

**SIEMENS**

Акционерное Общество  
Русских Электротехнических Заводовъ  
**СИМЕНСЪ и ГАЛЬСКЕ**



**160**  
«Сименс»  
в России  
с 1853 года

Московский Государственный Университет Путей Сообщения (МИИТ) / 15-11-2013

# «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 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, краткое содержание предыдущей лекции
2. Введение в тему лекции
3. Европейские международные железнодорожные проекты в области высокоскоростного движения
4. Проект в Испании
5. Проекты в Китае
6. Проекты в России
7. Перспективные проекты
8. Сравнение технологий применяемых в поездах
9. Ближайшие перспективы
10. Заключение
11. Вопросы и ответы

A historical black and white illustration of a large industrial factory complex, likely the Siemens works in St. Petersburg, situated along a wide river. The factory consists of numerous multi-story buildings with gabled roofs and many windows. A tall, dark smokestack is prominent in the center, emitting a plume of smoke. Several large sailing ships are docked at the riverbank, and smaller boats are visible in the water. The sky is hazy. In the foreground, a street with a few figures and horse-drawn carriages is visible. The Siemens logo is overlaid in the top left corner.

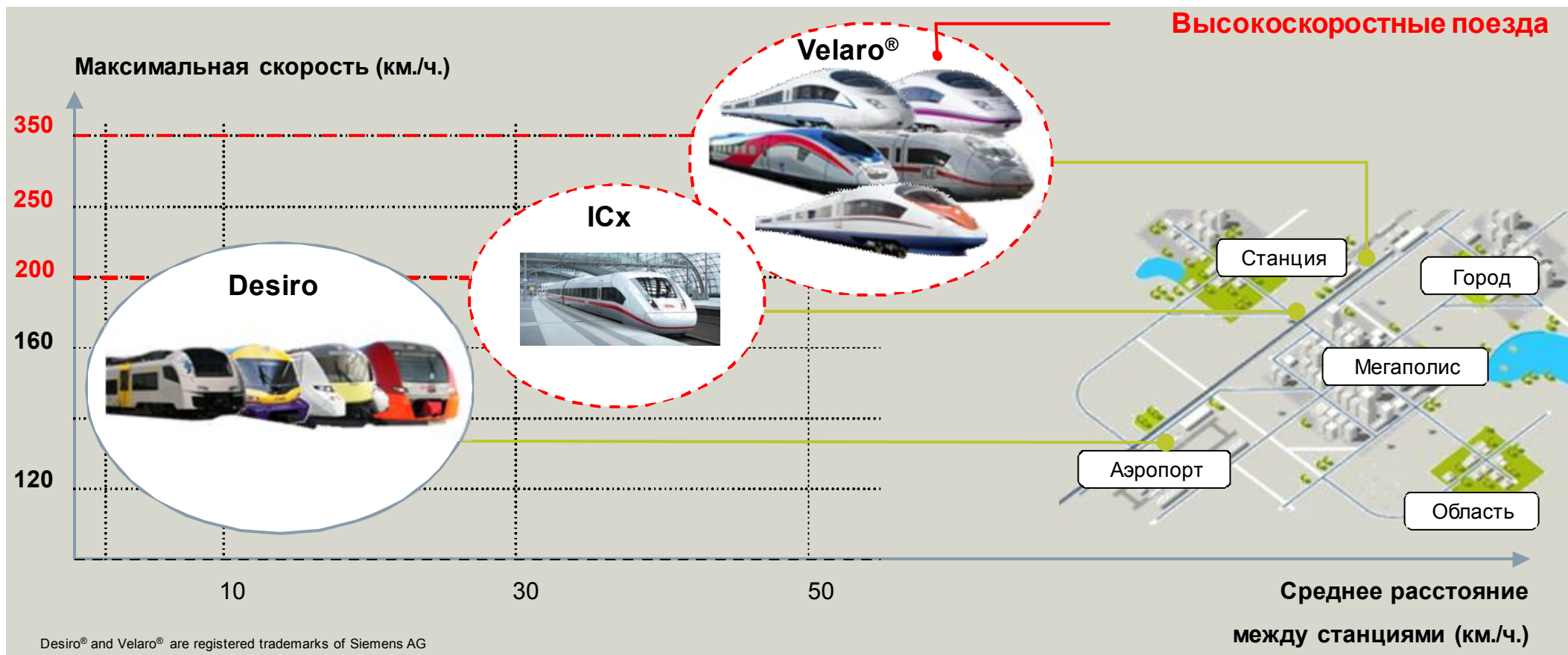
**SIEMENS**

Акционерное Общество  
Русских Электротехнических Заводовъ  
**СИМЕНСЪ и ГАЛЬСКЕ**

Цикл лекций - «Высокоскоростное железнодорожное движение»

# Краткое содержание предыдущей лекции

# Определение высокоскоростного поезда

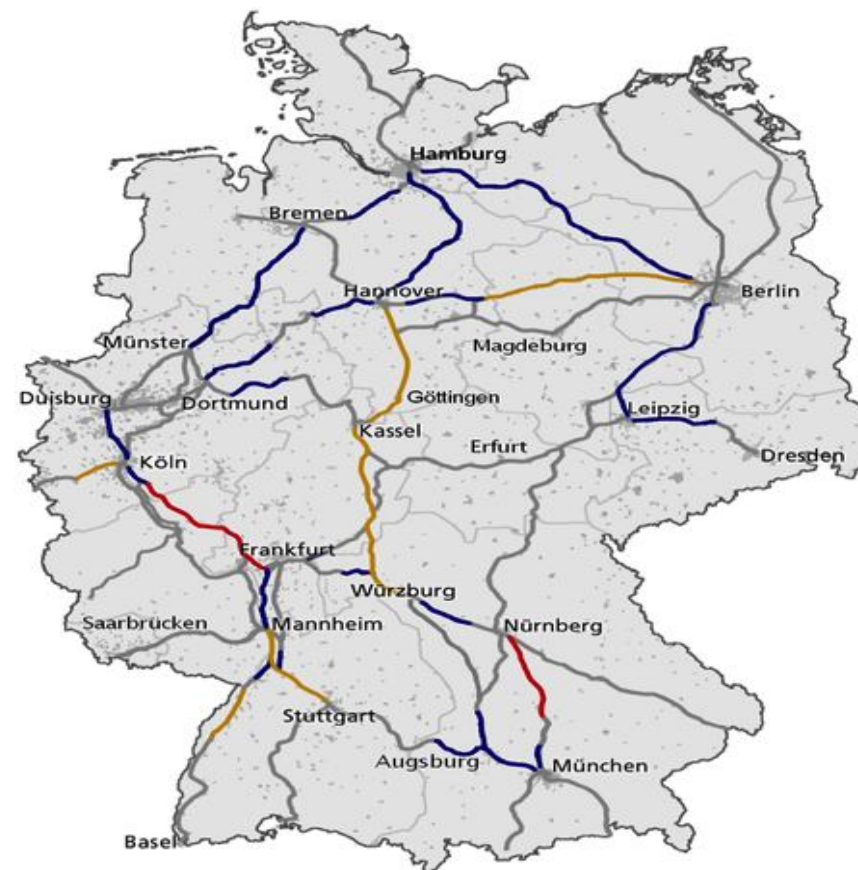


## Этапы развития высокоскоростного железнодорожного транспорта



## Высокоскоростные железные дороги Германии

- Эксплуатация с: 1991 г.
- Протяженность участка: 1.200 км
- Линий: 11
- Колея: 1.435 мм
- Энергопитание:  
15 кВ пер. тока, 16,7 Гц
- Кол-во поездов: >300
- Кол-во типов: 6



**ВСМ до 300 км./ч.**

**ВСМ 250-280 км./ч.**

**Модифицированные линии до 250 км./ч.**

# Высокоскоростные железные дороги Германии



ICE 1



ICE 2



ICE 3



ICE T(TD)



Velaro D





SIEMENS

Акционерное Общество  
Русских Электротехнических Заводовъ  
**СИМЕНСЪ и ГАЛЬСКЕ**

Цикл лекций - «Высокоскоростное железнодорожное движение»

# Международные проекты в области ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ поездов

# ICE International - высокоскоростные железнодорожные маршруты из Германии



© Siemens LLC 2013 All rights reserved.



## ICE 1 и 2:

- Вена;
- Цюрих;
- Базель;
- Берн;
- Интерлакен.



## ICE 3:

- Париж;
- Брюссель;
- Амстердам;



## ICE T (TD):

- Копенгаген;
- Орхус;

## Thalys - высокоскоростные железнодорожные маршруты из Франции



© Siemens LLC 2013 All rights reserved.



### Thalys РВКА

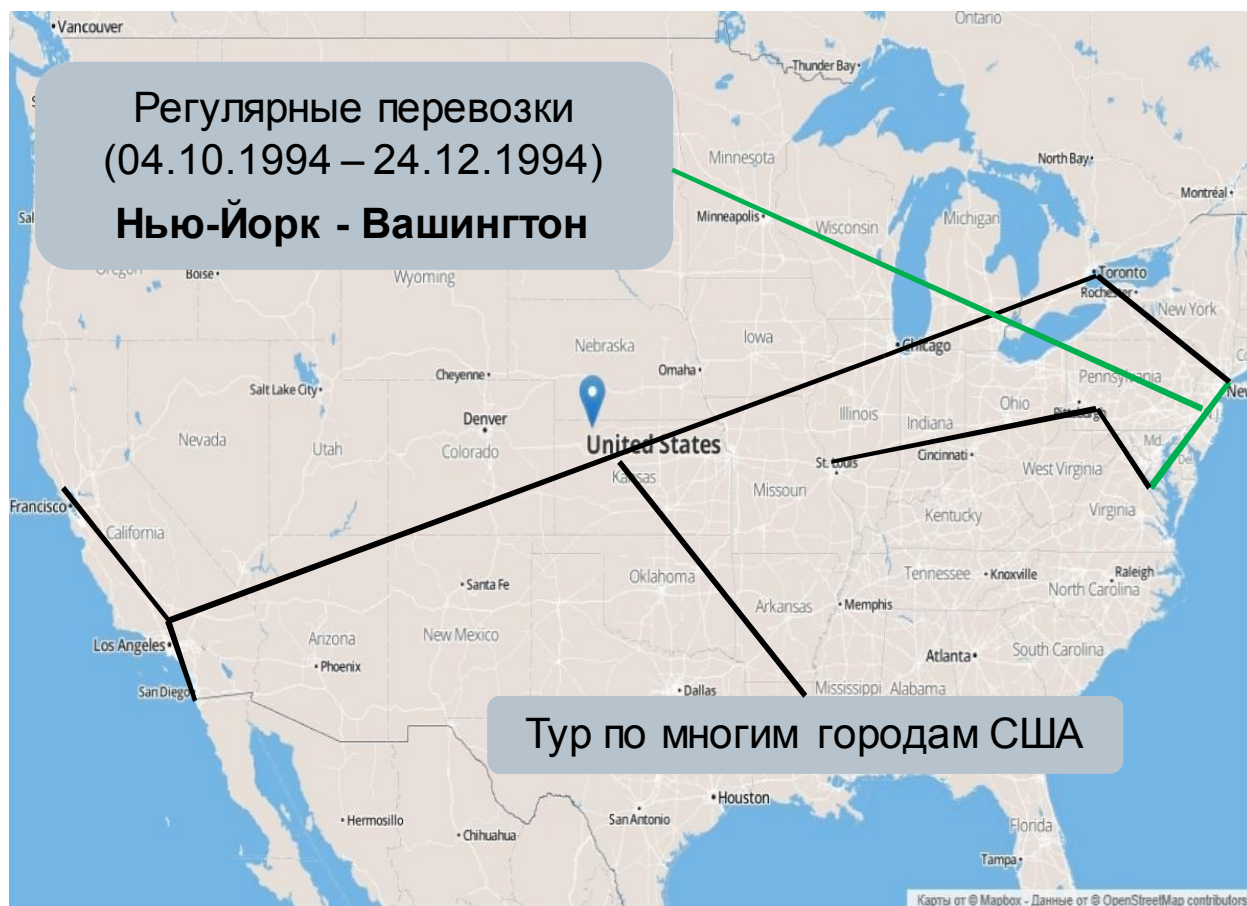
- Париж;
- Брюссель;
- Кёльн;
- Амстердам.



### Eurostar

- Лондон;
- Париж;
- Брюссель;

## ICE - Amtrak



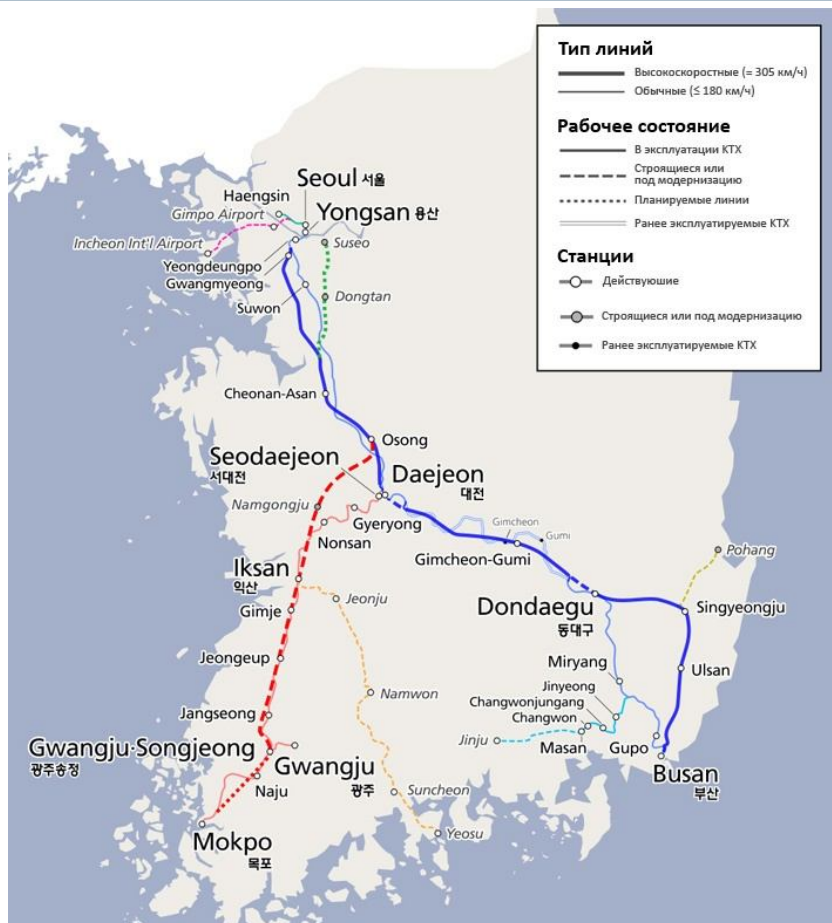
© Siemens LLC 2013 All rights reserved.

**ICE Amtrak**

Изменения относительно ICE 1:

- питание 12кВ/25Гц;
- новый пантограф и автосцепка;
- Американские системы управления поездом;
- измененные профили колес.

