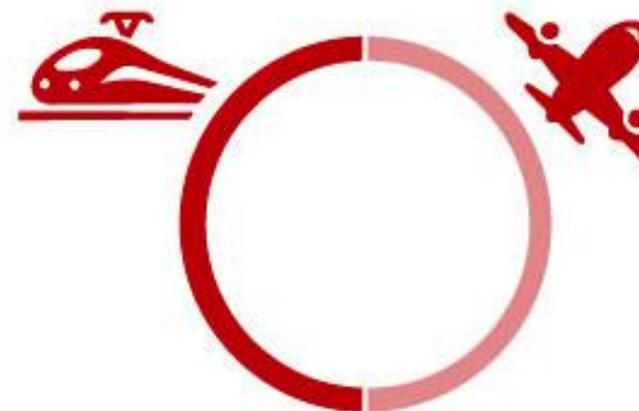
**Madrid - Barcelona** Расстояние: 630 км.



Время в пути:  
2ч.45мин.



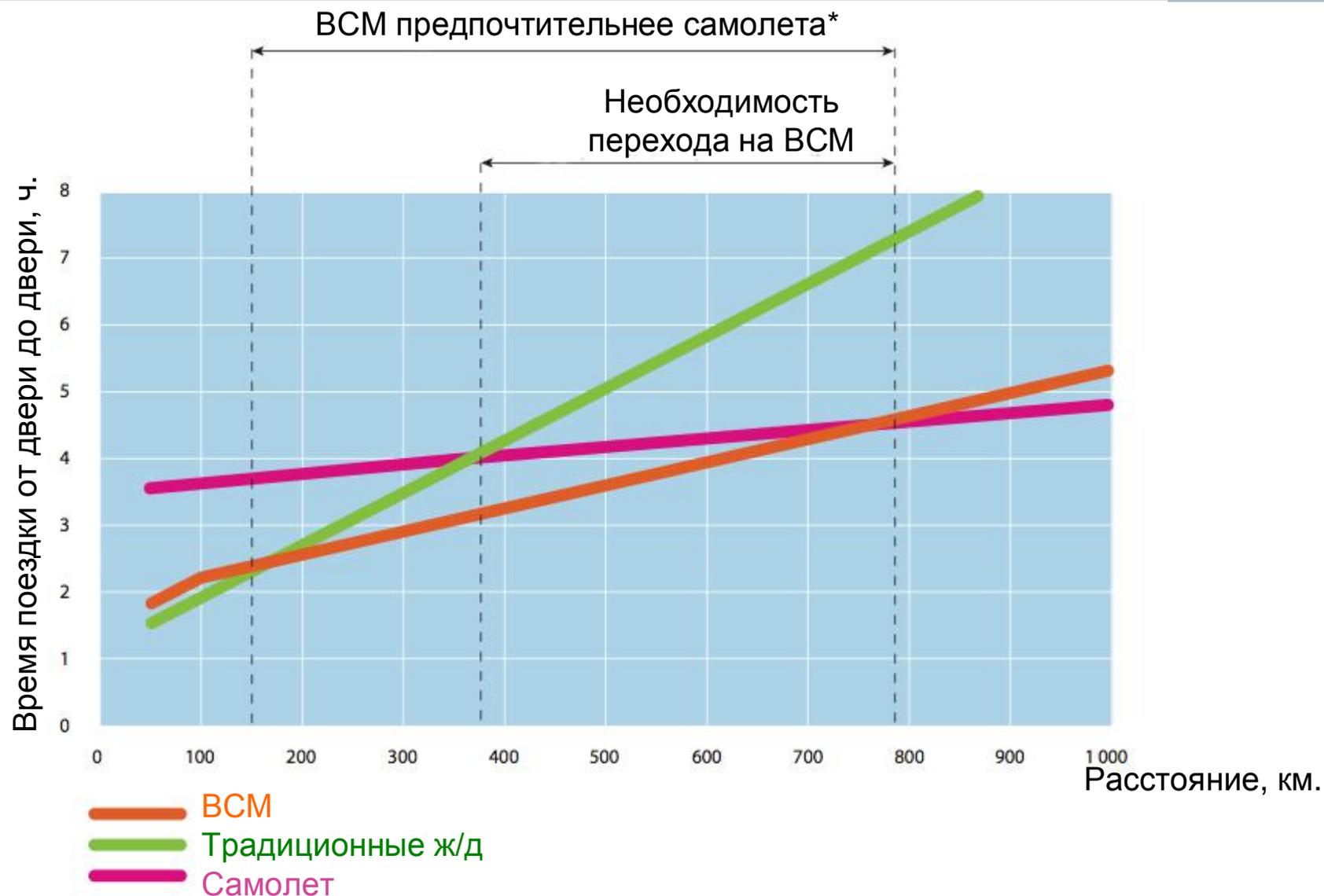
Макс. скорость:  
229 км./ч.



Доля рынка:  
ВСЖД – 50% Самолет – 50%

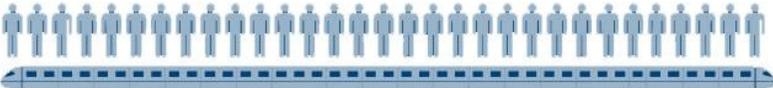
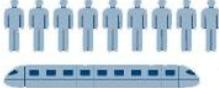
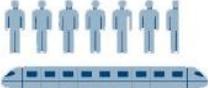
Соотношение транспортных потоков на воздушном и железнодорожном транспорте  
(источник: UIC, отдел высокоскоростного движения)

# Предпочтительность высокоскоростных железных дорог по времени пути



\*По данным отчета High-speed rails: international comparisons, Steer Davies Gleave, Commission for Integrated Transport, London, 2010.