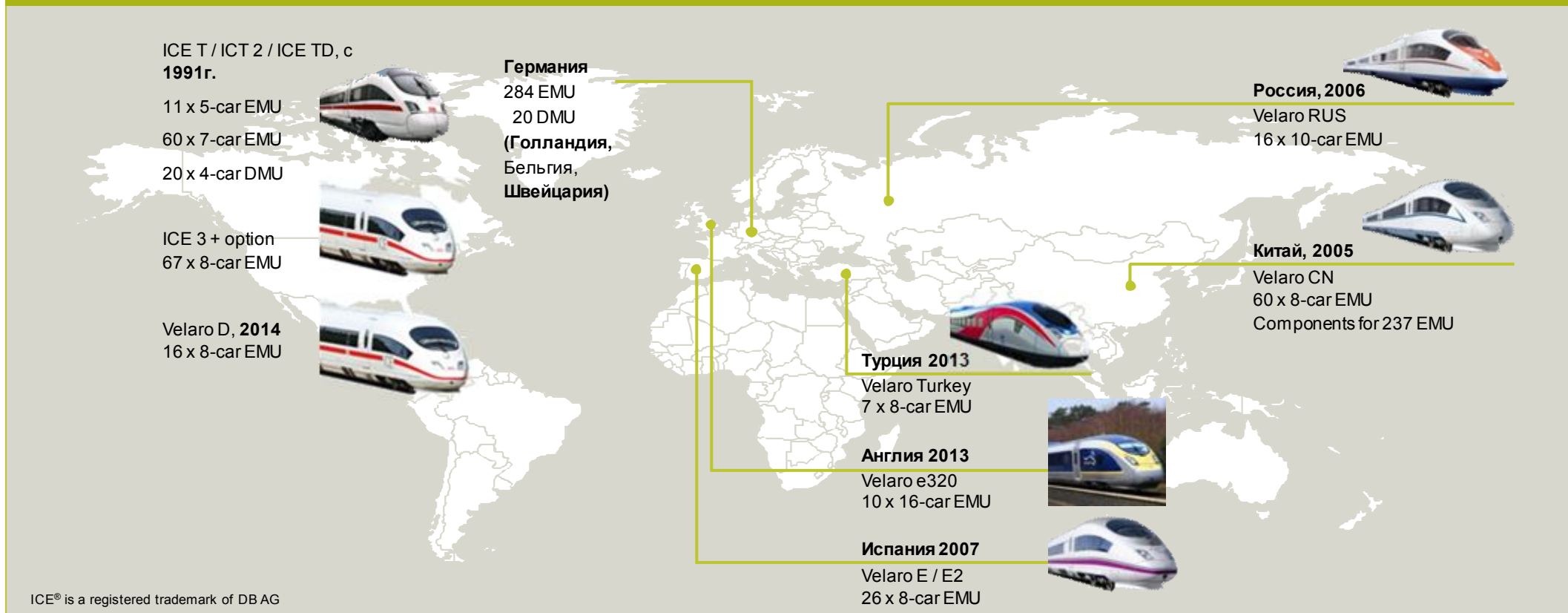
# Корея



- Тендер на поставку поездов и локализацию объявлен 26.08.1991
- Заявки на участие подали:
  - Alstom (TGV)
  - Siemens (ICE 2)
  - Mitsubishi (Shinkansen)
- Финальные предложения были поданы 15.06.1993
- Победителем объявили Alstom в сотрудничестве с Rotem
- Первые поезда КТХ-I поставили в 1997г.

# Мировой опыт «Сименс» в проектах высокоскоростных поездов

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



## Velaro E (AVE S103) - 2007



## Velaro E (AVE S103) – для национальных железных дорог Испании



*Первый электропоезд платформы Velaro.*

*Построен на базе электропоездов ICE 3.*

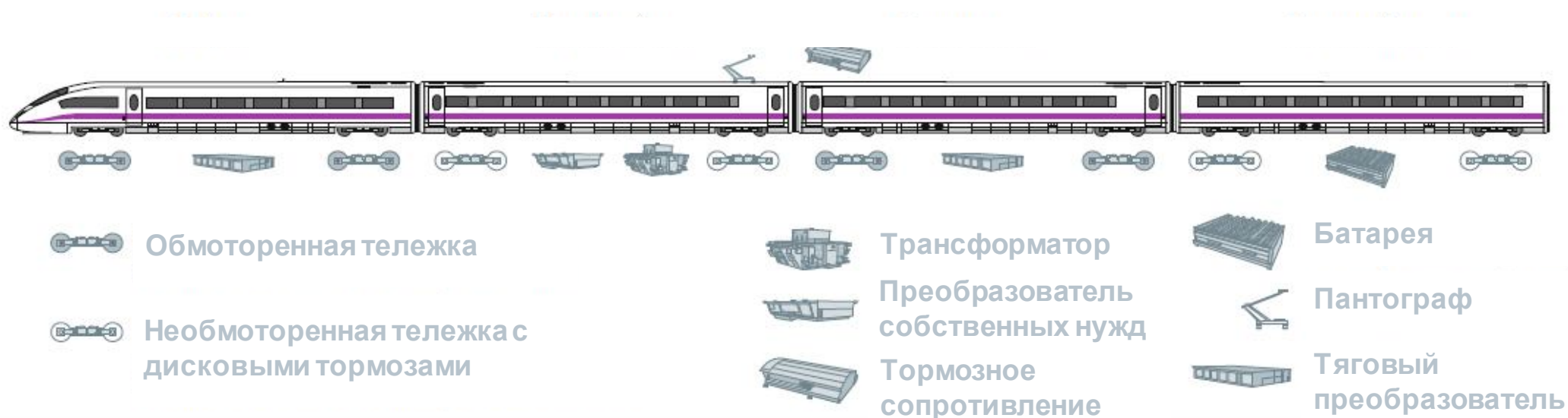
*Первый электропоезд сертифицированный  
для скоростей 350 км./ч.*

### Технические характеристики

Производство	2004-2008
Составность	8-вагонов
Длина поезда	200 м
Мощность	8,800 кВт
Максимальная эксплуатационная скорость	350 км/ч
Питание	АС 25 кV / 50 Hz
Колея	1435 мм
Количество мест	405
Объем поставки	26 поездов (16+10)



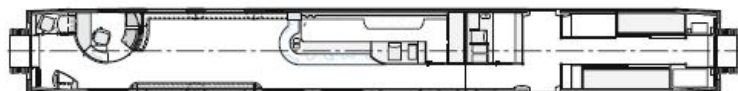
## Velaro E (AVE S103) – особенности конструкции



- Распределенная тяга;
- Возможность использования по системе многих единиц

- Соответствие требованиям TSI;
- Модульный подход – снижение нагрузки на путь, уменьшение времени на сервисное обслуживание

## Velaro E (AVE S103) – особенности конструкции



Intermediate car Cafeteria



Intermediate car Turista



Converter car Turista



Transformer car Turista



End car Turista



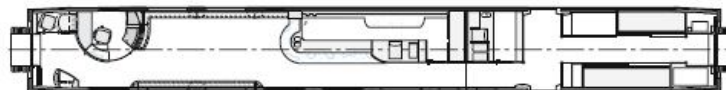
End car Club



Transformer car Preferente



Converter car Preferente



Intermediate car Cafeteria

- Вместимость 405 человек;
- 3 вида планировки вагонов;
- Вагон ресторан и современные системы развлечения

## Velaro E (AVE S103) – Эксплуатация



— Скоростная линия Мадрид – Барселона

Характеристики:

- Расстояние 650 км.;
- Время в пути – менее 2,5 часов.

Особенности:

- Эксплуатация в условиях наружной температуры до +50С;
- Участки с наклонами до 40‰

— Продление участка до границы с Францией

— Остальные скоростные линии

## Velaro E (AVE S103) – Сервис - максимальная надежность



NETUS

### Сервисный контракт (Совместное предприятие Siemens и Renfe):

- Срок: 15 лет
- 26 поездов Velaro E
- Сервис производится в депо La Sagra / Sta. Catalina

**Задержка в расписании на 10 и более минут случается не чаще 1 раза  
на миллион километров пробега miles**

## Проекты в Китае



## Проекты в Китае



© Siemens LLC 2013 All rights reserved.

## Проекты в Китае

### Китай – самый большой рынок для производителей подвижного состава



© Siemens LLC 2013 All rights reserved.

- 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 поездов: >10**

## Velaro CN High-Speed Trainset (CRH3) – Chinese Ministry of Railways



**Широкий корпус: 3,265 мм**  
**Локализация производства**

### Технические характеристики

Производство	2007-2010
Составность	8-вагонов
Длина поезда	200 м
Мощность	8,000 кВт
Максимальная эксплуатационная скорость	300 км/ч
Питание	АС 25 кV / 50 Hz
Колея	1435 мм
Количество мест	601
Объем поставки	80 поездов



## Velaro CN High-Speed Trainset (CRH3 350) – Chinese Ministry of Railways



Скорость: 350 км/ч

### Технические характеристики

Производство	2009-2012
Составность	16 – вагонов
Длина поезда	400 м
Мощность	18,400 кВт
Максимальная эксплуатационная скорость	350 км/ч
Питание	АС 25 кV / 50 Hz
Колея	1435 мм
Количество мест	1053
Объем поставки	120 поездов

## Velaro CN High-Speed Trainset (CRH3 350) – Chinese Ministry of Railways



Эксплуатационная температура до - 40 ° С

### Технические характеристики

Производство	2011-2012
Составность	8-вагонов
Длина поезда	200 м
Мощность	9,200 кВт
Максимальная эксплуатационная скорость	350 км/ч
Питание	АС 25 кV / 50 Hz
Колея	1435 мм
Количество мест	551
Объем поставки	40

## Проекты в Китае – Локализация производства



© Siemens LLC 2013 All rights reserved.

### Описание проекта

Партнеры по локализации:	<b>CNR Tangshan Railway Vehicle Co., Ltd.</b> <b>CNR Changchun Railway Vehicles Co., Ltd</b>
Зона ответственности Siemens:	Разработка и производство
Передаваемые технологии:	Производство поездов (корпус); Производство тележек; Производство тягового оборудования; Программное обеспечение;
Общее количество поездов:	>150

## Velaro D (BR407) – Оператор «Deutsche Bahn» AG



**Многосистемный поезд для поездок  
в Германии, Франции, Бельгии**

### Технические характеристики

Производство	2010-2012
Составность	8 – вагонов
Длина поезда	200 м
Мощность	8,000 кВт
Максимальная эксплуатационная скорость	320 км/ч
Питание	15 kV / 50 Hz , 25 kV / 50 Hz перем. DC 1,5 kV, DC 3 kV пост.
Колея	1435 мм
Количество мест	460
Объем поставки	16 поездов

## Velaro Eurostar (e320) - Оператор «Eurostar International» Ltd.



**Многосистемный поезд для поездок из  
Великобритании во Францию, Бельгию и  
Голландию**

- **Боле высокие требования к  
пожарозащищенности.**

Технические характеристики	
Производство	2012-2014
Составность	16 – вагонов
Длина поезда	400 м
Мощность	16,000 кВт
Максимальная эксплуатационная скорость	320 км/ч
Питание	25 kV / 50 Hz перем. 1, 5 kV, 3 kV пост.
Колея	1435 мм
Количество мест	900
Объем поставки	10 поездов

## Velaro Turkey - Оператор «TCDD»



### Технические характеристики

Производство	2013-2016
Составность	8 – вагонов
Длина поезда	200 м
Мощность	16,000 кВт
Максимальная эксплуатационная скорость	300 км/ч
Питание	25 kV / 50 Hz перем.
Колея	1435 мм
Количество мест	500
Объем поставки	7 поездов

## Проекты в России



## Velaro RUS (Сапсан) – История проекта





## Velaro RUS (Сапсан) – История проекта

- 04/2005 → Заключение Договора о первом этапе проектирования;
- 05/2006 → Заключение Договора подряда на разработку, изготовление и поставку 8 высокоскоростных поездов в 2009 и Договора о техническом обслуживании на 30 лет:  
4 односистемных поезда 3 кВ пост. тока и  
4 двухсистемных поезда 3 кВ пост. тока и 25 кВ пер. тока
- 20/04/2007 → Подписание Договора о техническом обслуживании на 30 лет;
- 05/2006 - 03/2008 → Конструирование и разработка поезда;
- 12/2008 Изготовление и поставка первого поезда в Россию;
- 12/2009 → Начало эксплуатации всех поездов Москва – Санкт-Петербург;
- 12/2011 → Подписание контракта на поставку еще 8 односистемных поездов;
- 12/2013 → Поставка поезда №009 в Россию.

## Эксплуатация поезда Velaro в России

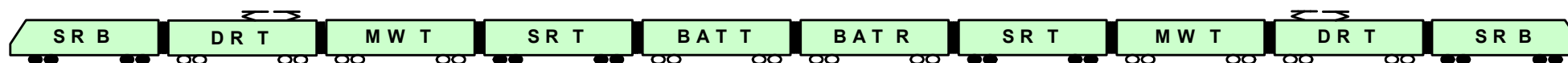


## Сравнение поездов Velaro E и Velaro RUS

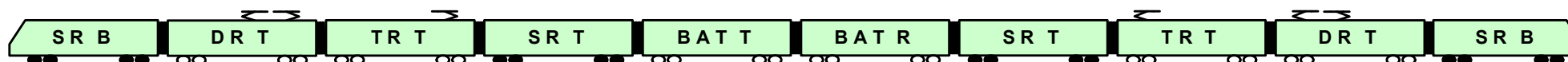
Базовые данные	Velaro E	Velaro RUS
Конфигурация поезда	8 вагонов	10 вагонов
Длина состава [м]	200	250
Ширина [мм]	2950	3265
Материал кузова вагона	алюминий	алюминий
Ширина колеи [мм]	1435	1520
Макс. нагрузка на ось [т]	17	18
Ном. напряжение [кВ]	25 кВ пер. ток	25 кВ пер. ток, 3 кВ пост. ток
Мощность привода [мВт]	8,8	8
Начальное тяговое усилие [кН]	283	328
Эксплуатационная скорость [км/ч]	350	250
Темпер. диапазон [С]	-20 ° С...+ 50° С	(- 50 ° С) -40° С...+ 40° С

## Обзор поезда Velaro RUS, расположение вагонов

**В1: 4 Высокоскоростных поезда: Москва – Санкт-Петербург, 3 кВ пост. ток**

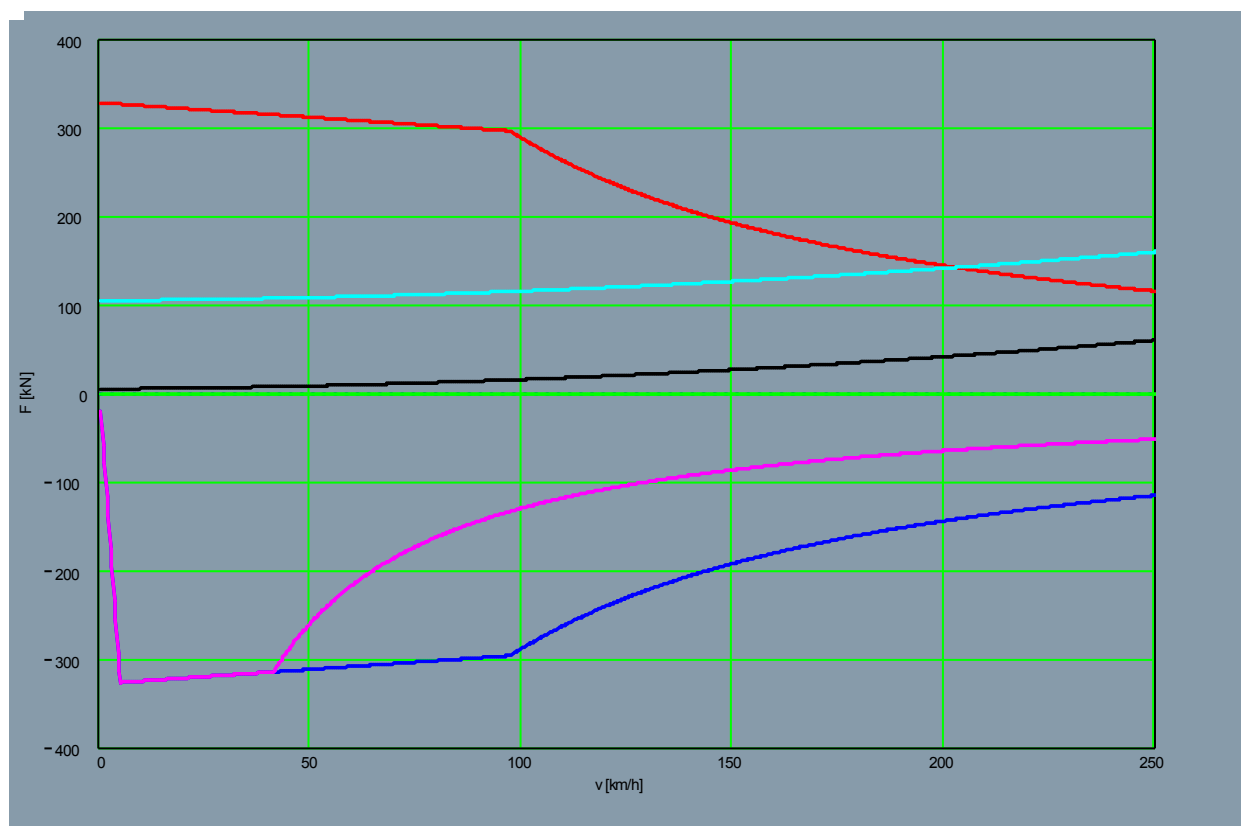


**В2: 4 Высокоскоростных поезда: Москва – Санкт-Петербург, - Нижн. Новгород - 25кВ, 50Гц; 3кВ пост. ток**



№	Название ваг.	Функция	Класс
1	SR B	Головной вагон с тяговым преобразователем	Бизнес-класс
2	DR T	Дроссельный вагон с 2 х сетевыми фильтрами	Туристский
3	SR T	Средний вагон с тяговым преобразователем	Туристский
4	TR T	Вагон с трансформатором	Туристский
5	MW T	Средний вагон	Туристский
6	BAT T	Средний вагон с аккумуляторной батареей	Туристский
7	BAT R	Ср. вагон с аккумуляторной батареей и бистро	Туристский

## Тяга – кривая силы тяги / тормозной силы



Кривая тягового усилия	-----
Кривая тормозного усилия электрических тормозов при рекуперативном торможении	-----
Кривая тормозного усилия электрических тормозов при реостатном торможении (напряжение сети присутствует и самое высокое число оборотов вентилятора)	-----
Сопротивление движению на ровном участке	-----
Сопротивление движению при подъеме 1,5 %	-----

## Velaro RUS: Дальнейшее развитие опробованной платформы

### Опробованная техника

- Кузов из алюминия с применением интегральных конструкций;
- Высокоскоростные тележки;
- Тяговый преобразователь GTO с входным регулятором;
- Опробованные асинхронные тяговые двигатели с воздушным охлаждением с коротко замкнутым ротором;
- Преобразователи бортовой сети с воздушным охлаждением в пассажирских вагонах.