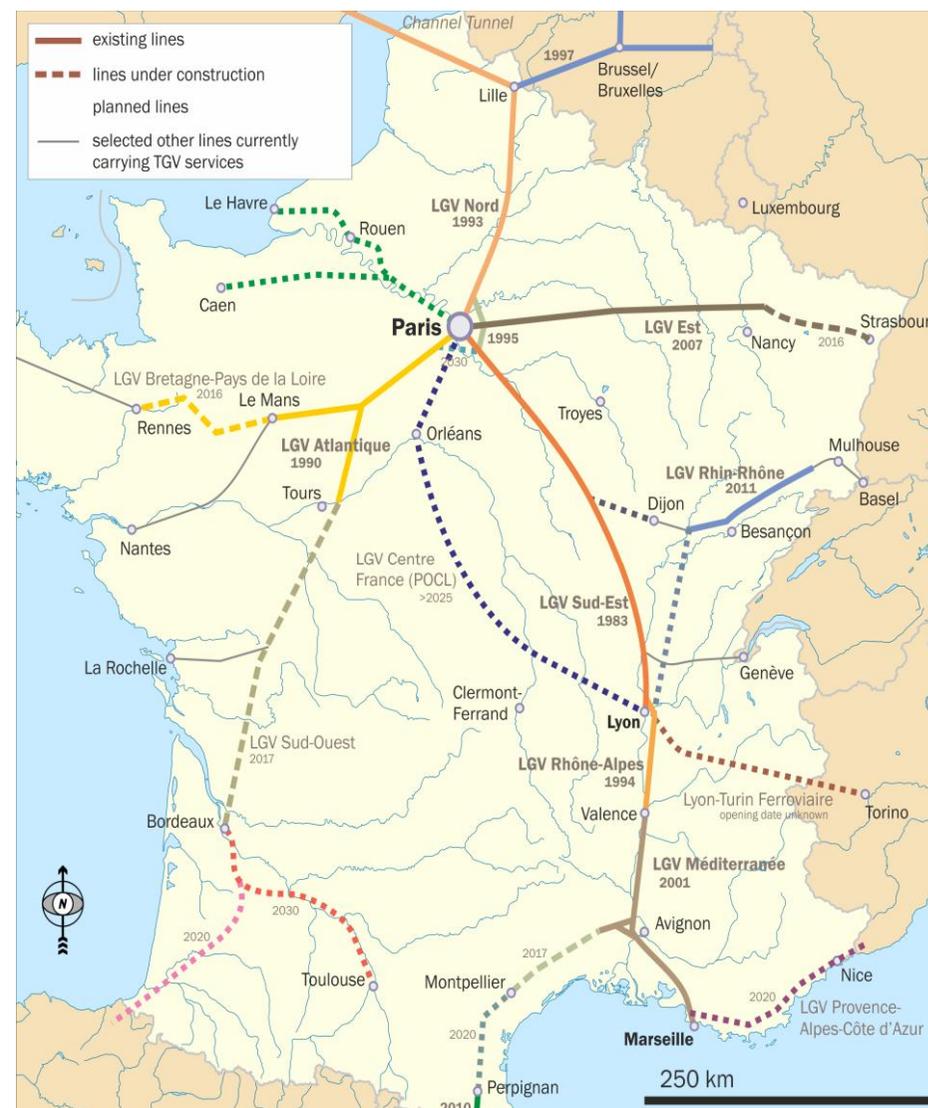
# Пассажиропоток на высокоскоростных магистралях в Европе

	Пассажиропоток млн. человек в год.	Население млн. человек	
Япония	143,247	127,6	
Франция	114,395	65,7	
Германия	73,709	81,9	
Италия	33,377	59,7	
Испания	28,751	46,8	

\*источник: UIC, отдел высокоскоростного движения

# Франция

- Эксплуатация с: 1981 г.
- Протяженность участка: 2.037 км
- Линий: 10
- Колея: 1.435 мм
- Энергопитание:  
1 25 кВ пер. тока, 50 Гц  
1 1,5 кВ пост. Тока,
- Кол-во поездов: >550
- Кол-во типов: >7



# Франция – TGV, тип PSE



## Технические данные

В эксплуатации	с 1992 г.
Составность	10 вагонов
Электропитание	25 кВ пер. тока, 50/60Гц
Мощность приводов	8.8 МВт
Максимальная скорость	320 км/ч
Колея	1,435 мм
Вместимость	377 мест
Тип	Push-Pull

# Франция – Eurostar



## Технические данные

В эксплуатации	1992 – 1996 гг.
Составность	20 вагонов
Электропитание	25 кВ пер. тока, 50Гц 3 кВ пост. тока.
Мощность приводов	12.2 МВт
Максимальная скорость	300 км/ч
Колея	1,435 мм
Вместимость	750 мест
Тип	Push-Pull

# Франция – TGV, Thalys



## Технические данные

В эксплуатации	с 1996 г.
Составность	10 вагонов
Электропитание	25 кВ пер. тока, 50Гц 3 кВ пост. тока.
Мощность приводов	8.8 МВт
Максимальная скорость	320 км/ч
Колея	1,435 мм
Вместимость	377 мест
Тип	Push-Pull

# Франция – TGV Duplex



## Технические данные

В эксплуатации	1995 – 2012 гг.
Составность	10 вагонов
Электропитание	25 кВ пер. тока, 50Гц 1,5 кВ пост. тока.
Мощность приводов	8.8 МВт
Максимальная скорость	320 км/ч
Колея	1,435 мм
Вместимость	508 мест
Тип	Push-Pull

## Германия

- Эксплуатация с: 1991 г.
- Протяженность участка: 1.200 км
- Линий: 11
- Колея: 1.435 мм
- Энергопитание:  
1 15 кВ пер. тока, 16,7 Гц
- Кол-во поездов: >300
- Кол-во типов: 5



# Германия: начало высокоскоростного движения 1980 г. – Поезд IC с локомотивной тягой



## Германия – ICE/V Experimental (1984 г.)



### Технические данные

В эксплуатации	экспериментальный
Составность	5 вагонов
Электропитание	15 кВ пер. тока, 16,7Гц
Мощность приводов	8.4 МВт
Максимальная скорость	406 км/ч
Колея	1,435 мм
Вместимость	---
Тип	Push-Pull

## Германия – ICE1 (1991 г.)



### Технические данные

В эксплуатации	1991 – 2008 гг.
Составность	12 вагонов
Электропитание	15 кВ пер. тока, 16,7Гц
Мощность приводов	9.6 МВт
Максимальная скорость	250 км/ч
Колея	1,435 мм
Вместимость	743 места
Тип	Push-Pull

## Германия – ICE2 (1995 г.)



### Технические данные

В эксплуатации	1995 – 2013 гг.
Составность	8 вагонов (1 локомотив + 7 прицепных)
Электропитание	15 кВ пер. тока, 16,7Гц
Мощность приводов	4.8 МВт
Максимальная скорость	250 км/ч
Колея	1,435 мм
Вместимость	391 места
Тип	Push-Pull

## Германия – ICE3 (2000 г.)



### Технические данные

В эксплуатации	С 2000 г.
Составность	8 вагонов
Электропитание	15 кВ пер., 16,7Гц; 1,5 кВ пост.; 3 кВ пост.; 25 кВ пер., 50Гц.
Мощность приводов	8 МВт
Максимальная скорость	300 км/ч
Колея	1,435 мм
Вместимость	458 места
Тип	EMU

## Германия – ICx (2012 г.)



## Технические данные

В эксплуатации	С 2012 г.
Составность	7 или 10 вагонов
Электропитание	15 кВ пер., 16,7Гц; 1,5 кВ пост.; 3 кВ пост.; 25 кВ пер., 50Гц.
Мощность приводов	4,9 МВт (7 ваг.) 8,2 МВт (10 ваг.)
Максимальная скорость	230 км/ч
Колея	1,435 мм
Вместимость	499 мест (7 ваг.), 724 (10 ваг.)
Тип	EMU