+



### Новые решения для России

- Адаптация к условиям эксплуатации зимой за счет забора холодного воздуха на крыше;
- Адаптация к широкой колее и условиям эксплуатации зимой;
- Тяговый преобразователь IGBT с водяным охлаждением с подключением непосредственно к контактной сети;
- Новейшая разработка системы управления бортовой сетью на основе современной технологии Sibcos®

## Velaro RUS: Дальнейшее развитие опробованной платформы

### Новые разработки для России: Адаптация к широкой колее и условиям эксплуатации зимой.

#### • Тележки:

- Конструкция для колеи 1520 мм.;
- Учет условий пути: увеличение хода рессорного подвешивания на 100 мм.;
- Использование марок стали с учетом минус 50 ° С;
- Проведение испытаний на прочность и виброустойчивость по российским нормам;

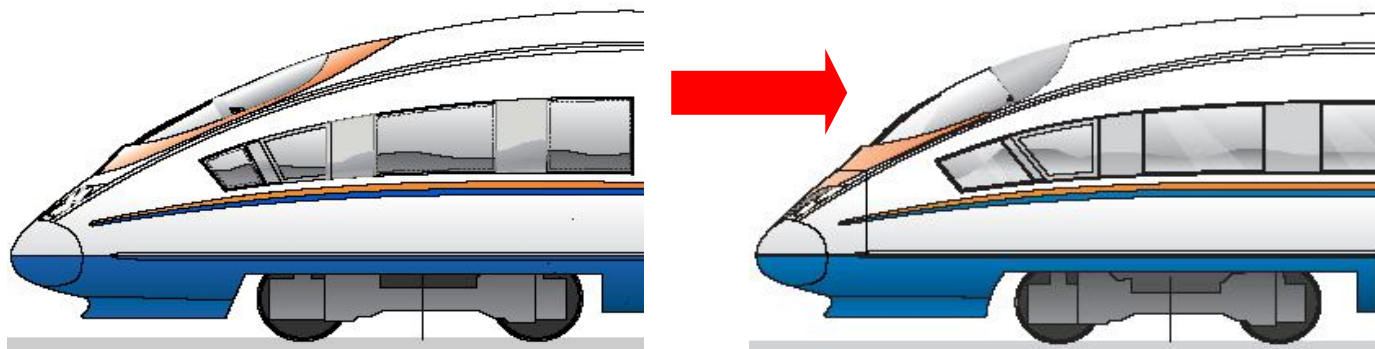
#### • Кузов вагона:

- Учет большого диапазона температур (колебание длины материала);
- Забор воздуха для охлаждения тяговых компонентов с крыши;
- Герметизация подвагонного пространства и предотвращение проникновения снега;
- Проведение испытаний на соударение для вагонов;

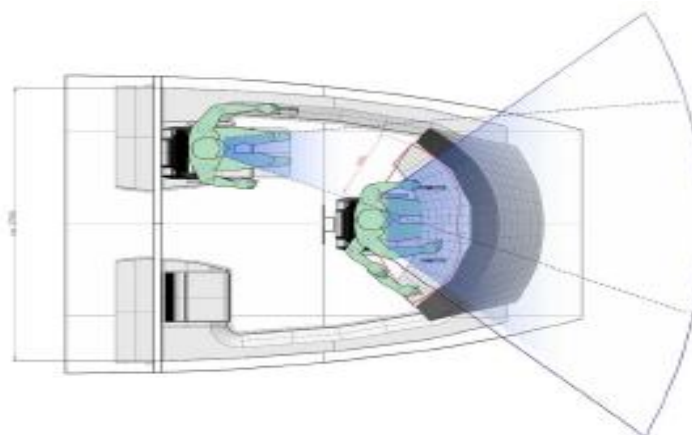
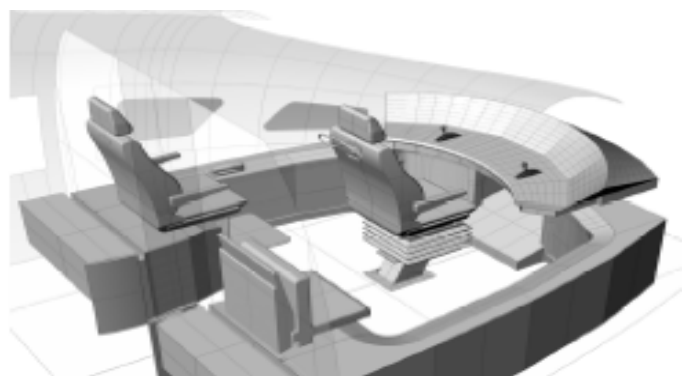
#### • Внутренние и внешние компоненты:

- Выбор компонентов для низких температур;
- элементы крепления;
- резиновые уплотнения, пластмассы;
- Защита подвагонного оборудования от снега и льда защитными щитами ;
- Токосъемники с пневматическим цилиндром с коротким ходом, обеспечивающим поднятие токосъемника из примерзшего состояния.

## Velaro RUS: Дальнейшее развитие опробованной платформы



Адаптация головного вагона с кабиной машиниста для управления машинистом ростом 190 см в положении стоя.



Адаптация кабины машиниста для работы машиниста и помощника машиниста.



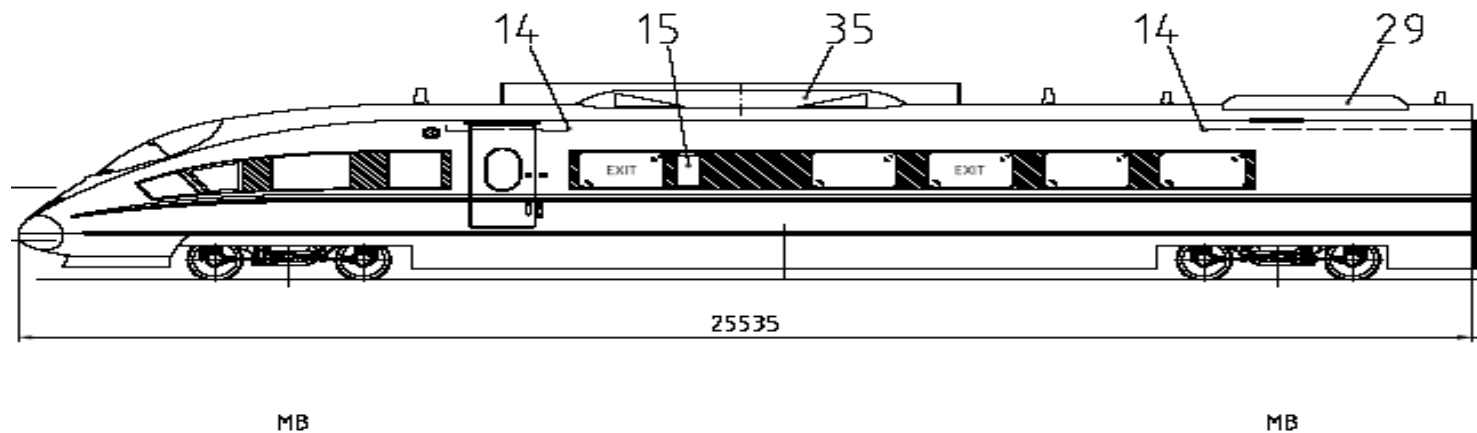
## Velaro RUS: Дальнейшее развитие опробованной платформы

### Новые разработки для России:

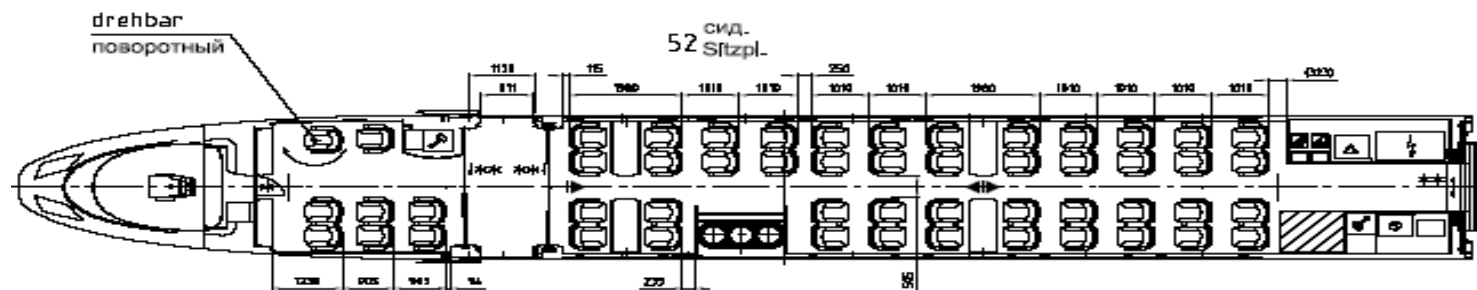
- **Повышение состава с 8 вагонов до 10 вагонов,**
- **Учет требований российских нормативных документов. Применение стандартов и требований по сертификации железнодорожного транспорта в Российской Федерации:**
  - выполнение требований ЭМС по ГОСТ 29205-81
  - конструктивное исполнение и испытание компонентов по российским стандартам
- **Интеграция российских систем безопасности движения (КЛУБ-У) и российских систем радиосвязи,**
- **Использование российской головной сцепки СА 3,**
- **Установка дополнительных систем:**
  - видео- наблюдение внутри и с наружи вагонов;
  - интернет в бизнес классе;
  - система 3 кВ для скорости 250 км/ч при 8 МВт тяговой мощности;
  - возможность двухсистемной эксплуатации;
  - отопление на 3 кВ постоянного и 440 В переменного напряжения (резервирование).

# Velaro RUS: головной вагон

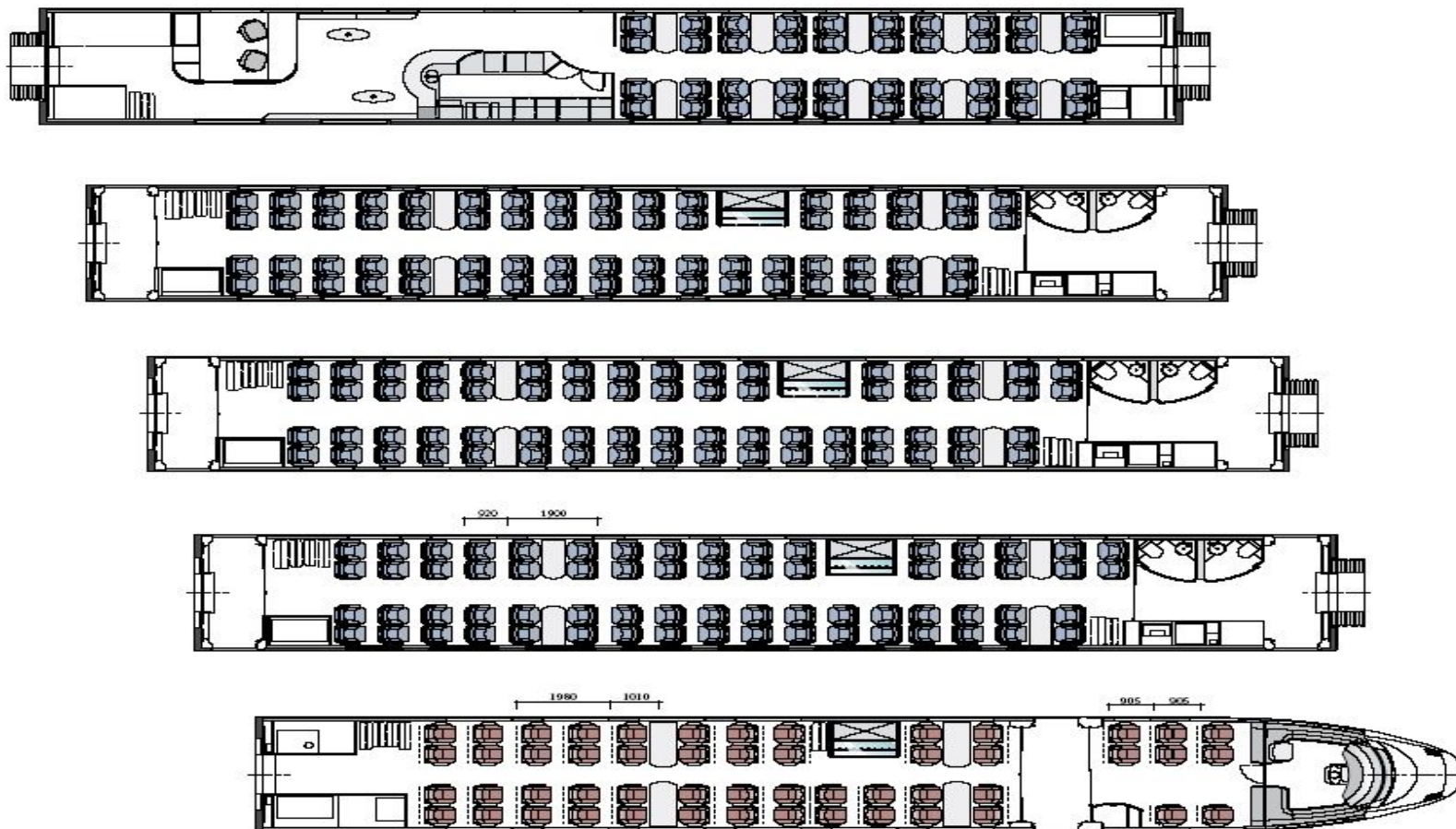
SR B



SR B



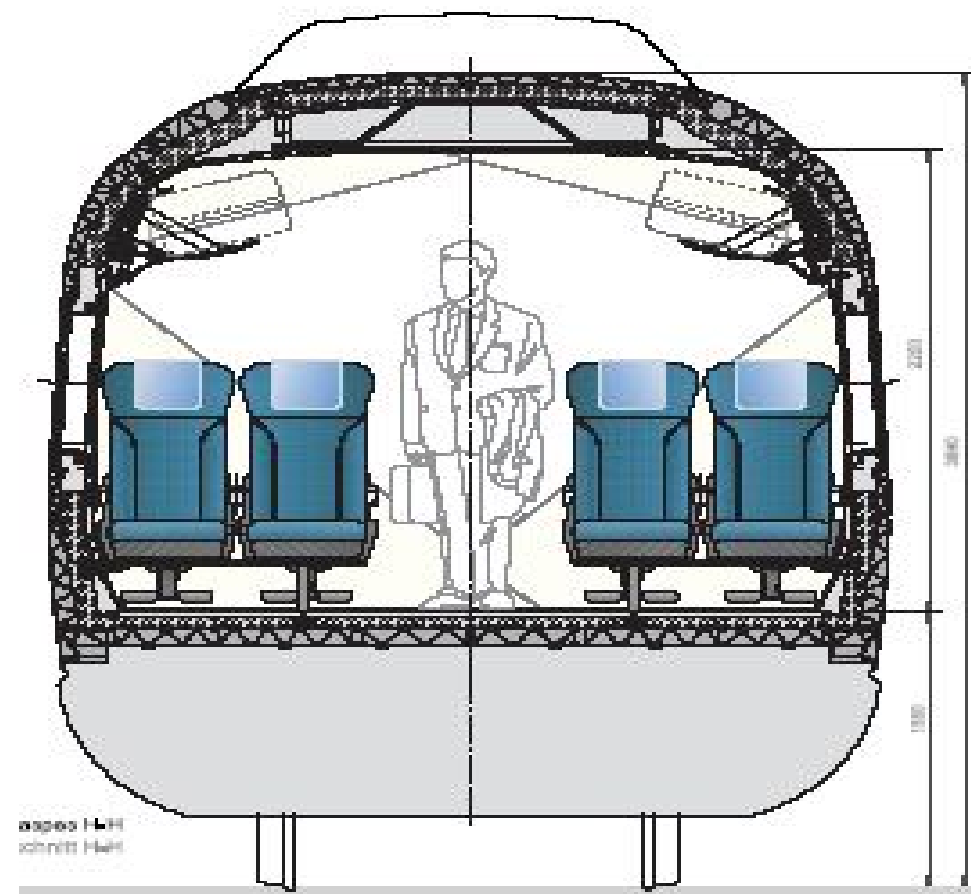
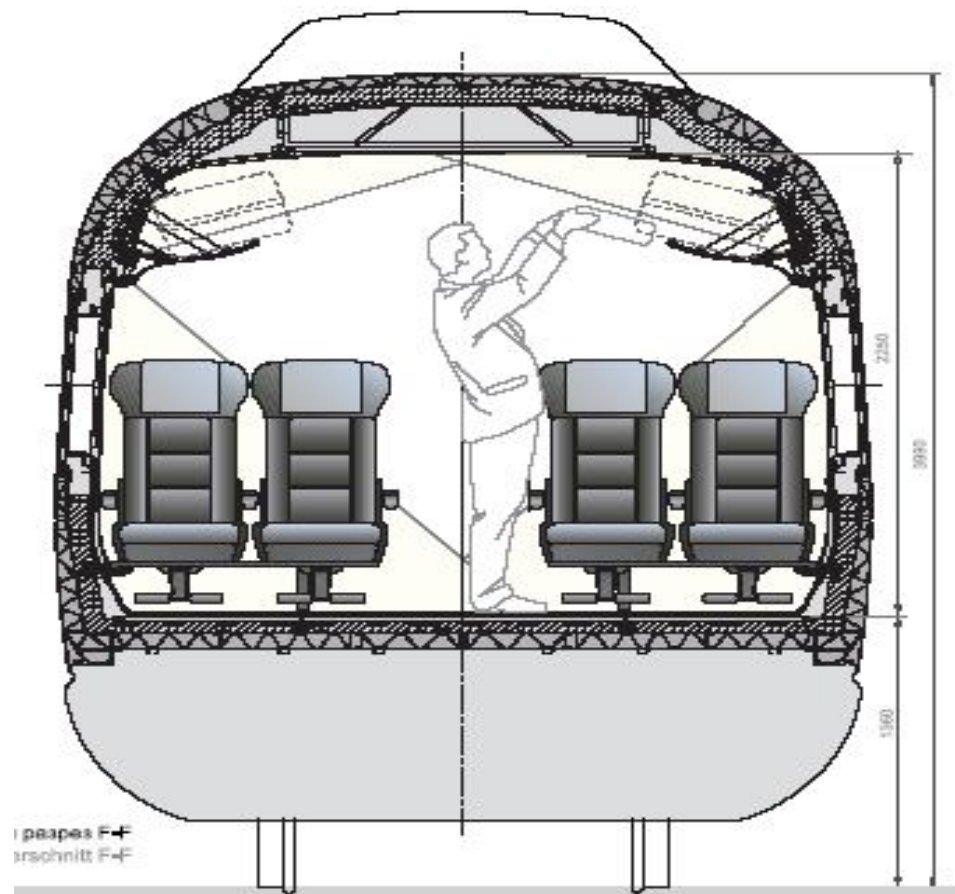
## Velaro RUS: внутренняя компоновка вагонов



## Velaro RUS: внутренняя компоновка вагонов



## Velaro RUS: Поперечные разрезы вагона бизнес-класса и туристского класса

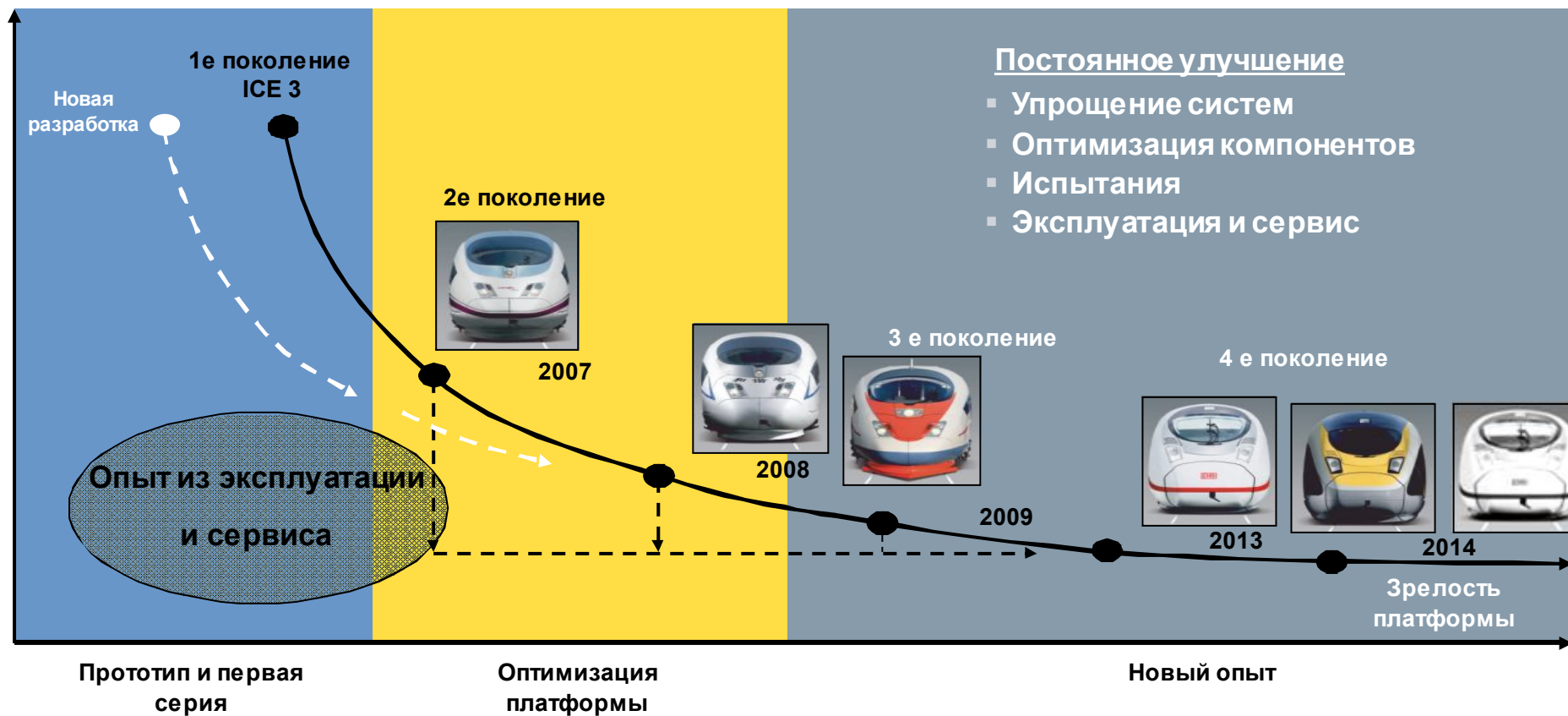


## Velaro RUS: Дизайн бизнес-класса и туристского класса



# Платформа Velaro – четыре поколения электропоездов

Число отказов



A historical black and white illustration of a large industrial factory complex, likely the Siemens works in St. Petersburg, situated along a wide river. The factory consists of numerous multi-story brick buildings with gabled roofs and many windows. A tall, dark chimney stands prominently in the center, emitting a plume of smoke. In the background, several large sailing ships are docked or moving along the river. The overall scene depicts a bustling industrial hub of the late 19th century.

**SIEMENS**

Акционерное Общество  
Русских Электротехнических Заводовъ  
**СИМЕНСЪ и ГАЛЬСКЕ**

Цикл лекций - «Высокоскоростное железнодорожное движение»

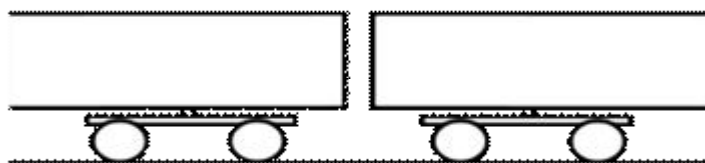
# Сравнение технологий применяемых в поездах



## Сравнение технологий



## Сравнение типов соединения вагонов – на независимых тележках

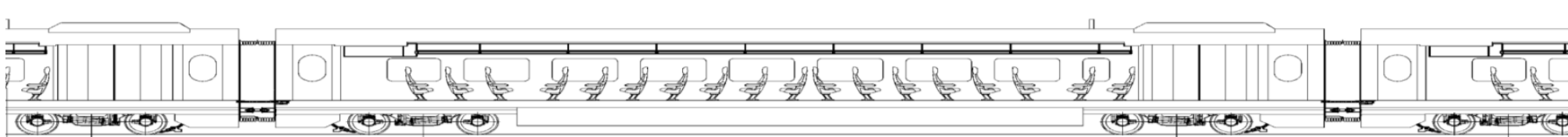


### Преимущества:

- Возможность быстрой расцепки вагонов;
- Возможность применение длинных кузовов;
- Уменьшение числа вагонов при одинаковом количестве пассажиров;
- Высокая грузоподъемность;
- Возможность использования более широкого кузова вагона;

### Слабые стороны:

- Большая масса
- Большие межвагонные переходы влияют на аэродинамику
- Необходимость больших радиусов кривых в движении



## Сравнение типов сочленения вагонов – на тележках Якобса



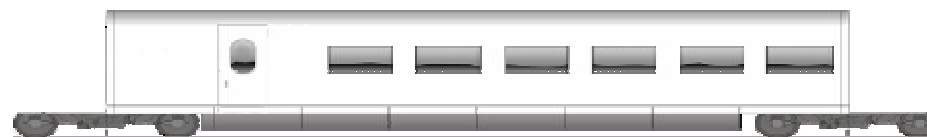
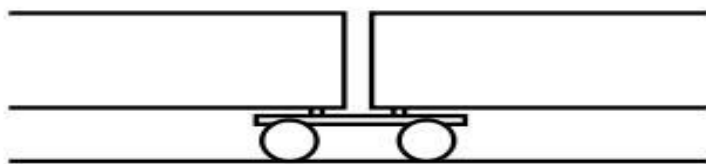
### Крепление двух сочлененных вагонов на одну тележку

#### Преимущества:

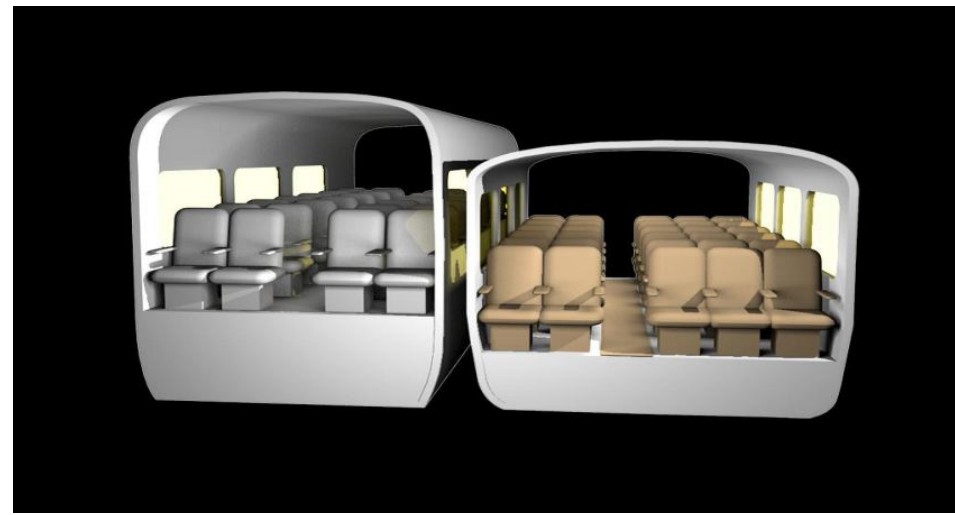
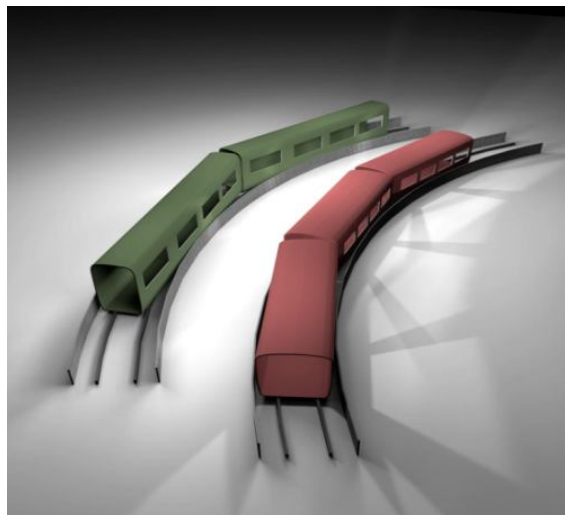
- Снижение массы поезда;
- Возможность использования в кривых меньшего радиуса.

#### Слабые стороны:

- Более коротки вагоны, необходимость использования большего числа вагонов для сопоставимой ;
- Больше число межвагонных переходов.



## Сравнение типов соединения вагонов – система Talgo



- Подвеска – для использования вагонов длиной 13,14м типа Тальго;
- Низкий вес - масса шасси <3 т.;
- Пассажировместимость - широкий корпус (3+2 сидения);
- Низкий профиль – вход пассажиров с низкой платформы без необходимости установки ступенек;
- Возможность изменения ширины колеи - от 1435мм до 1668мм;

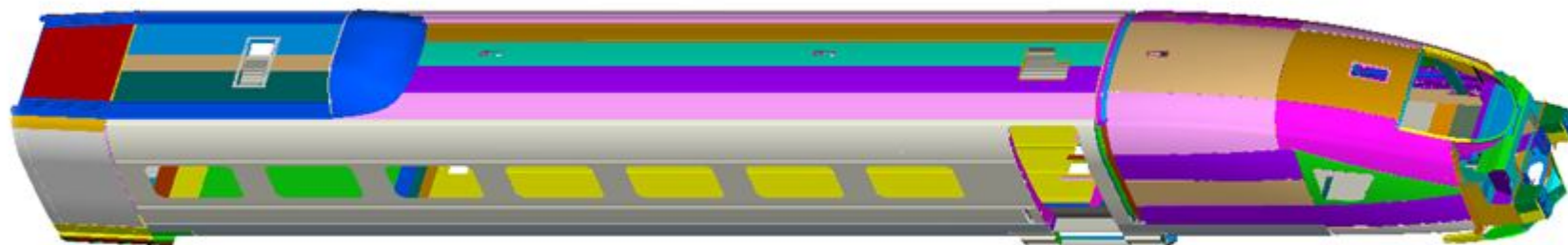
## Сравнение технологий



## Сравнение кузовов вагонов

	<b>Velaro</b>	<b>AGV</b>	<b>V300Zefiro</b>	<b>Oaris</b>	<b>N700-I</b>	<b>AVRIL</b>
Число вагонов	8	11	8	8	8	14
Длина состава	200,9 m	201,2 m	201,6 m	202,24 m	204,7 m	200,25 m
Длина головных вагонов	25,7 m	22,735 m	26.39 m	26,8 m	27,35 m	21,28 m
Длина средних вагонов	24,2 m	17,3 m	24,775 m	24,8 m	25,00 m	13,14m
Ширина корпуса вагона	2.958 mm	2.950 mm	2.934 mm	2.935 mm	3.380 mm	3.200 mm
Ширина внутри вагона	2.684 mm	2.750 mm	ca. 2700 mm	нет данных	3.130 mm	3.080 mm
Высота	3.870/4170 mm	3.570 mm	3.890 mm	нет данных	3.994 mm	2.650 mm
Высота платформы	1.250 mm	1155mm	1250 mm	1260 mm	1320 mm	760 mm
Соответствие TSI	да	да	да	да	нет	да
Материал	Алюминий	Алюминий (сталь и композитные материалы)	Алюминий и сталь	Алюминий	Алюминий	Алюминий