# Эволюция принципов построения высокоскоростных поездов на примере «Сименс»

Надежность и гибкость

Прибыльность и качество оказания услуг



# 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

11 x 5-car EMU  
60 x 7-car EMU  
20 x 4-car DMU



Германия

284 EMU  
20 DMU  
(Голландия,  
Бельгия,  
Швейцария)

Россия

Velaro RUS  
16 x 10-car EMU



ICE 3 + option  
67 x 8-car EMU



Китай

Velaro CN  
60 x 8-car EMU  
Components for 237 EMU



Velaro D  
16 x 8-car EMU



Турция

Velaro Turkey  
7 x 8-car EMU



Англия

Velaro e320  
10 x 16-car EMU

Испания

Velaro E / E2  
26 x 8-car EMU



ICE® is a registered trademark of DB AG

# Испания

- Эксплуатация с: 1992 г.
- Протяженность участка: 2.114 км
- Линий: 5
- Колея: 1.435 мм / 1.668 мм.
- Энергопитание:  
1 25 кВ пер. тока, 50 Гц
- Кол-во поездов: >100
- Кол-во типов: 4



## Испания – AVE Class 102 (2005 г.)



### Технические данные

В эксплуатации	С 2005 г.
Составность	14 вагонов (2 локомотива + 12 прицепных)
Электропитание	25 кВ пер., 50Гц.
Мощность приводов	8,2 МВт
Максимальная скорость	320 км/ч
Колея	1,435 мм
Вместимость	365
Тип	Push-Pull

## Испания – Velaro E (2006 г.)

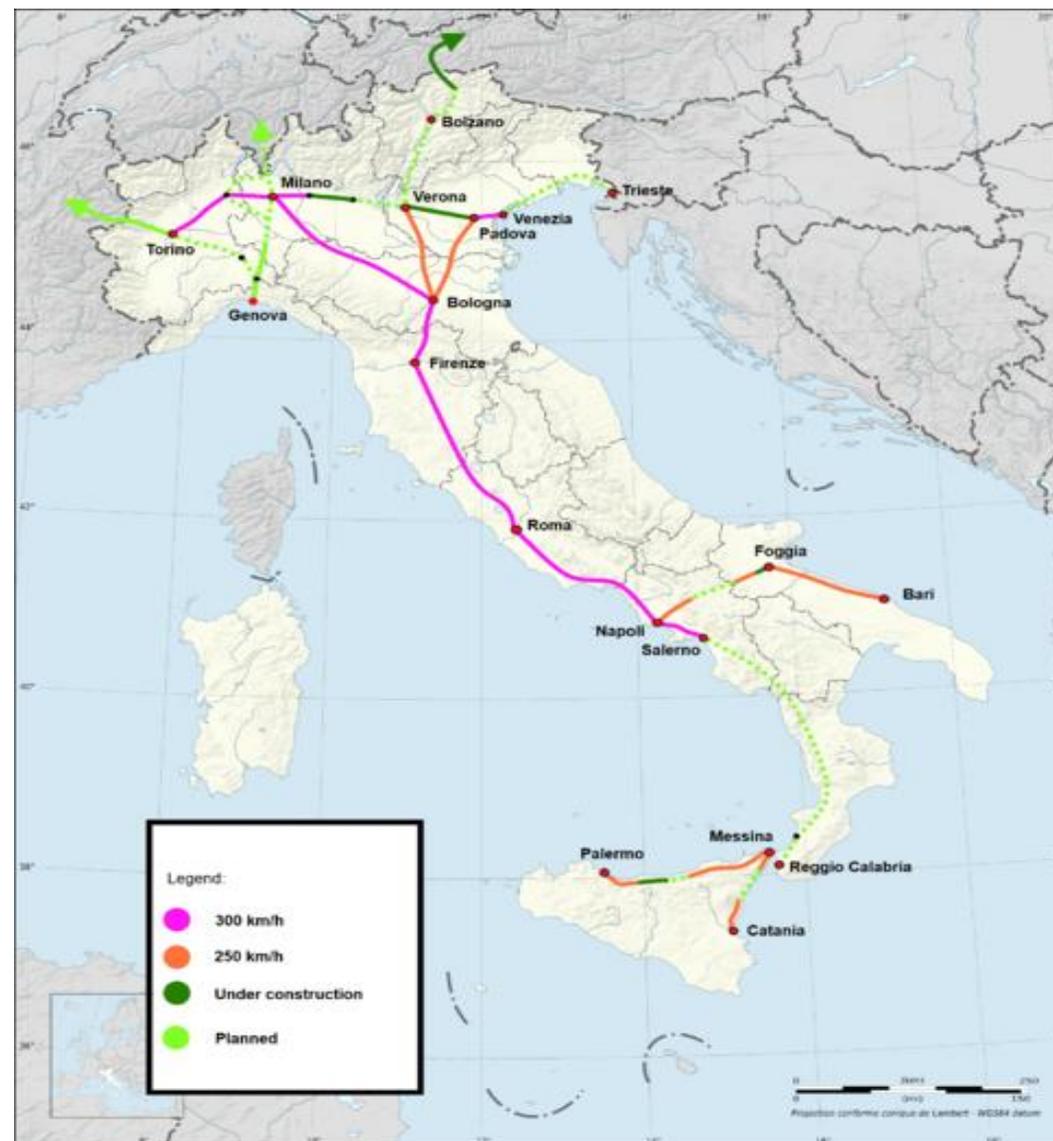


### Технические данные

В эксплуатации	С 2006 г.
Составность	8 вагонов
Электропитание	25 кВ пер., 50Гц.
Мощность приводов	8,2 МВт
Максимальная скорость	350 км/ч
Колея	1,435 мм
Вместимость	404
Тип	EMU

# Италия

- Эксплуатация с: 2001 г.
- Протяженность участка: 926 км
- Линий: 7
- Колея: 1.435 мм.
- Энергопитание:
  - 1 25 кВ пер. тока, 50 Гц;
  - 2 3 кВ пост. тока.
- Кол-во поездов: >100
- Кол-во типов: 4



## Италия – ETR 500 (1993 г.)



## Технические данные

В эксплуатации	1993 – 2007 гг.
Составность	11 вагонов (2 локомотива + 9 прицепных)
Электропитание	3 кВ пост.
Мощность приводов	8,8 МВт
Максимальная скорость	340 км/ч
Колея	1,435 мм
Вместимость	656
Тип	Push-Pull

## Италия – AGV ETR 575 (2012 г.)

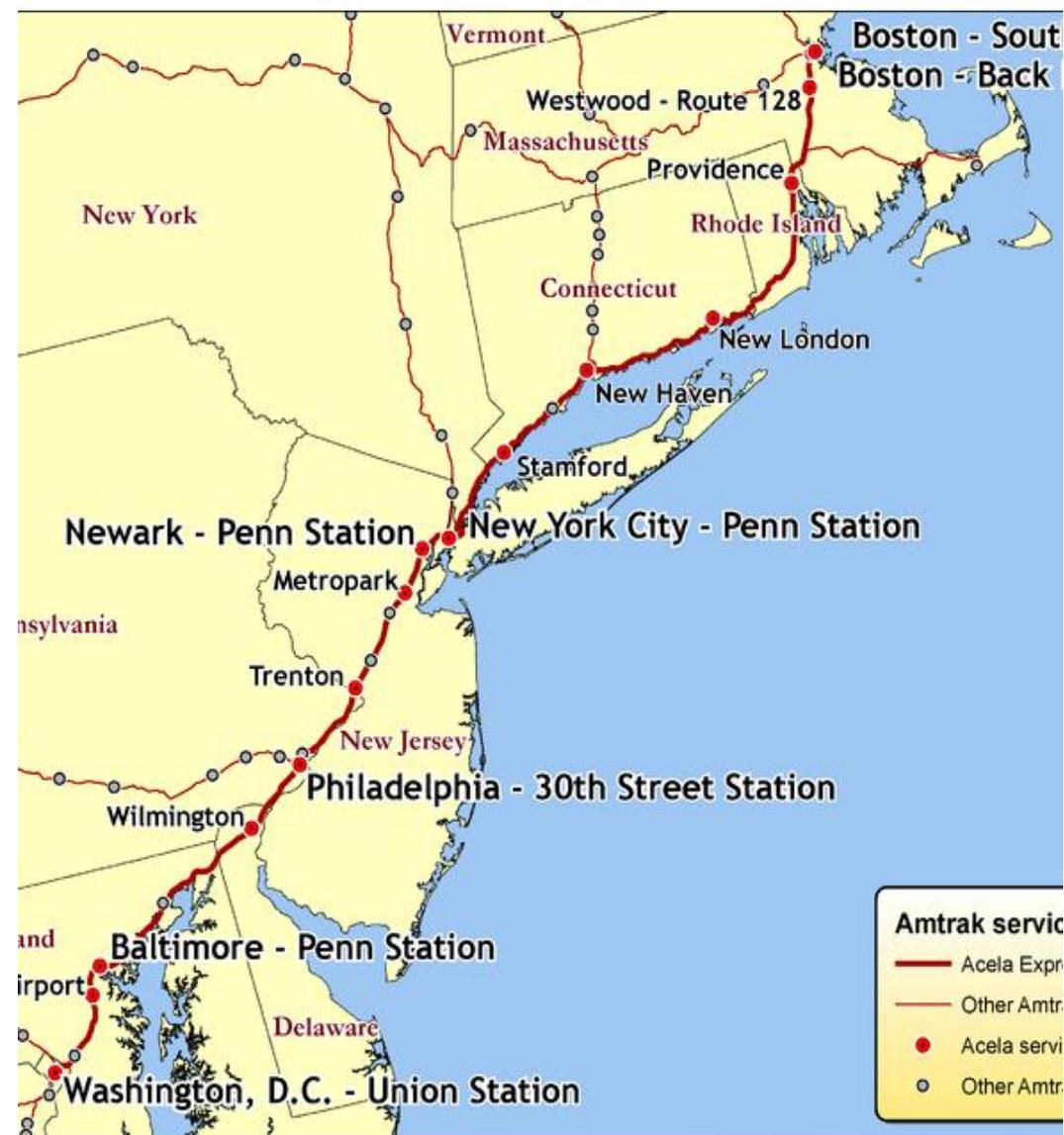


### Технические данные

В эксплуатации	С 2012 г.
Составность	11 вагонов
Электропитание	3 кВ пост.
Мощность приводов	8,8 МВт
Максимальная скорость	350 км/ч
Колея	1,435 мм
Вместимость	460
Тип	EMU

## Соединенные Штаты Америки

- Эксплуатация с: 2001 г.
- Протяженность участка: 720 км
- Линий: 1
- Колея: 1.435 мм.
- Энергопитание:
  - 1 25 кВ пер. тока, 60 Гц;
  - 2 12 кВ пер. тока, 25 Гц;
  - 3 12 кВ пер. тока, 60 Гц;
- Кол-во поездов: 20
- Кол-во типов: 1



## США – Acela Express (2001г.)

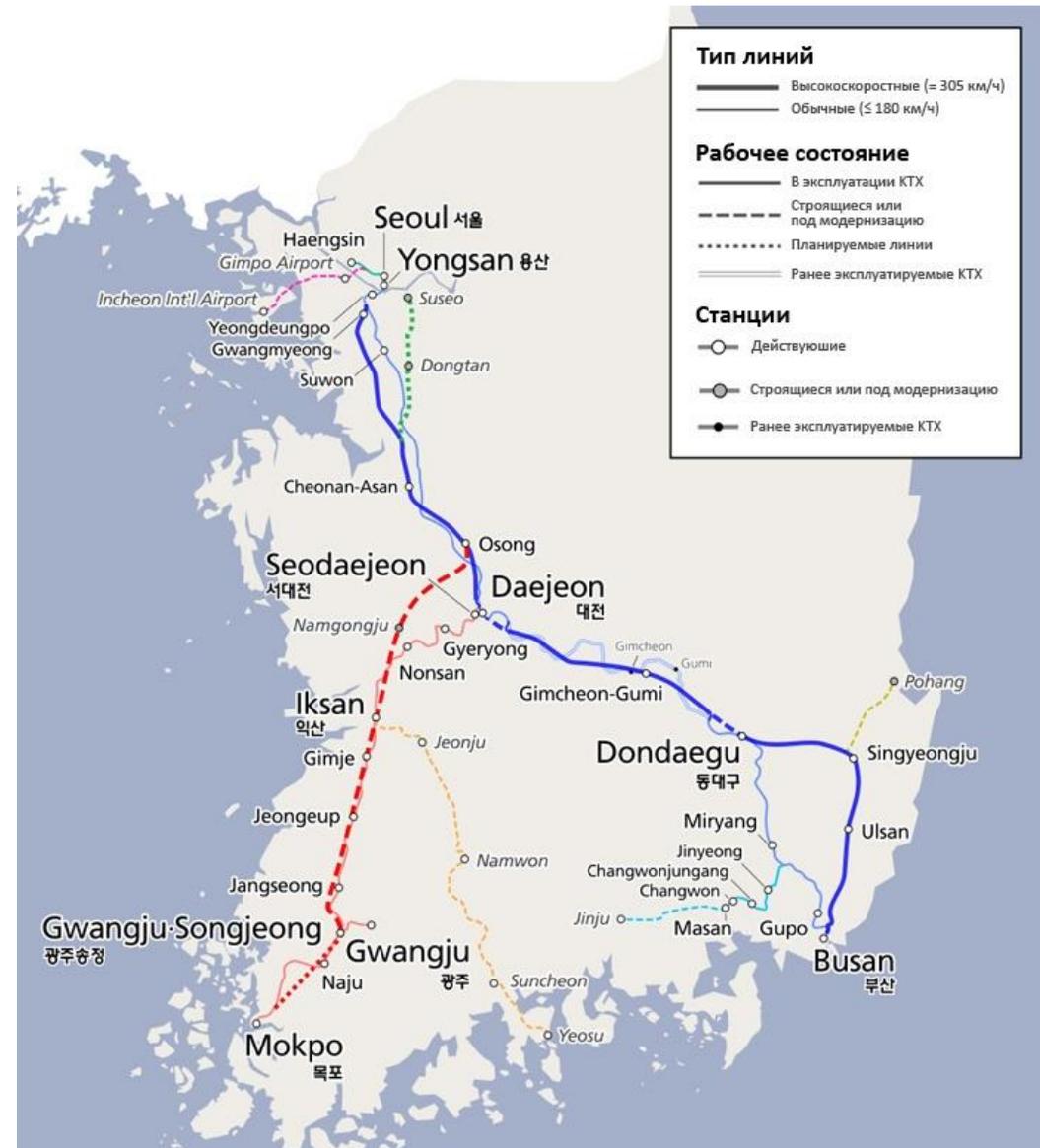


### Технические данные

В эксплуатации	С 2001г.
Составность	8 вагонов (2 локомотива + 6 прицепных)
Электропитание	25 кВ пер. тока, 60 Гц; 12 кВ пер. тока, 25 Гц; 12 кВ пер. тока, 60Гц;
Мощность приводов	4,6 MW
Максимальная скорость	240 км/ч
Колея	1,435 мм
Вместимость	304
Тип	Push-Pull