## Сравнение кузовов вагонов - Velaro



**Кузов вагона представляет собой сварной кузов из экструдированных алюминиевых профилей.**

**Этот подход преобладает в железнодорожной отрасли и предлагает следующие преимущества:**

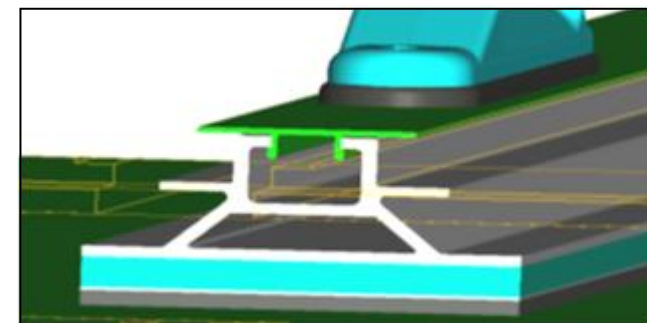
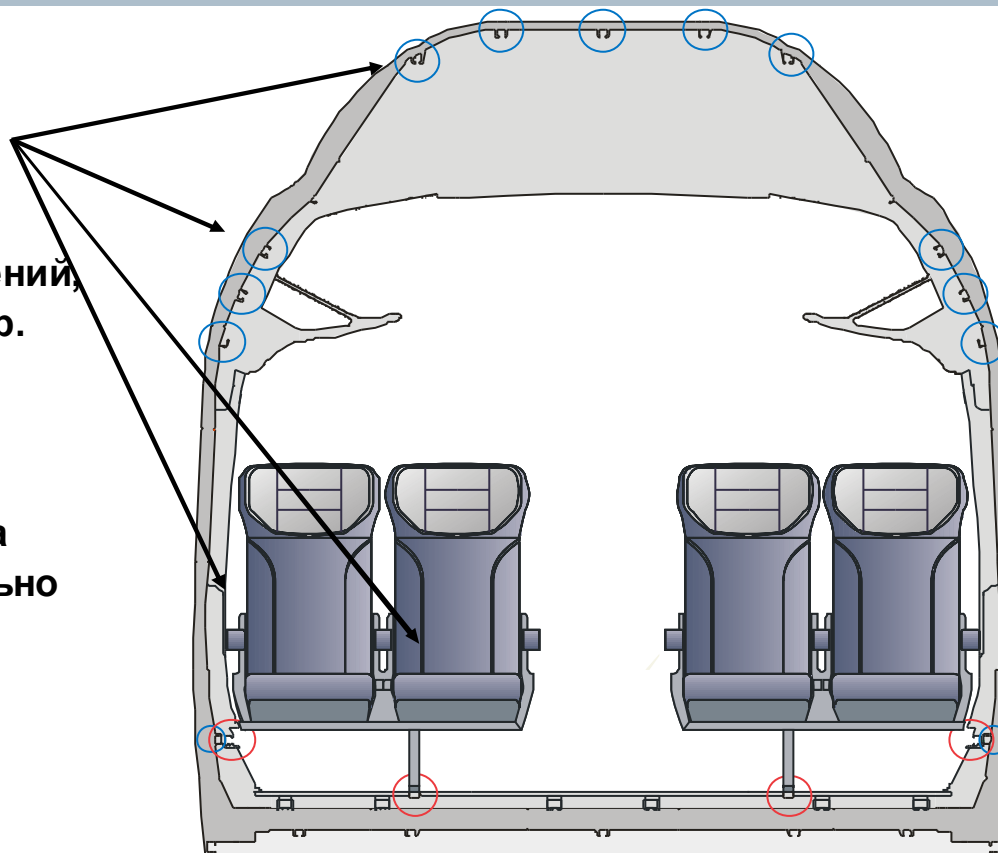
- **Использование больших профилей позволяет оптимальное распределение нагрузок;**
- **Улучшенная защита от коррозии;**
- **Более современный сварочный процесс для снижения деформаций профилей;**
- **Улучшенные характеристики поглощения энергии при столкновении;**

**Siemens начал производство вагонов из экструдированных алюминиевых профилей еще для поездов ICE 1, что на данный момент означает больше 20 лет опыта.**

## Сравнение кузовов вагонов - Velaro

Использование специальных унифицированных креплений для сидений, багажных полок и др.

Собственник поезда может самостоятельно менять интерьер.



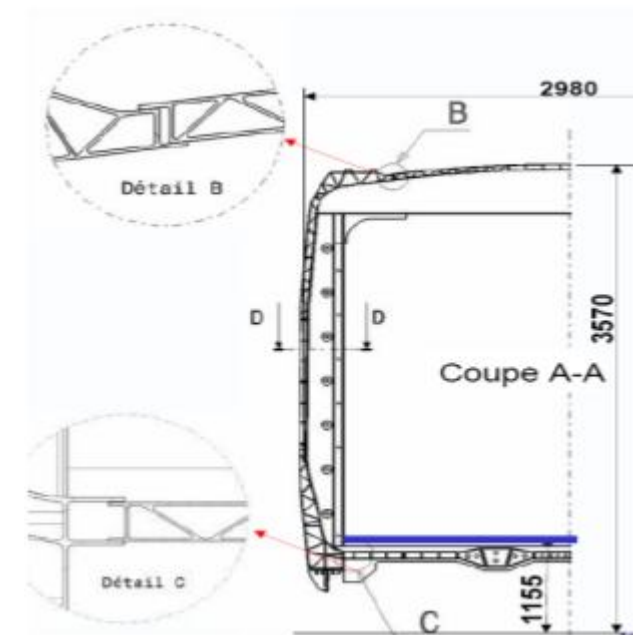
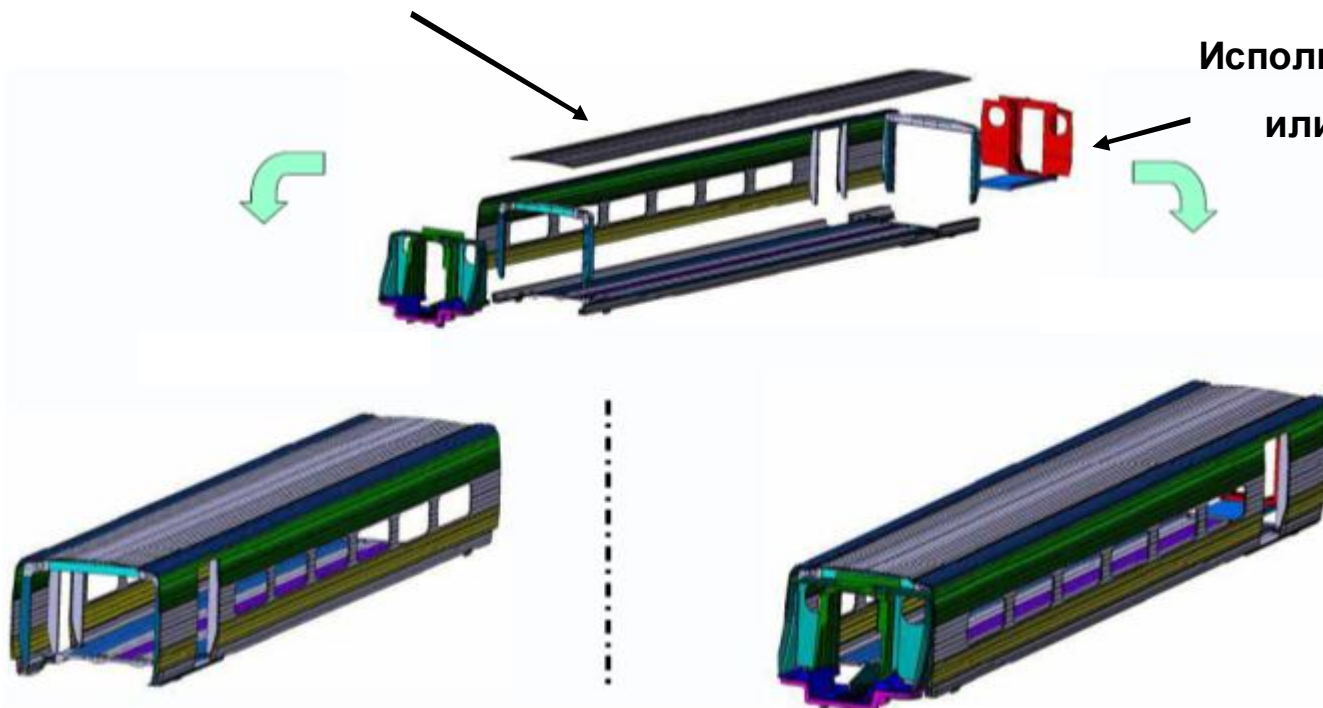
Возможность изменения интерьера вагона в депо за время ТО



## Сравнение кузовов вагонов - AGV

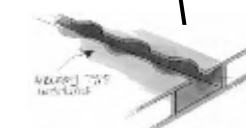
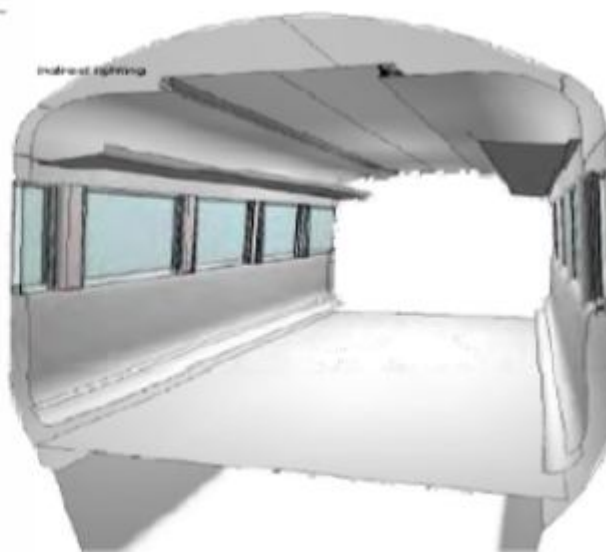
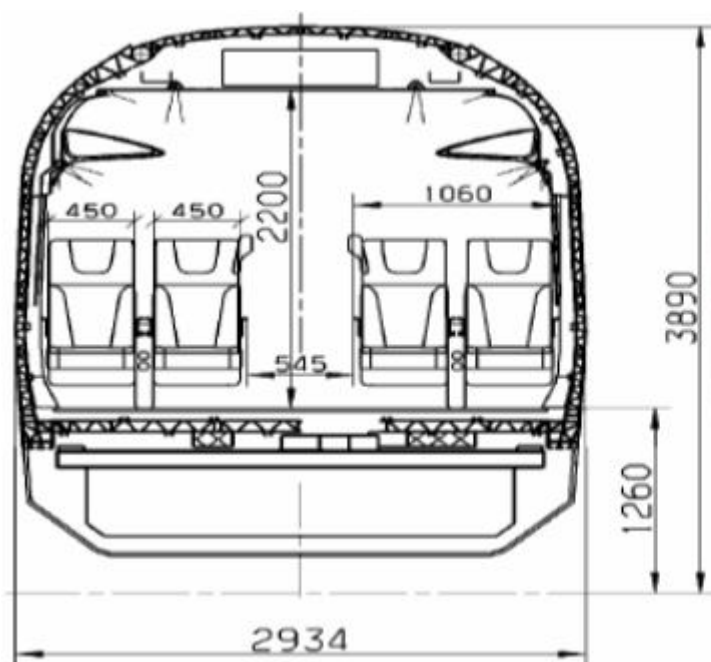
Структура из алюминиевых экструдированных профилей

Исполнение торцов вагонов из стали  
или композитных материалов



## Сравнение кузовов вагонов – Zefiro

Структура из алюминиевых экструдированных профилей (на основе технологии ICE3)  
Торцы вагонов выполнены из стальных конструкций

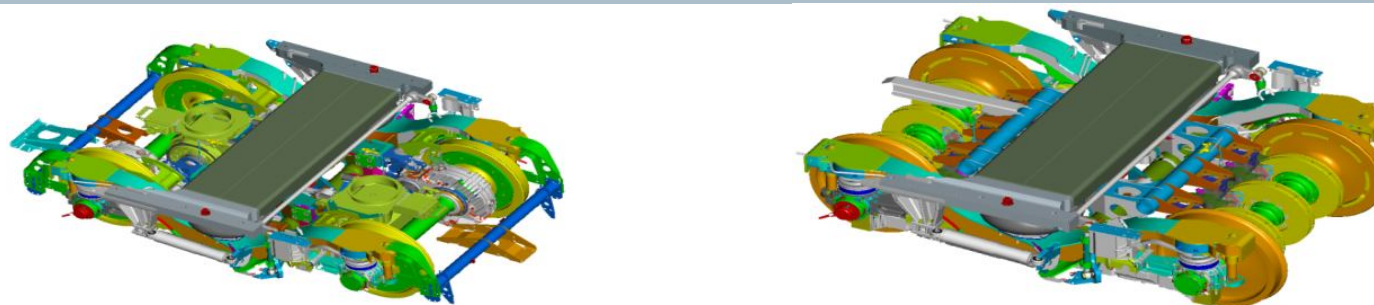


Использование специальных унифицированных креплений для сидений, багажных полок и др.

## Сравнение технологий

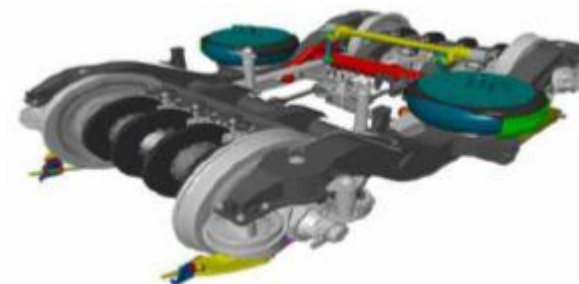
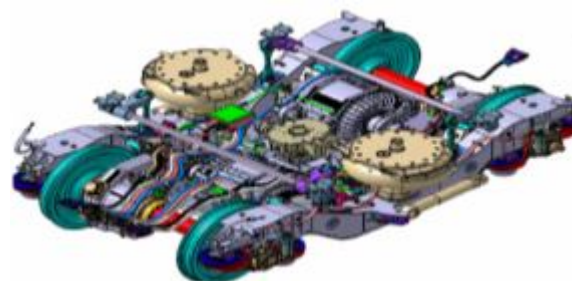


## Сравнение тележек - Velaro SF 500



Основные параметры	Обмоторенная тележка SF500	Необмоторенная SF500
Нагрузка на ось	17,0 т	17,0 т
Колесная база	2500 мм	2500 мм
Диаметр колеса, новое	920 мм	920 мм
Макс. скорость	360 км/ч	360 км/ч
Вес без траверсы	8,2 т	5,9 т
<b>Особенности</b>	Асинхронный тяговый двигатель.	