# Корея

- Эксплуатация с: 2004 г.
- Протяженность участка: 346 км
- Линий: 1 + 1 строится
- Колея: 1.435 мм.
- Энергопитание:  
1 25 кВ пер. тока, 60 Гц;
- Кол-во поездов: 60
- Кол-во типов: 2



## Корея – КТХ I (2004 г.)



### Технические данные

В эксплуатации	С 2004 г.
Составность	20 вагонов (2 локомотива + 18 прицепных)
Электропитание	25 кВ пер. тока, 60 Гц;
Мощность приводов	13,56 МВт
Максимальная скорость	300 км/ч
Колея	1,435 мм
Вместимость	935
Тип	Push-Pull

## Корея – КТХ II (2010 г.)



### Технические данные

В эксплуатации	С 2010 г.
Составность	10 вагонов (2 локомотива + 8 прицепных)
Электропитание	25 кВ пер. тока, 60 Гц;
Мощность приводов	8,8 МВт
Максимальная скорость	300 км/ч
Колея	1,435 мм
Вместимость	363
Тип	Push-Pull

# Китай

- Эксплуатация с: 2008 г.
- Протяженность участка: 9300 км
- Количество линий: 9
- Колея: 1.435 мм.
- Энергопитание:  
1 25 кВ пер. тока, 50 Гц;
- Кол-во поездов: >500
- Кол-во типов: >10



## Китай – CRH 380A Harmony (2010 г.)



### Технические данные

В эксплуатации	С 2010 г.
Составность	8 / 16 вагонов
Электропитание	25 кВ пер. тока, 50 Гц;
Мощность приводов	9,6 / 20,4 МВт
Максимальная скорость	380 км/ч
Колея	1,435 мм
Вместимость	494 / 1066
Тип	EMU

## Китай – Velaro CN (2008 г.)

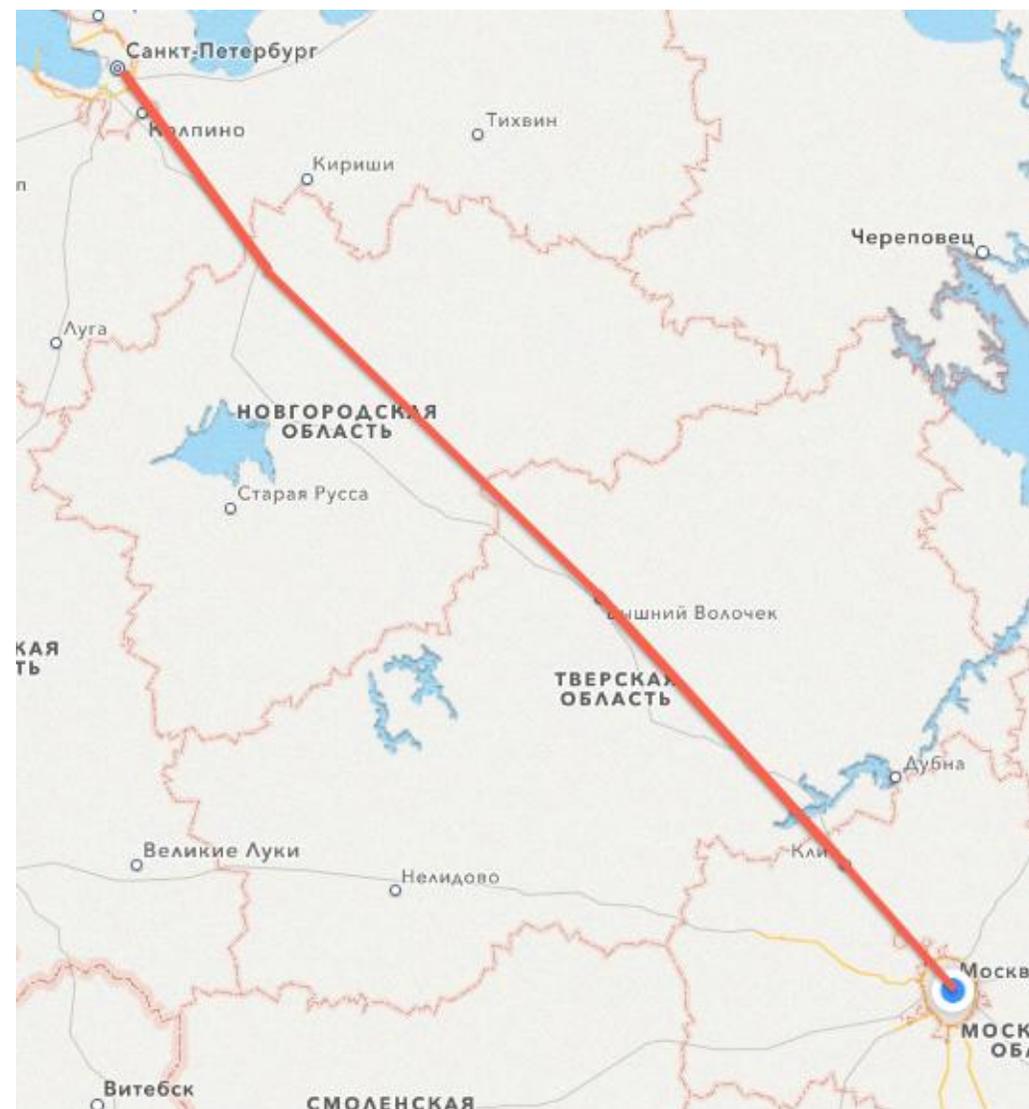


### Технические данные

В эксплуатации	С 2008 г.
Составность	8 вагонов
Электропитание	25 кВ пер. тока, 50 Гц;
Мощность приводов	8,8 МВт
Максимальная скорость	300 км/ч
Колея	1,435 мм
Вместимость	600
Тип	EMU

# Россия

- Эксплуатация с: 2009 г.
- Протяженность участка: 800 км
- Линий: 1 + 1 в разработке
- Колея: 1520 мм
- Энергопитание:
  - 1 3 кВ пост. тока;
  - 2 25 кВ перемен. тока 50 Гц.
- Кол-во поездов: 8
- Кол-во типов: 1