## Сравнение тележек - AGV



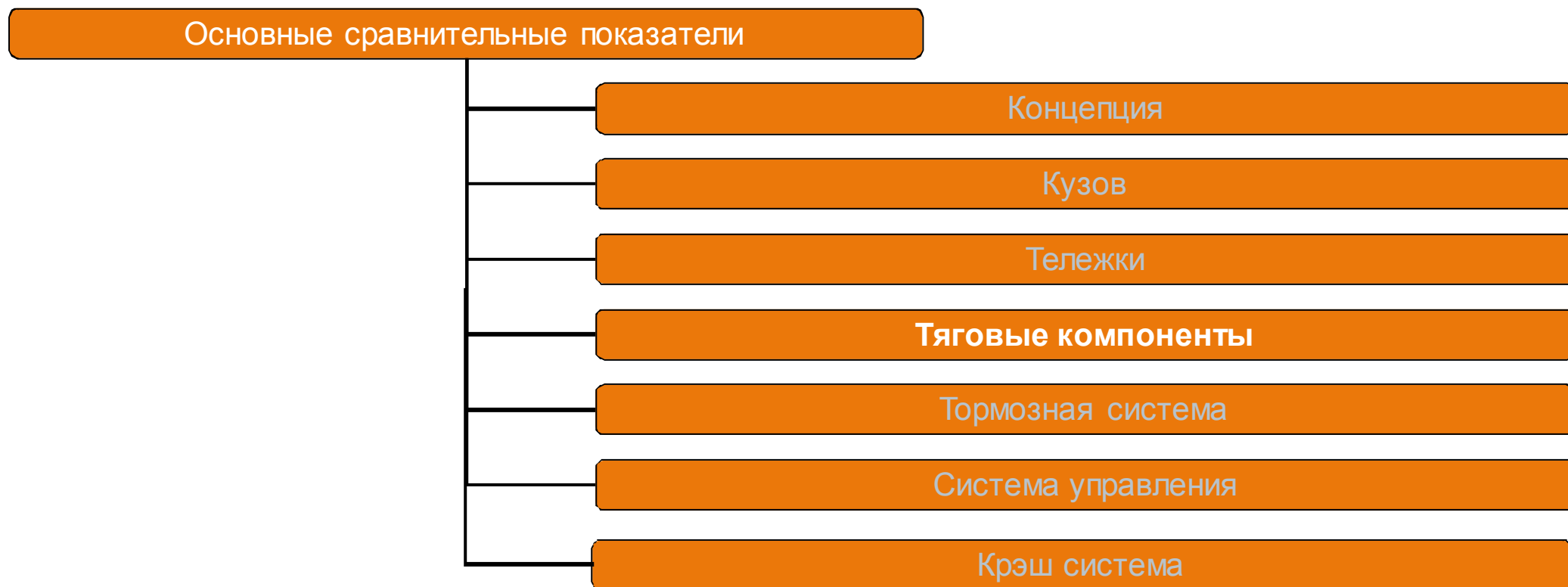
Основные параметры	Обмоторенная тележка AGV	Необмоторенная тележка AGV
Нагрузка на ось	17,0 т.	17,0 т.
Колесная база	3000 мм	3000 мм
Диаметр колеса, новое	920 мм	920 мм
Макс. скорость	360 км/ч	360 км/ч
Вес без траверсы	7,8 т.	---
<b>Особенности</b>	Тележка Якобсона, синхронный тяговый двигатель	

## Сравнение тележек - Talgo

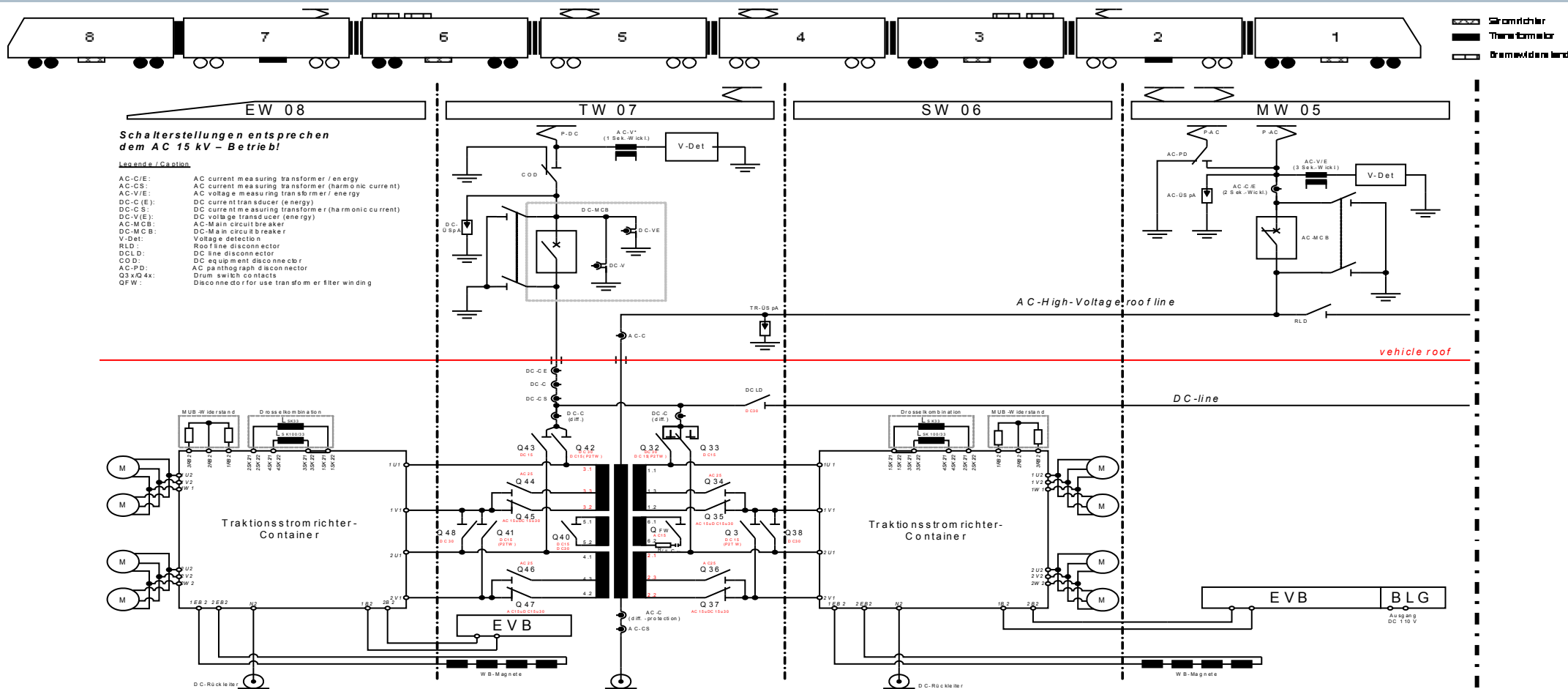


Основные параметры	Поворотная тележка	Поворотная тележка на пневмоподвесе
Нагрузка на ось	17,0 т	17,0 т
Колесная база	2650 мм	-
Диаметр колеса, новое	980 ... 1250 мм	880 мм
Макс. скорость	380 км/ч	380 км/ч
Вес без траверсы		< 3t
<b>Особенности</b>	Отсутствие траверс, низкий вес.	Отсутствие траверс, низкий вес.

## Сравнение технологий

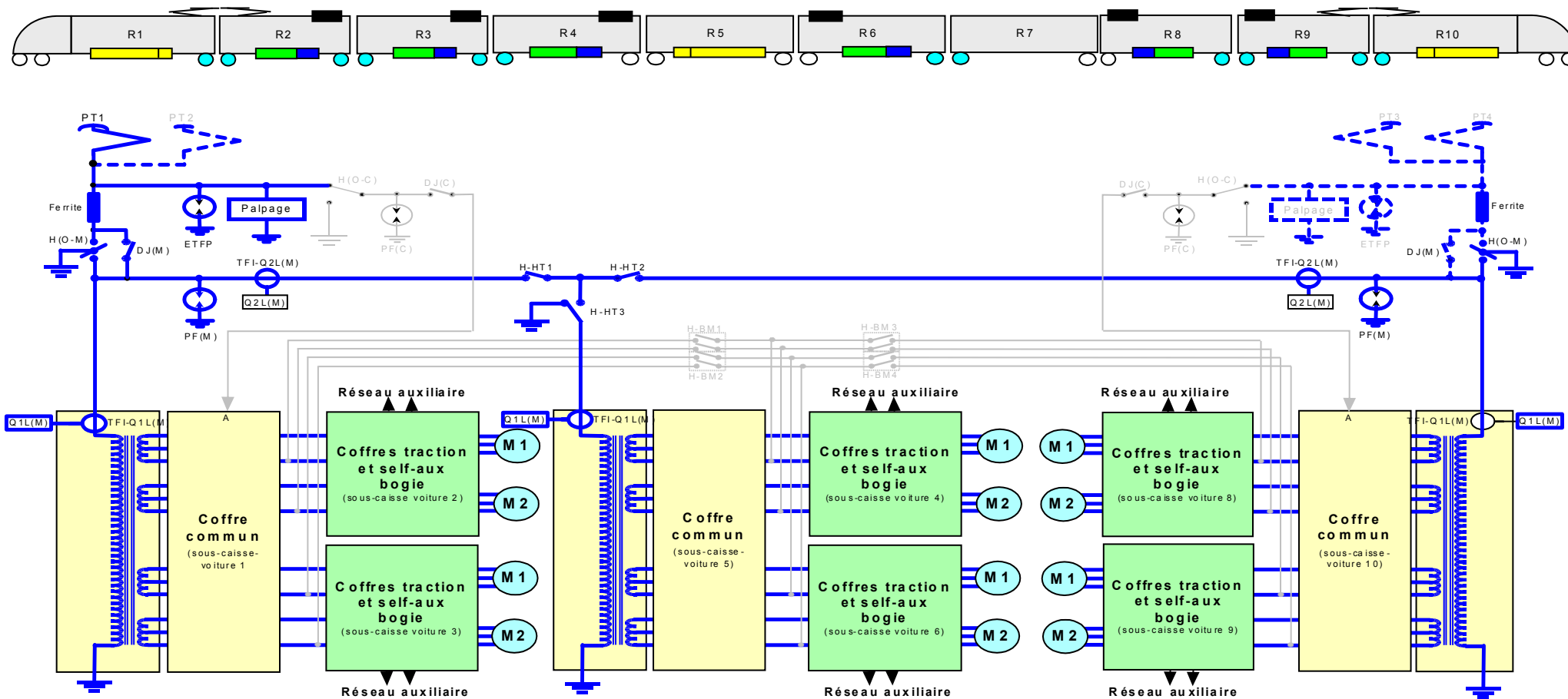


# Силовая схема - Velaro





# Силовая схема - AGV



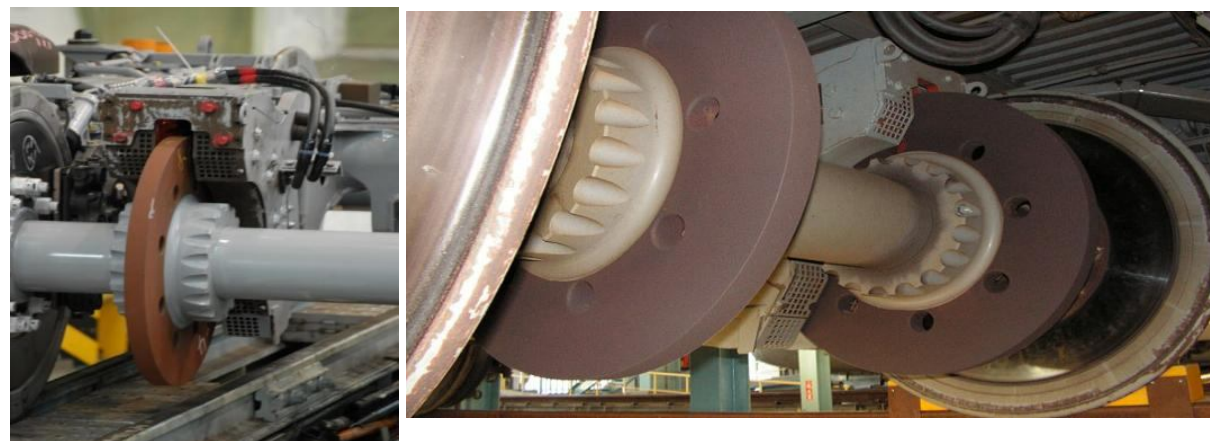
## Сравнение технологий



## Тормозная система на основе вихревых токов



Неизнашиваемые магнитные тормоза на основе вихревых токов (ICE3) – тележка - рельс



Неизнашиваемые магнитные дисковые тормоза на основе вихревых токов (Shinkansen 700)

## Аэродинамическая тормозная система



Применение технологий из авиа-космической отрасли в качестве опытных образцов и прототипов

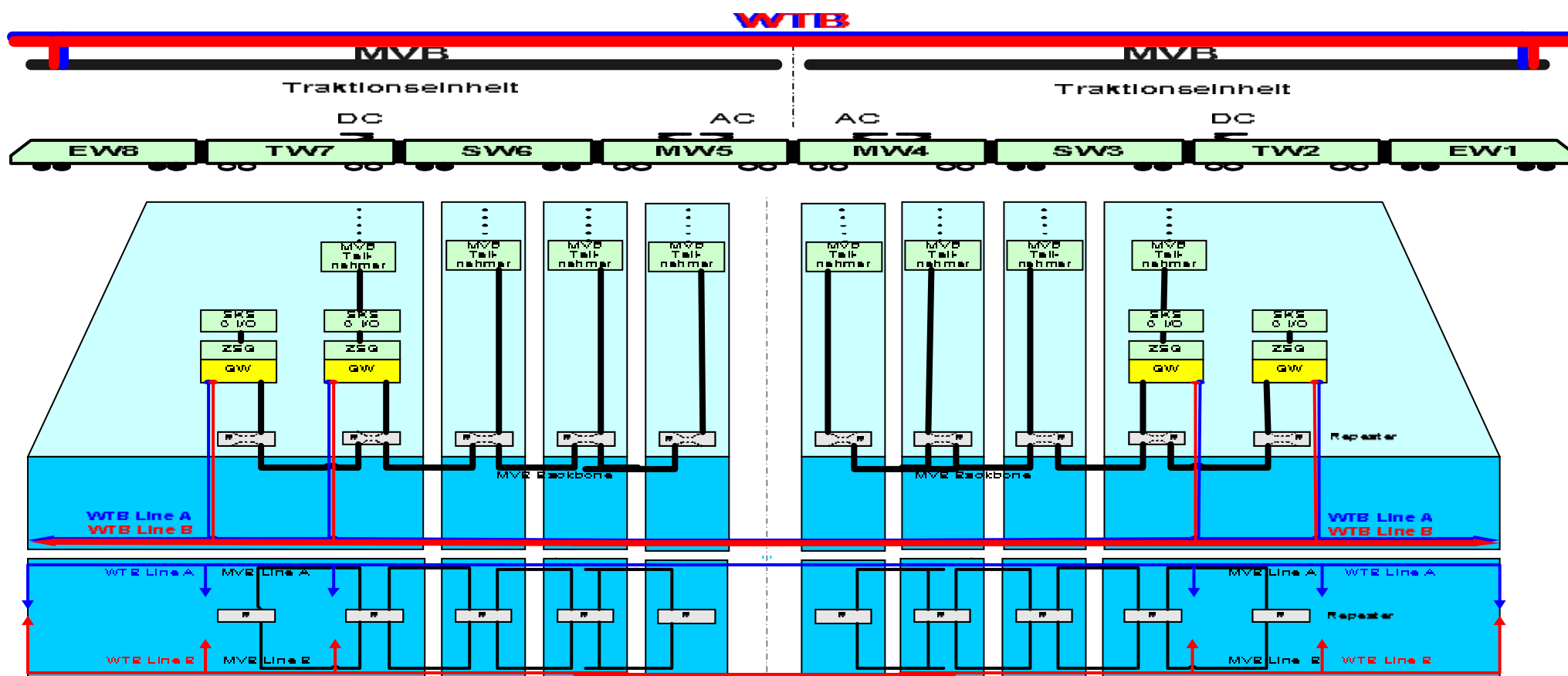


**Shinkansen 360 - прототип**

## Сравнение технологий



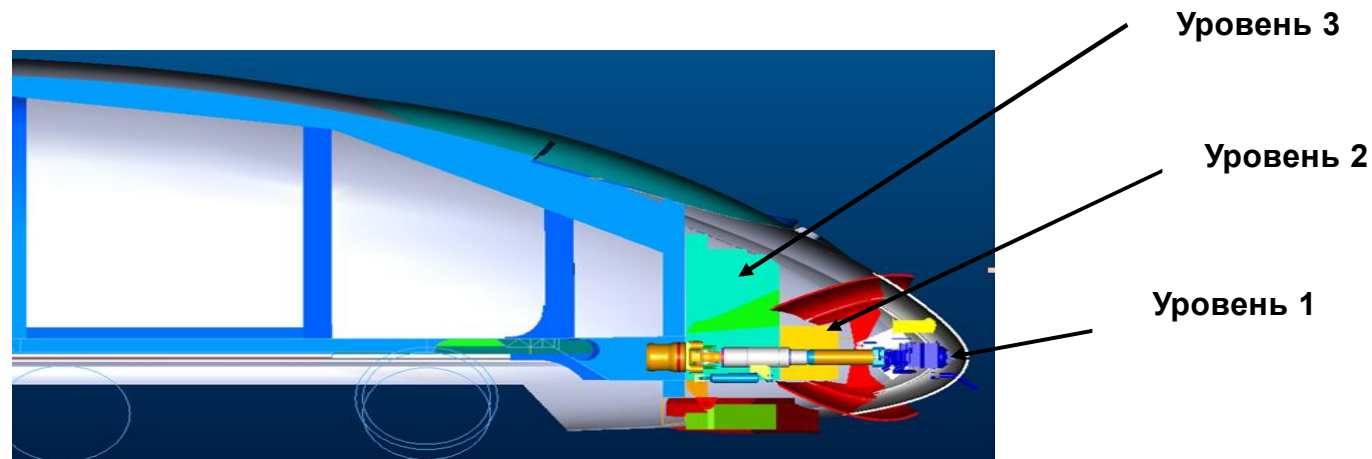
# Система управления поездом - Velaro



## Сравнение технологий



## Крэш-система - Velaro



Крэш-система в Velaro выполнена по EN15227. Что подразумевает сочетание зон поглощения энергии и зон высокой прочности для обеспечения защиты пассажиров и персонала.