## Россия – Velaro RUS «Сапсан» (2009 г.)



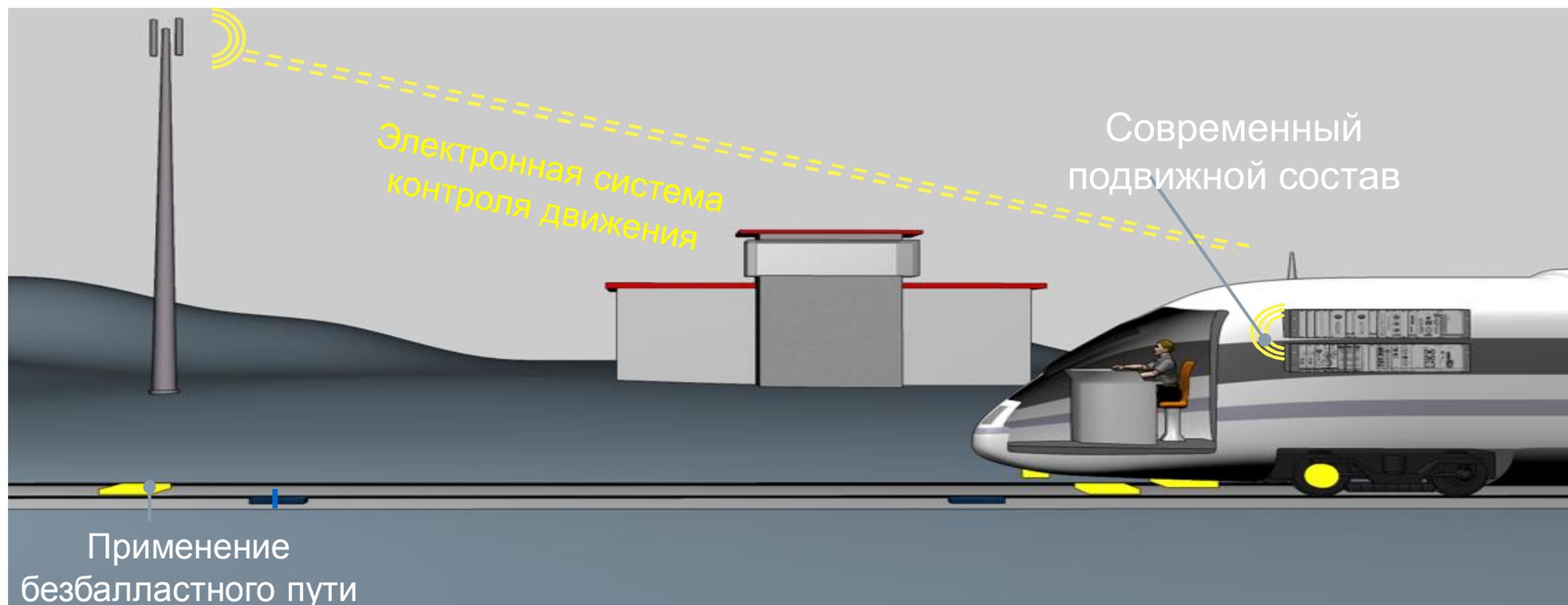
### Технические данные

В эксплуатации	С 2009 г.
Составность	10 вагонов
Электропитание	25 кВ пер. тока, 50 Гц; 3 кВ пост.
Мощность приводов	8,8 МВт
Максимальная скорость	250 км/ч
Колея	1,520 мм
Вместимость	604
Тип	EMU

# Основные принципы построения высокоскоростных магистралей

Цикл лекций - «Высокоскоростное железнодорожное движение»

# Основные принципы построения высокоскоростных магистралей



1. Применение безбалластного пути;
2. Отсутствие скрещиваний в одной плоскости с другими магистралями;
3. Применение электронных систем контроля и управления движением;
4. Контактная сеть, рассчитанная для скоростей движения  $>300$  км/ч.

# Требования к системам СЦБ для высокоскоростных магистралей

## Обязательные

- Применение надежной локомотивной сигнализации и системы обеспечения безопасности и автопилота.
- Новые каналы передачи данных с инфраструктуры в поезд.
- Стрелочные переводы для ВСМ, управляемые несколькими синхронизованными между собой электроприводами.

## Специальные требования в зависимости от режима эксплуатации ВСМ

- Выделенные линии или ВСМ общего пользования требуют разный подход.



## Системы электроснабжения «Сименс»

### DC (постоянный ток)

#### ■ 750 В (600 В)

Трамвай, троллейбус,  
метрополитен, промышленный  
объекты

#### ■ 1500 В

Метрополитен, легкорельсовый  
транспорт

#### ■ 3000 В

Железнодорожное сообщение

### AC (переменный ток)

#### ■ 15 кВ 16.7 Гц

Железнодорожное сообщение в  
странах с частотой 16,7 Гц

#### ■ 25 кВ 50/60 Гц (10 кВ)

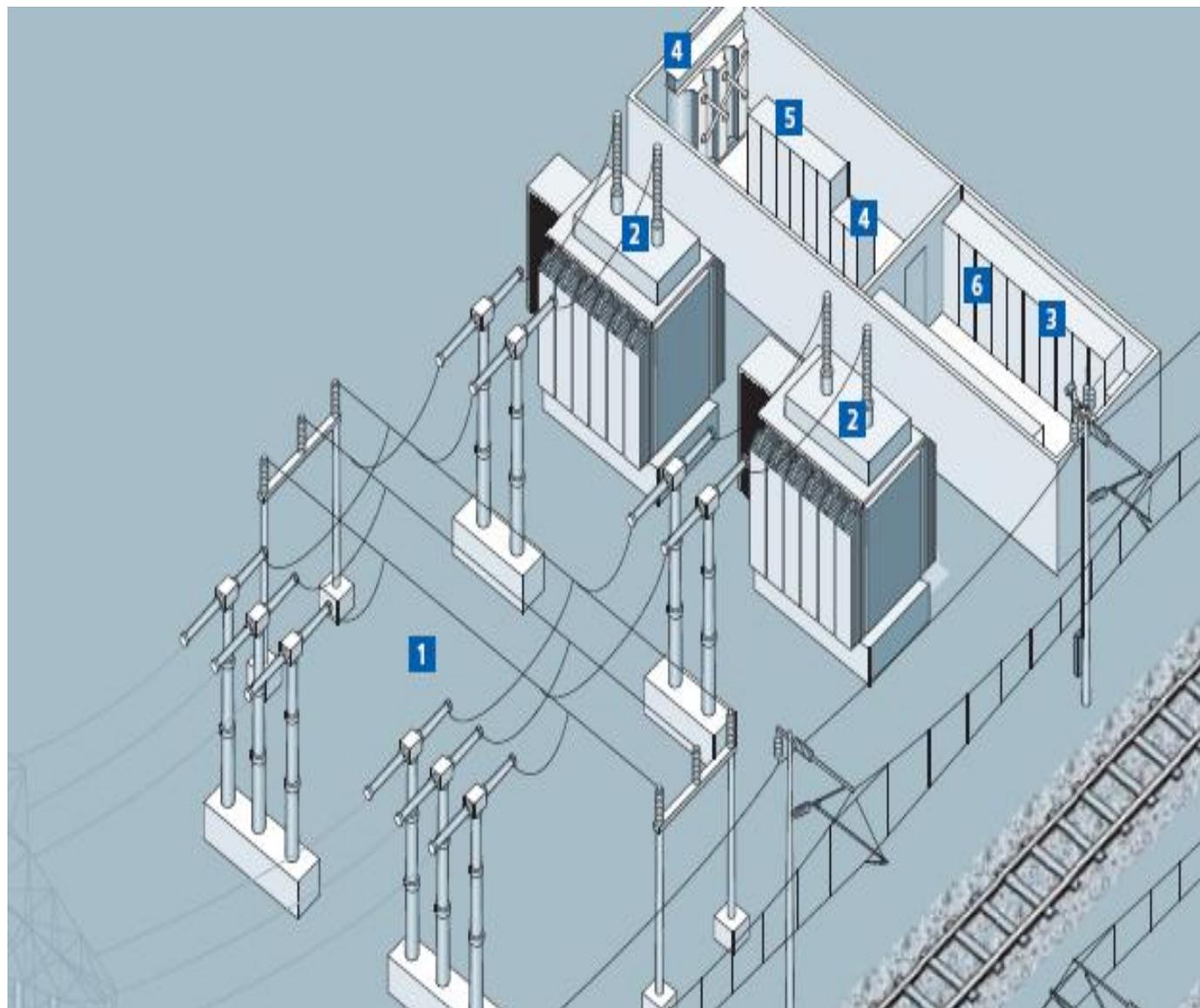
Железнодорожное сообщение

#### ■ 2 x 25 кВ 50/60 Гц,

**автотрансформаторная система**

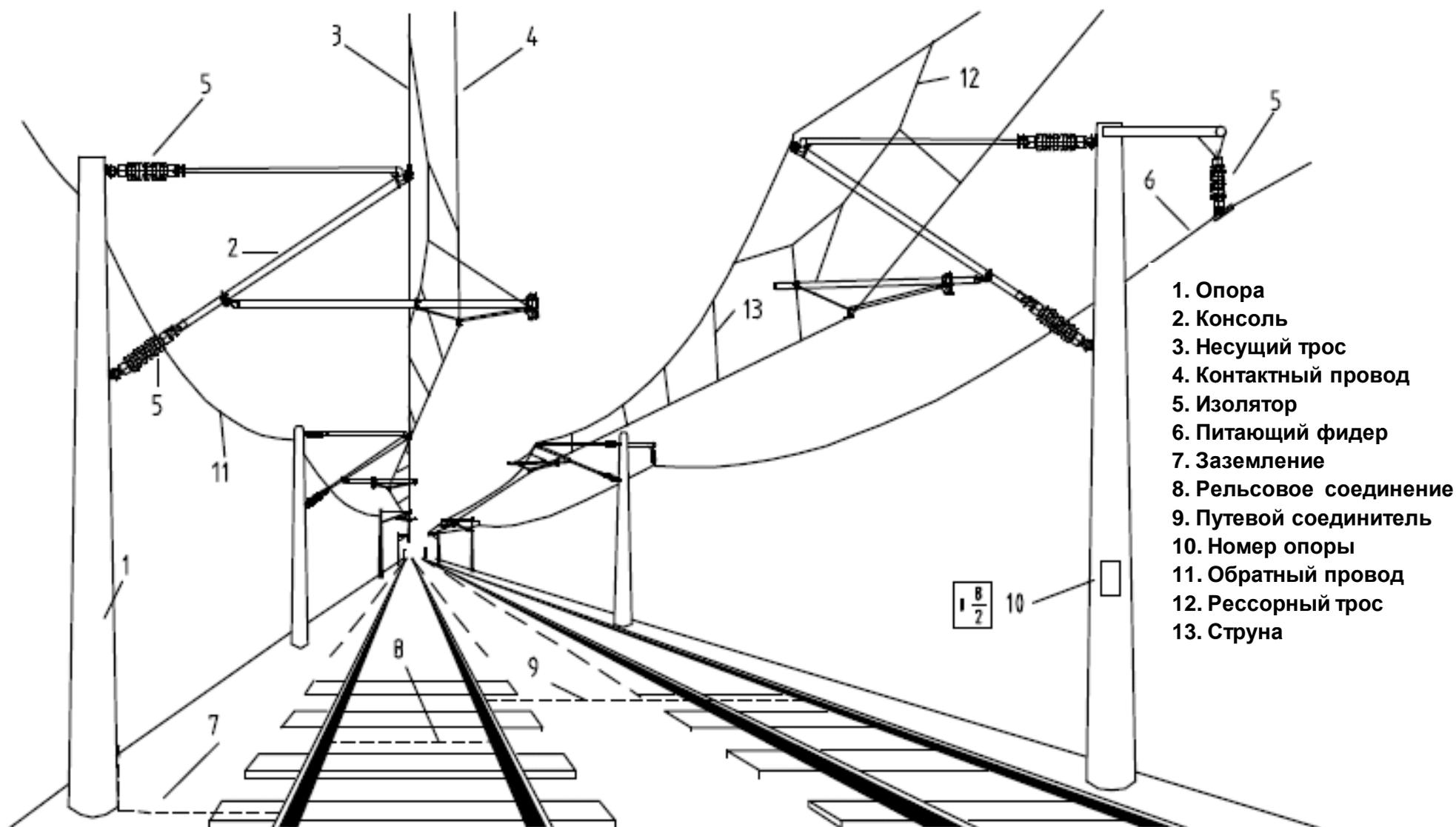
Высокоскоростные железные дороги

# Тяговая подстанция для электроснабжения линий



1. РУ ввода
2. Трансформатор
3. РУ вывода
4. Шкаф управления
5. МПЗ
6. СН

# Контактная сеть для ВСМ



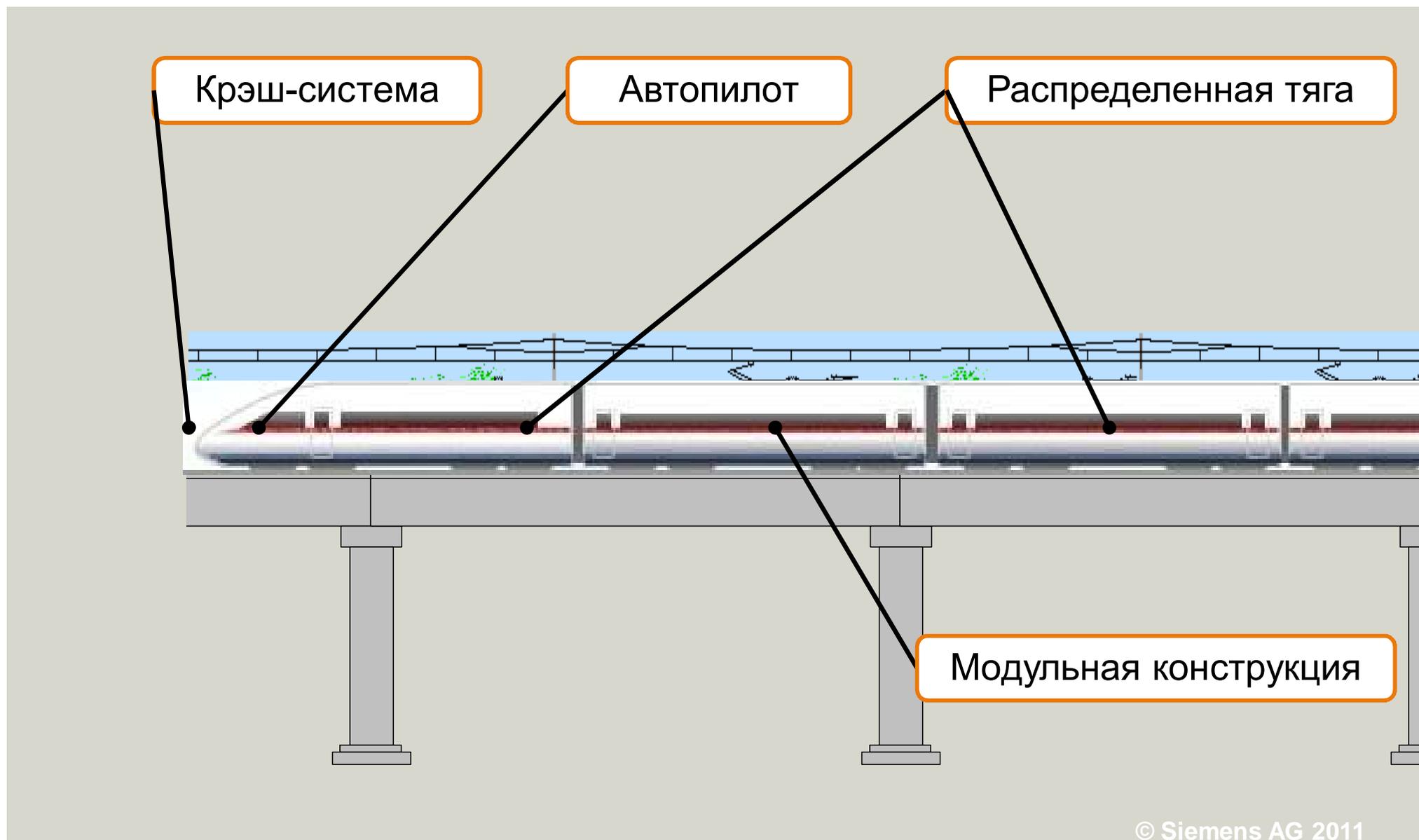