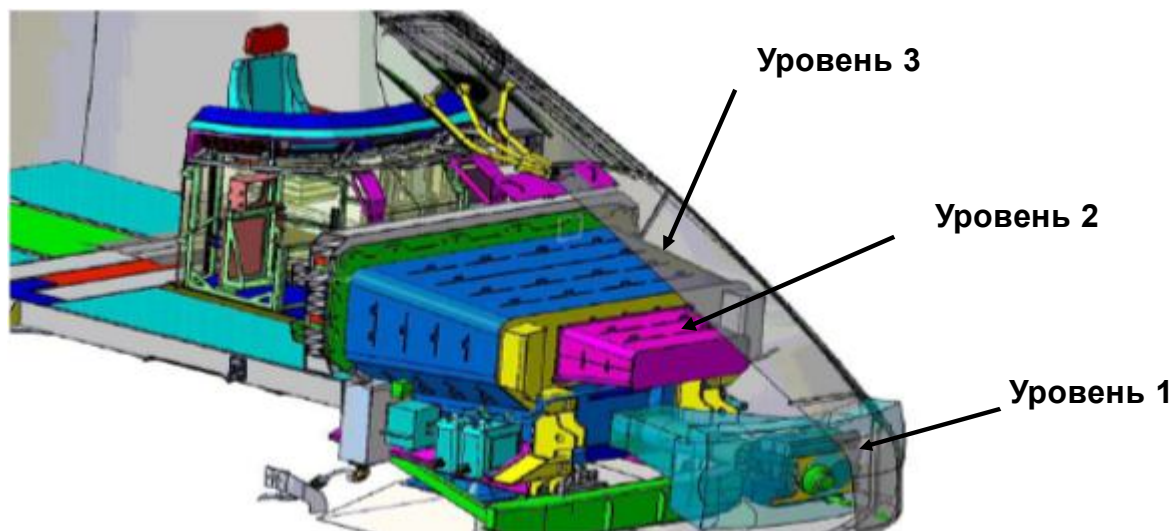
Для легкой замены поврежденных в результате несчастного случая компонентов, элементы зон поглощения энергии состоят из нескольких уровней:

1. Муфта с газо-гидравлическим элементом поглощения энергии;
2. Ребристая конструкция для поглощения энергии;
3. Большой разрушаемый элемент, как поглотитель энергии.

Кроме того: кабина машиниста, обеспечивает сохранение безопасного пространства для машиниста.



## Крэш-система - AGV



Для легкой замены поврежденных в результате несчастного случая компонентов, элементы зон поглощения энергии состоят из нескольких уровней:

- 1.Муфта с газо-гидравлическим элементом поглощения энергии;
- 2.Рибристая конструкция для поглощения энергии;
- 3.Большой разрушаемый элемент, как поглотитель энергии.

## Сравнение технологий – сотни уникальных решений внутри поезда

Климатические системы

Концепция герметичности

Противопожарная  
система

Двери

Вспомогательное  
электрооборудование

ЭМС

Система радиосвязи

Окраска

Система информирования  
пассажиров

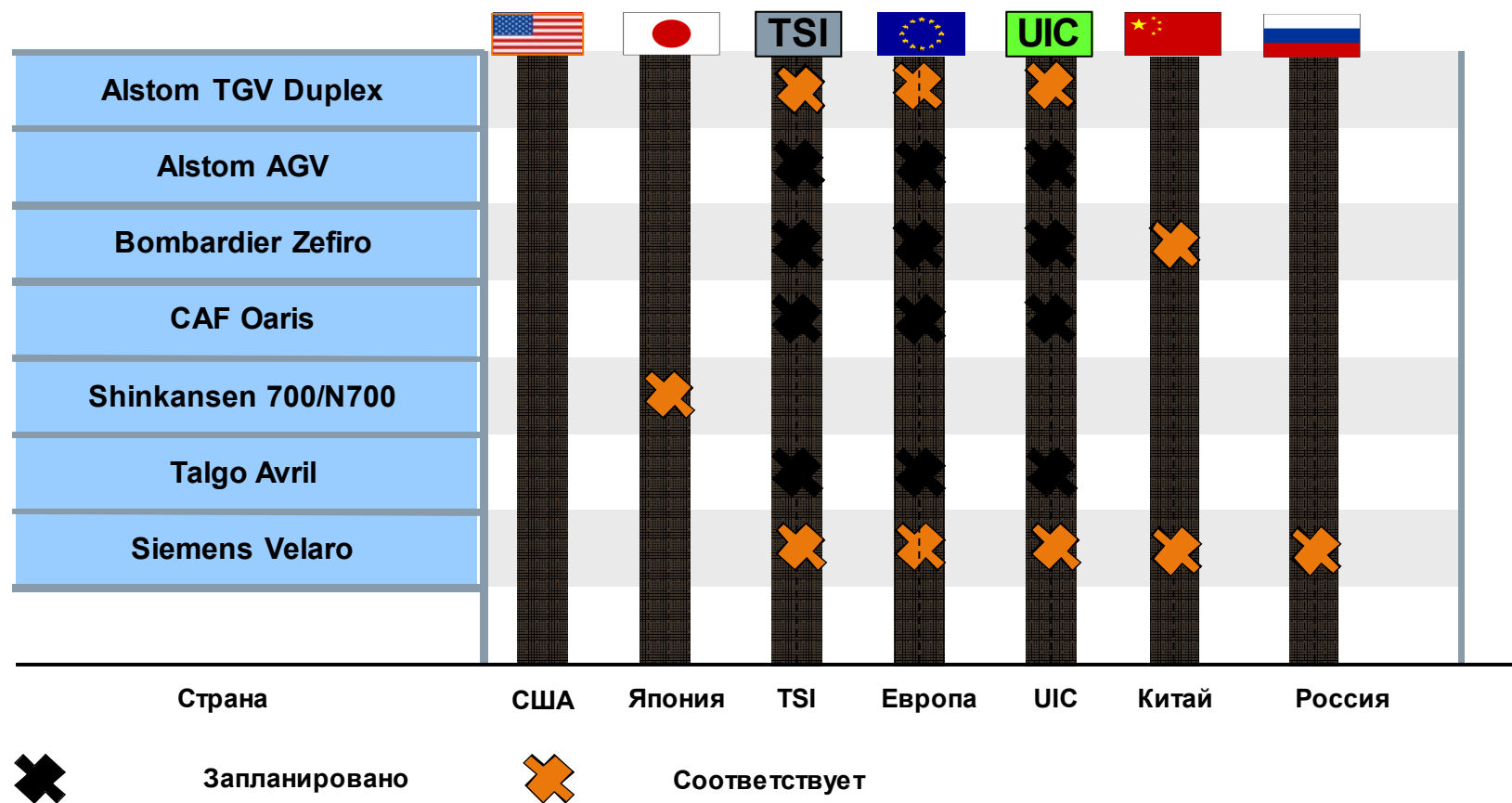
Сцепка

Патенты

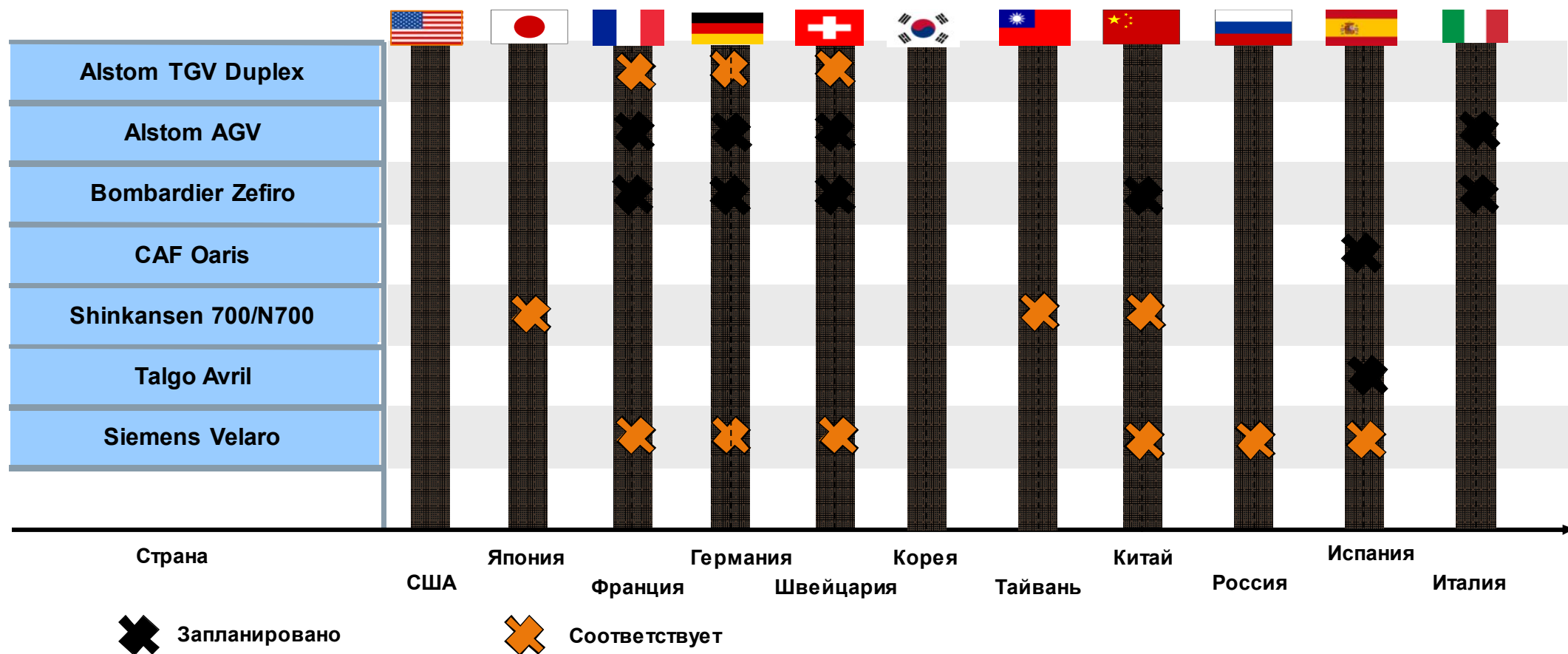
Система безопасности

Оборудование для людей  
с ограниченными возможностями

# Международные сертификаты



## Разрешение на международное использование



A historical black and white illustration of a large industrial factory complex, likely the Siemens works in St. Petersburg, situated along a wide river. The factory consists of numerous multi-story buildings with gabled roofs and a prominent tall chimney emitting smoke. Several sailing ships are visible on the river. In the foreground, a street scene shows horse-drawn carriages and pedestrians. The Siemens logo is overlaid in the top left corner.

**SIEMENS**

Акционерное Общество  
Русских Электротехнических Заводовъ  
**СИМЕНСЪ и ГАЛЬСКЕ**

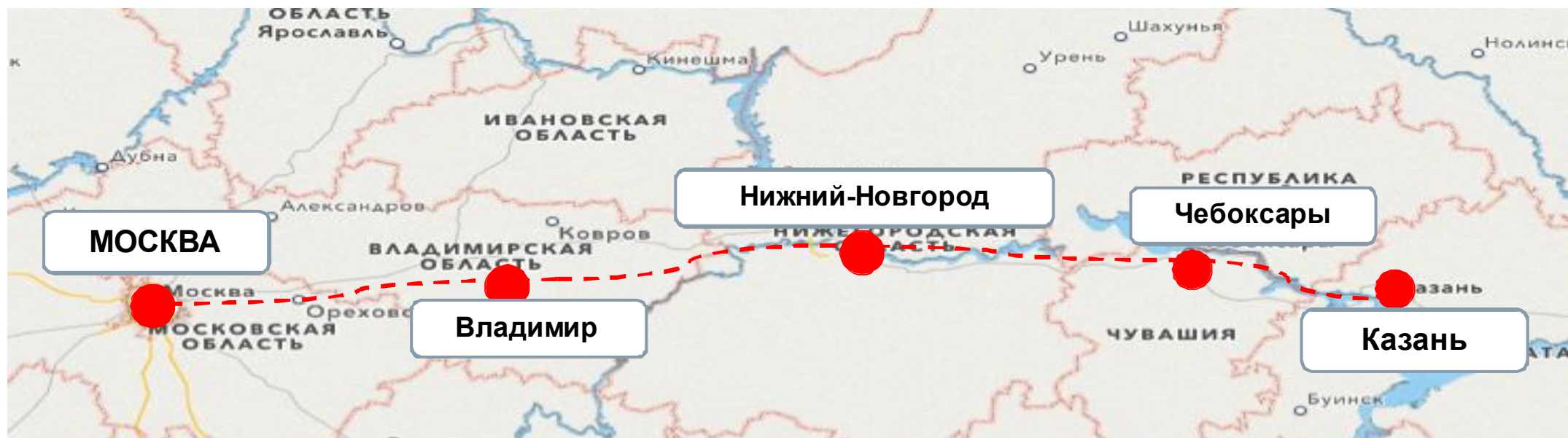
Цикл лекций - «Высокоскоростное железнодорожное движение»

# Ближайшие перспективы

## Предложения для проекта ВСМ Москва - Казань



## Высокоскоростная магистраль Москва – Казань



Длина маршрута — 770 км.

Время в пути — 3ч. 30 мин.

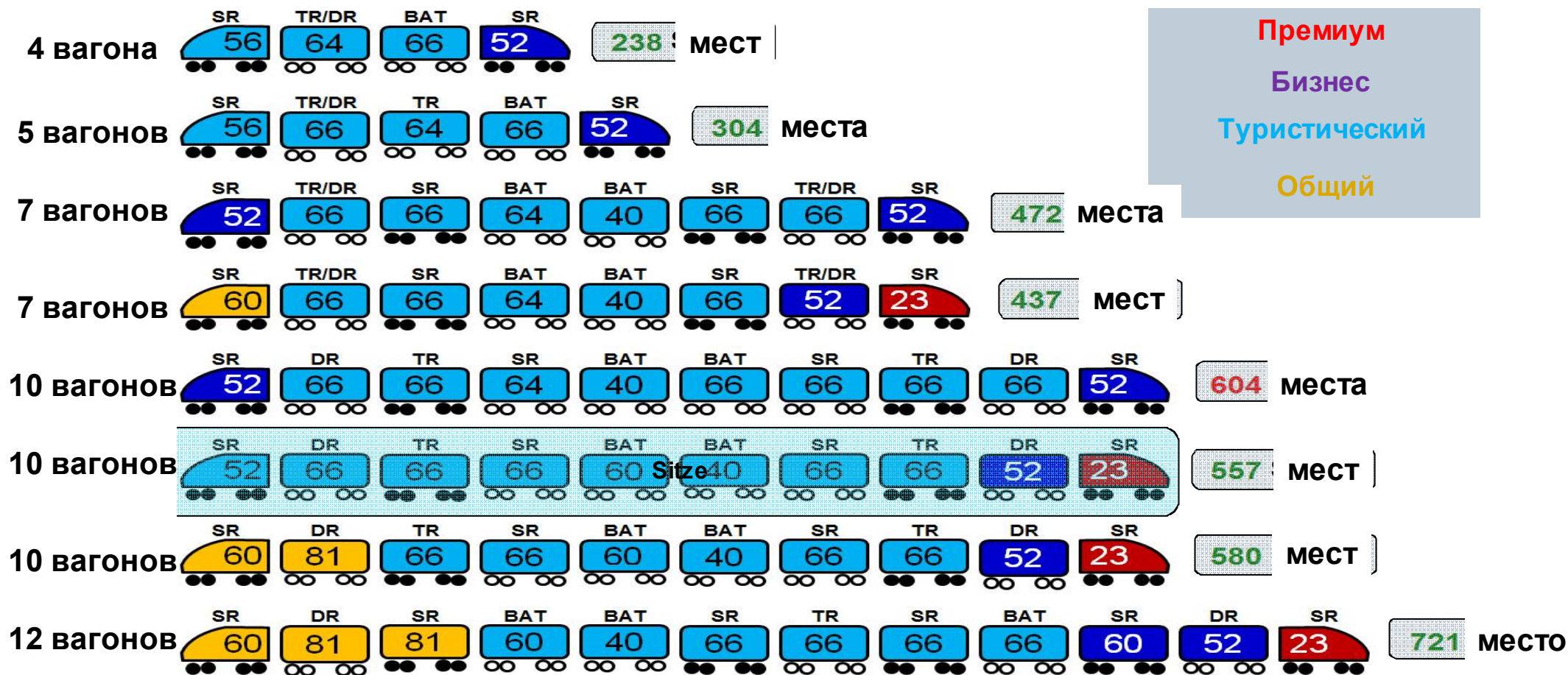
Максимальная скорость до 400 км/час.