# Контактная сеть для высокоскоростных железнодорожных магистралей в России



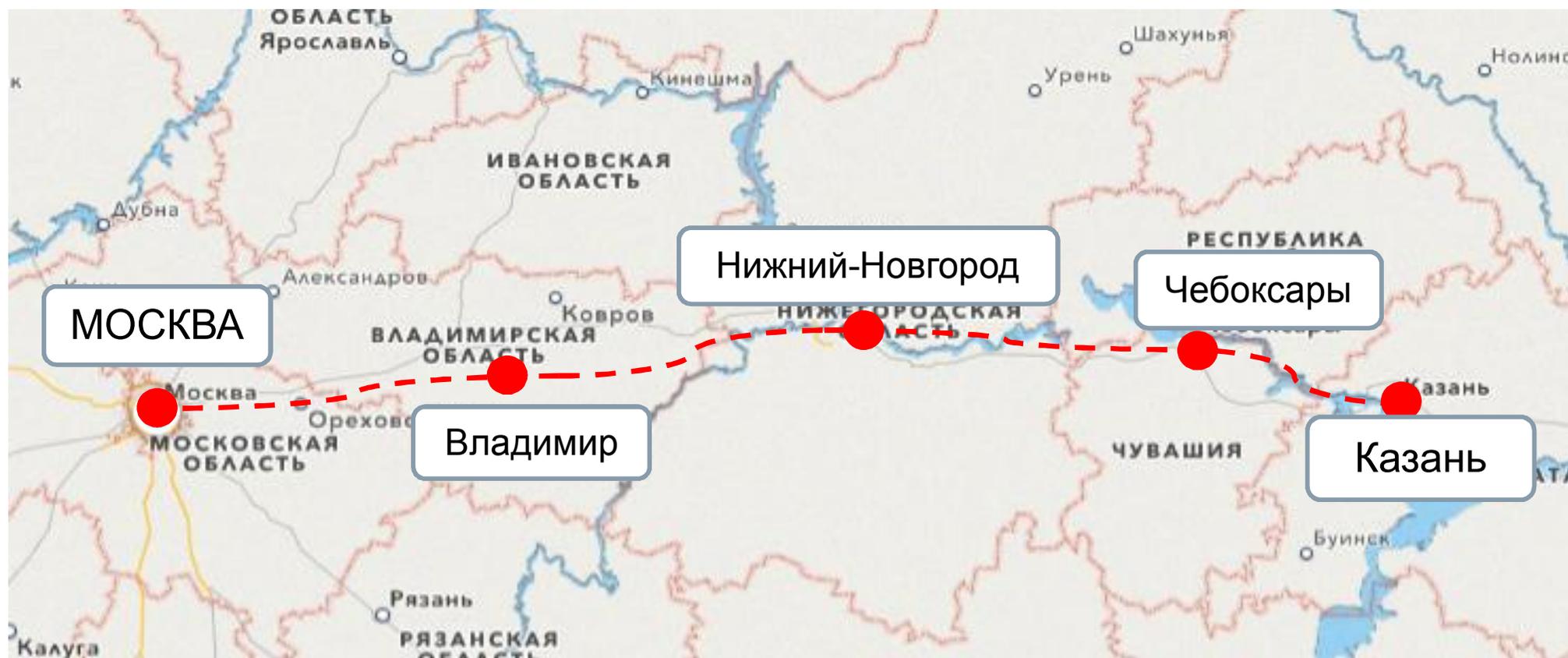
## Sicat HA – Контактная сеть «Сименс» для ВСМ

Максимальная скорость	400 км/ч
Номинальное напряжение	15 кВ, 25 кВ
Максимальная температура	80 С°
Контактный провод	CuMg AC-120
Несущий трос	Bz II 120
Сила натяжения КП	27 кН
Сила натяжения НТ	21 кН
Длина пролёта	до 70 м
Длина анкерного участка	1400 м
Конструктивная высота подвески	1,8 м
Тип сопряжения	3/5

## Основные особенности поездов для высокоскоростных магистралей



# Высокоскоростная магистраль Москва – Казань



Длина маршрута — 770 км.

Время в пути — 3ч. 30 мин.

Максимальная скорость до 400 км/час.

Более 80.000 новых рабочих мест.

**Ваши вопросы?**