Более 340 искусственных сооружений

Внеклассные мосты через р. Ока, Сура, Волга

Около 800 разноуровневых пересечений

## Возможные варианты конфигурации поезда



Премиум  
 Бизнес  
 Туристический  
 Общий



# Возможные варианты конфигурации поезда – расположение оборудования

Поезда «Сапсан» для напряжения 25 КВ перем. на 300 км/ч и 400 км/ч 8 / 10 / 12 вагонов

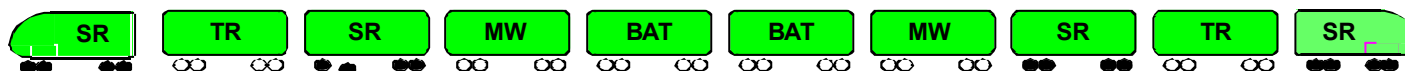
Вид и скорость в зависимости от установленной мощности привода, типа привода (синхронный/асинхронный) и аэродинамической оптимизации.



Velaro RUS - 8

ASM	16 FM	550 kW	AC: 8.800 kW	DC: 1.600 kW	$v_{max}$ (AC)	330 ... 350 km/h = f ( Aerodyn. Optim.)
PMM	16 FM	680 kW	AC: 10.880 kW	DC: 1.600 kW	$v_{max}$ (AC)	350 ... 380 km/h = f ( Aerodyn. Optim.)

Конфигурация для двухсоставных поездов. С возможным увеличением до 10 вагонов (+ 2 моторных вагона) и 12 вагонов (+ 4 вагона с преобразователями)



Velaro RUS - 10

ASM	16 FM	550 kW	AC: 8.800 kW	DC: 1.600 kW	$v_{max}$ (AC)	310 ... 330 km/h = f ( Aerodyn. Optim.)
PMM	16 FM	680 kW	AC: 10.880 kW	DC: 1.600 kW	$v_{max}$ (AC)	335 ... 355 km/h = f ( Aerodyn. Optim.)

Увеличение числа мест для пассажиров + 2 прицепных средних вагона.



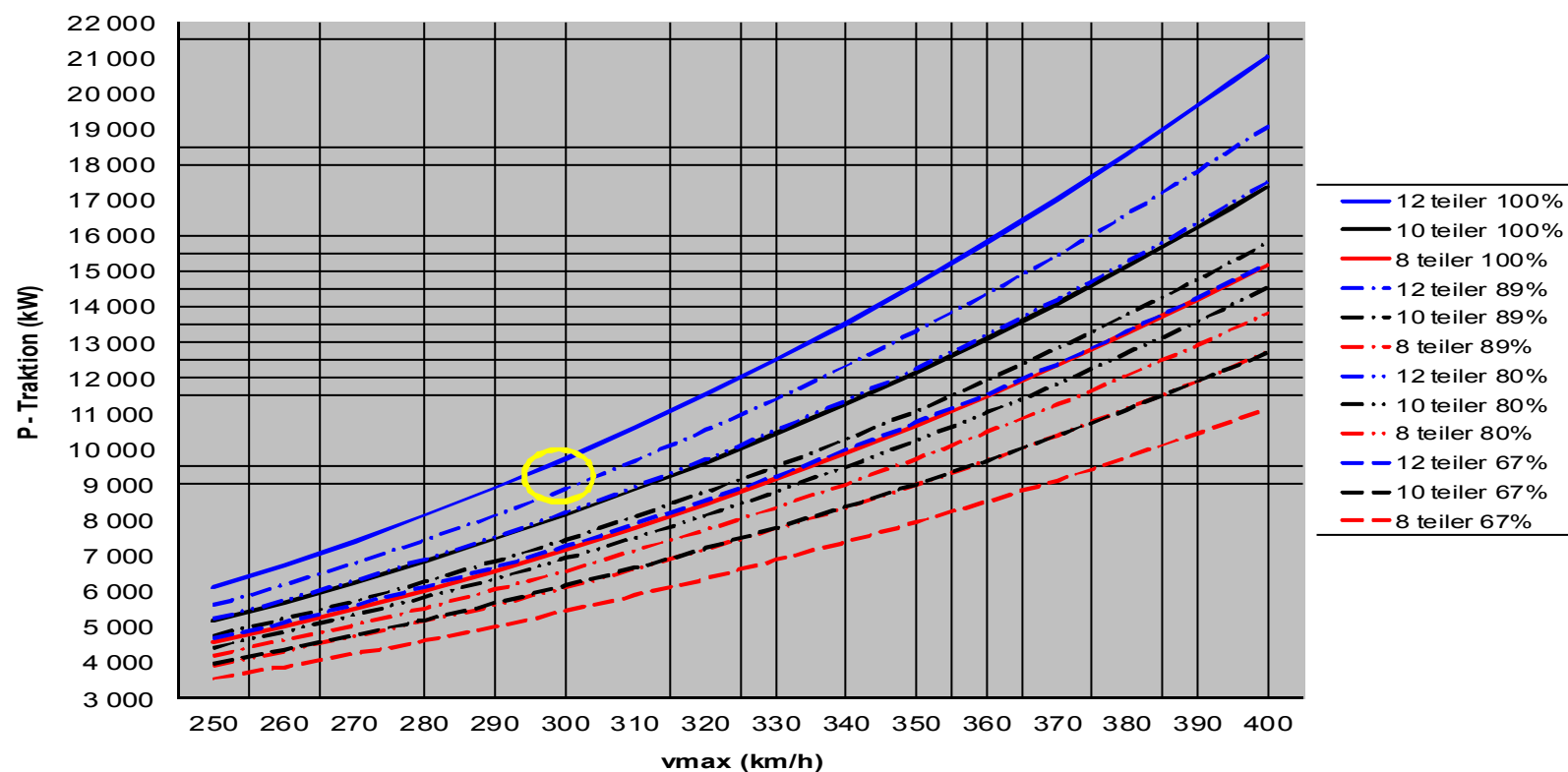
Velaro RUS - 12

ASM	24 FM	550 kW	AC: 13.200 kW	DC: 1.600 kW	$v_{max}$ (AC)	335 ... 355 km/h = f ( Aerodyn. Optim.)
PMM	24 FM	680 kW	AC: 16.320 kW	DC: 1.600 kW	$v_{max}$ (AC)	360 ... 385 km/h = f ( Aerodyn. Optim.)

Увеличение числа мест и реализация скорости в 400 км/ч.

# Расчет потребляемой мощности

Тяговые характеристики для Vmax с 250 км / ч до 400 км / ч  
 Тип поезда: Velaro RUS 12 ,10 и 8 вагонов  
 В зависимости от аэродинамических модификаций



## Максимальная скорость

Увеличение максимальной скорости можно представить как:

$V_{\max}$  – максимальная скорость

$F_w$  – сопротивление

$P_{\text{rad}}$  - Тяга

$$F_w = K_1 \times v + K_2 \times m + K_4 \times v^2$$

$$P_{\text{Rad}} = F_w \times v$$

$$P_{\text{Rad}} = f(v_{\max})^3$$

Увеличение тяги:

Больше моторных тележек → увеличение числа моторных вагонов

Необходимо изменение монтажа

Увеличение числа вагонов влечет за собой увеличение аэродинамического сопротивления

Уменьшение числа не обмоторенных тележек - меньше эффективность торможения → больше тормозной путь

Увеличение мощности, например, за счет двигателей на постоянных магнитах

Уменьшение сопротивления движению, например:

Изменение конструкции межвагонных переходов

Изменение конструкции головных вагонов

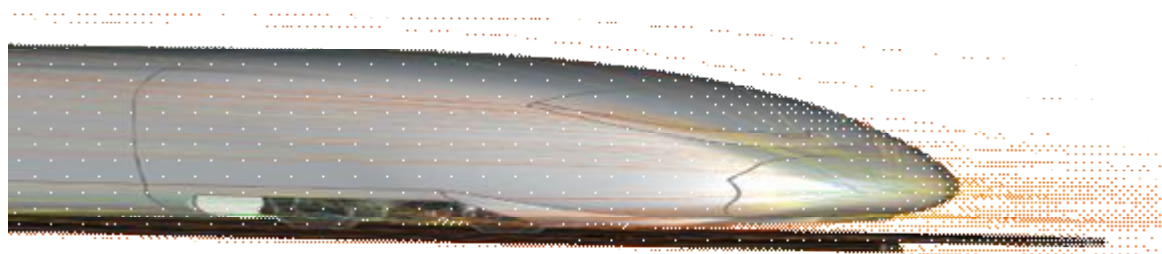
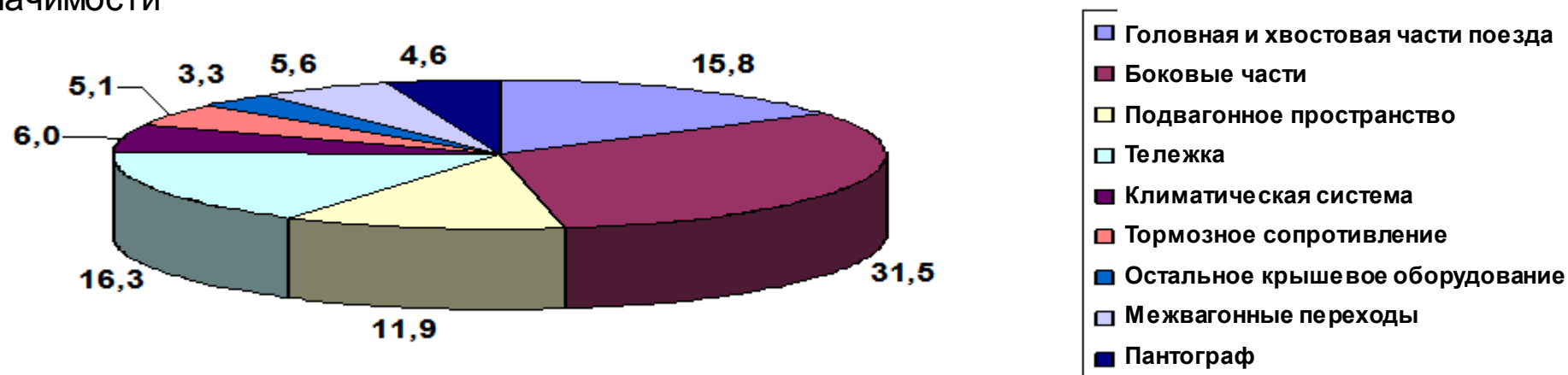
Оптимизация размещения тормозного резистора на крыше

Изменение прокладки высоковольтного кабеля

Аэродинамическая оптимизация остальных компонентов на крыше

## Составляющие аэродинамических параметров и их влияние

Основные места возникновения аэродинамического сопротивления, в процентном выражении значимости



# Ваши вопросы?

# Back-up

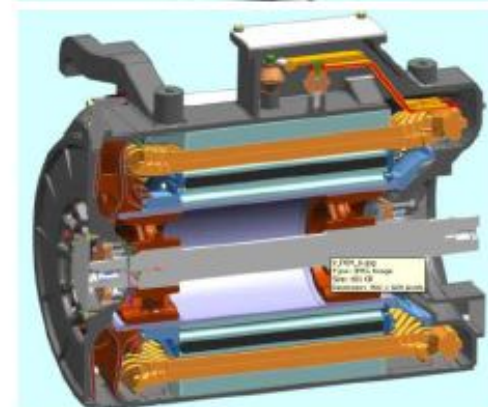
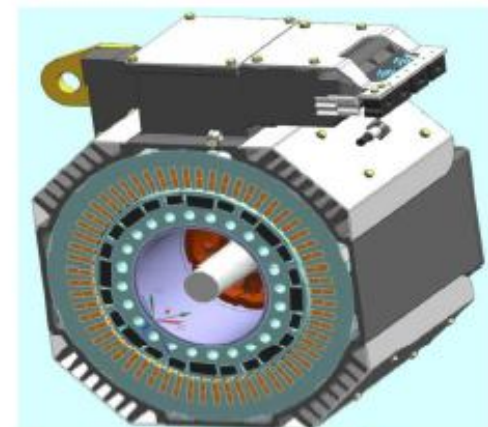
## Синхронный двигатель на постоянных магнитах

- Большой удельный крутящий момент и удельная мощность (снижение объема на 1/3, уменьшение массы на 1/5)

- Больше КПД (при эксплуатации с частичной нагрузкой до 10%)
- Более низкая температура ротора и подшипников
- Низкий момент короткого замыкания
- Уменьшение количества необходимых тяговых блоков
- Самовентиляция вместо принудительного воздушного охлаждения
- Герметичная намотка

- Поосная система контроля

- Эффективность тяговой системы
- Компактный дизайн
- Меньшее количество узлов
- Больше тяговое усилие
- Большая скорость
- Более высокие показатели надежности, готовности и низкая стоимость ЖЦ
- Меньше выбросов CO<sub>2</sub>
- Уменьшение объемов тех. обслуживания



## Синхронный двигатель на постоянных магнитах

- Развитие синхронного PMM двигателя было обусловлено резким снижением стоимости на требуемые материалы для магнитных элементов.
- Система двигателей Siemens PMM находится в фазе разработки
- Прототипы тестируются в лаборатории тягового оборудования (I DT Nurnberg)
- 3 прототипа готовы для эксплуатационных испытаний на существующих поездах
- Сроки проведения эксплуатационных испытаний – 12 месяцев (6 месяцев для подготовки и 6 месяцев для испытаний)

Возможность испытаний на эксплуатирующихся поездах Velaro RUS ??

- Тягово-энергетические испытания поездов+сертификационные испытания двигателя с Регистром до испытаний в условиях коммерческой эксплуатации??
- Цель – получить согласие РЖД на испытания (детали могут быть проработаны вместе с институтами/Регистром)



## Проблемы про увеличении скорости до 400 км./ч.

Тип поезда	Desiro RUS 200 160 км/ч - 200 км/ч	Velaro RUS 200 км/ч– 300 км/ч	Velaro RUS + 300 км/ч– 350 км/ч	Velaro RUS ++ 350 км/ч – 400 км/ч
Конфигурация	10-ти вагонный состав	10-ти вагонный состав	12-ти вагонный состав	12-ти вагонный состав
	Макс. скорость 160 км/ч (наст. время) Для 200 км/ч: - новый тяговый редуктор - изменение тягового двигателя	Скор. макс. AC 300 км/ч Скор. макс. DC 250 км/ч	2 дополнительных моторных вагона для увеличения скорости: - увеличение тяговой мощности - оптимизация аэродинамики	4 дополнительных моторных вагона для увеличения скорости: - увеличение тяговой мощности (с помощью двигателей с постоянным магнитом РММ) - оптимизация аэродинамики
Тяговое усилие/ Макс. скорость	6 МВт 200 км/ч	8 МВт 300 км/ч	до 14 МВт для 350 км/ч	до 18 МВт для 400 км/ч
Энергопотребление	75 %	100 %	175 %	225 %
Время в пути для дистанции 300 км без остановок на промежуточных станциях	150 %	100 %	87 %	75 %
Совокупные расходы на ТО	70%	100%	120-130 %	130-150 %
Инвестиции в инфраструктуру (модернизация пути)	100%	100%	120-140 % в зависимости от состояния Безбалластный путь	120-140 % в зависимости от состояния Безбалластный путь
Стоимость подвижного состава (приблиз.)	52 %	100%	125-135%	150%-160%