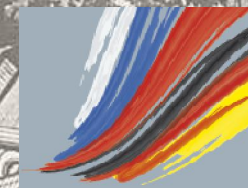


**SIEMENS**

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



**160**

«Сименс»  
в России

с 1853 года

Московский Государственный Университет Путей Сообщения (МИИТ) / 14-03-2013

# «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 в тему лекции
2. Техническое регулирование и стандартизация
3. Роль и функции Сименс в строительстве ж.д. инфраструктуры
4. Технологии строительства ВСМ
5. Организация энергоэффективного движения
6. Система электрификации и особенности ее проектирования
7. Проектирование систем управления движением и безопасности
8. Российский опыт строительства ж.д. инфраструктуры
9. Международные инфраструктурные проекты «Сименс»
10. Перспективные проекты
11. Заключение
12. Вопросы и ответы

**SIEMENS**

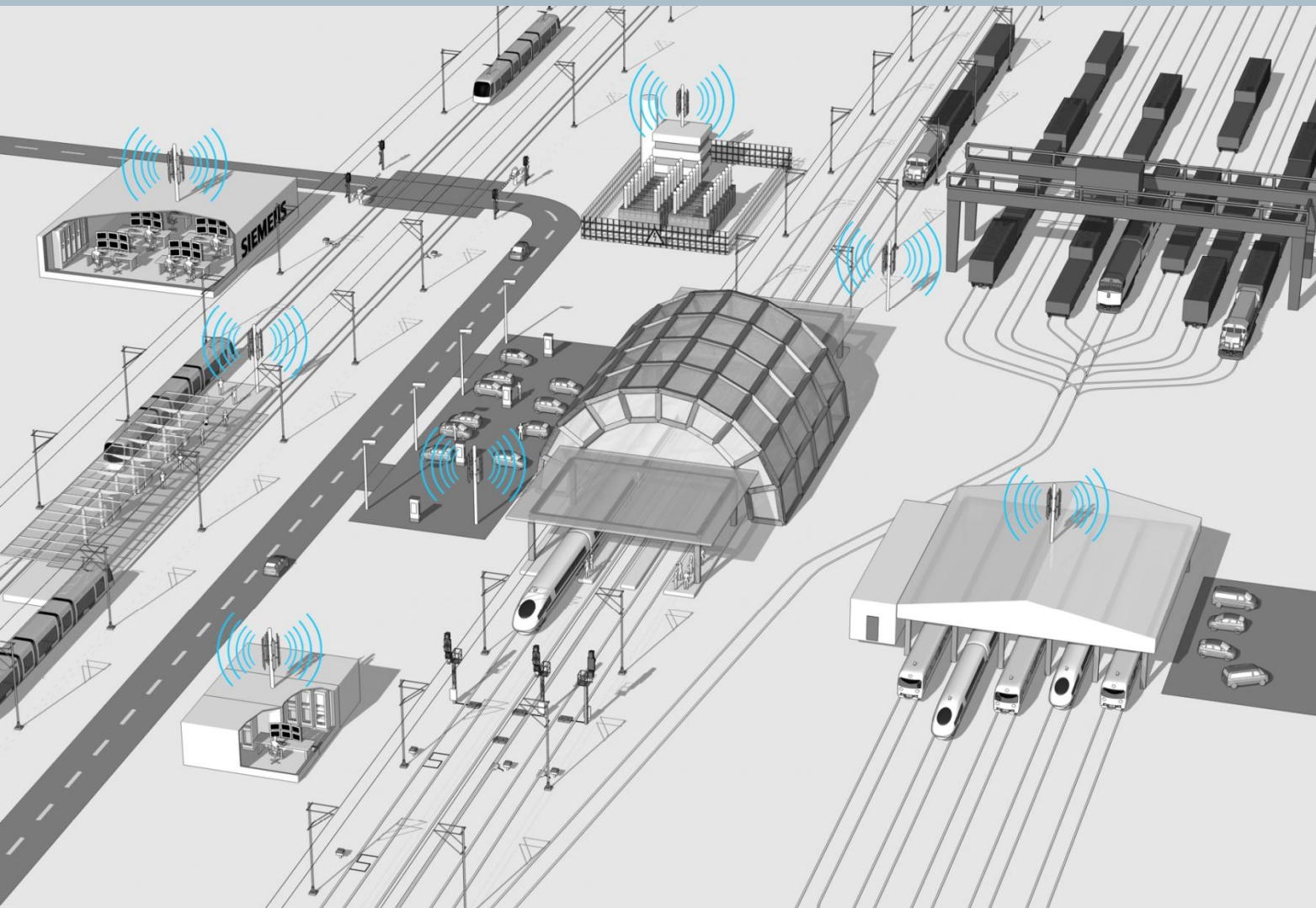
Акционерное Общество  
Русскихъ Электротехническихъ Заводовъ  
**СИМЕНСЪ и ГАЛЬСКЕ**

Цикл лекций - «Высокоскоростное железнодорожное движение»

# Введение



## Инфраструктура высокоскоростного железнодорожного транспорта



- Железнодорожный путь
- Железнодорожное электроснабжение
- Железнодорожная автоматика и телемеханика
- Сигнализация
- Железнодорожная связь
- Станционные здания
- Сооружения и устройства (мосты, тоннели)

# Стратегия развития высокоскоростного и скоростного движения в РФ

## Инвестиционная программа ОАО «РЖД»



Строительство ВСМ – 4253 км

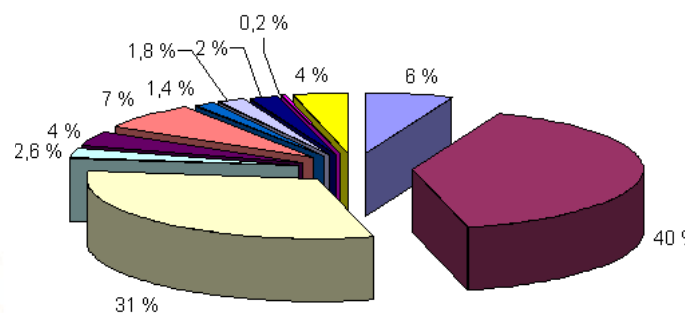
Модернизация СМ – 6942 км

Поэтапное разделение линий грузового и пассажирского движения

Социально-экономическое и транспортное выравнивание территорий России

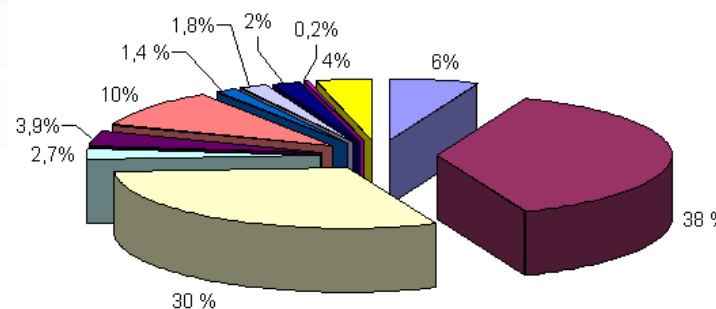
Расшивка "узких" мест и снижение расходов на ж.д. инфраструктуру

2014 г. - 8,7" Euro



- Система управления перевозочным процессом и транспортная логистика
- Инфраструктура
- Подвижной состав
- Система управления и обеспечения безопасности движения поездов
- Повышение надежности работы и увеличение эксплуатационного ресурса технических средств
- Высокоскоростное движение и инфраструктура

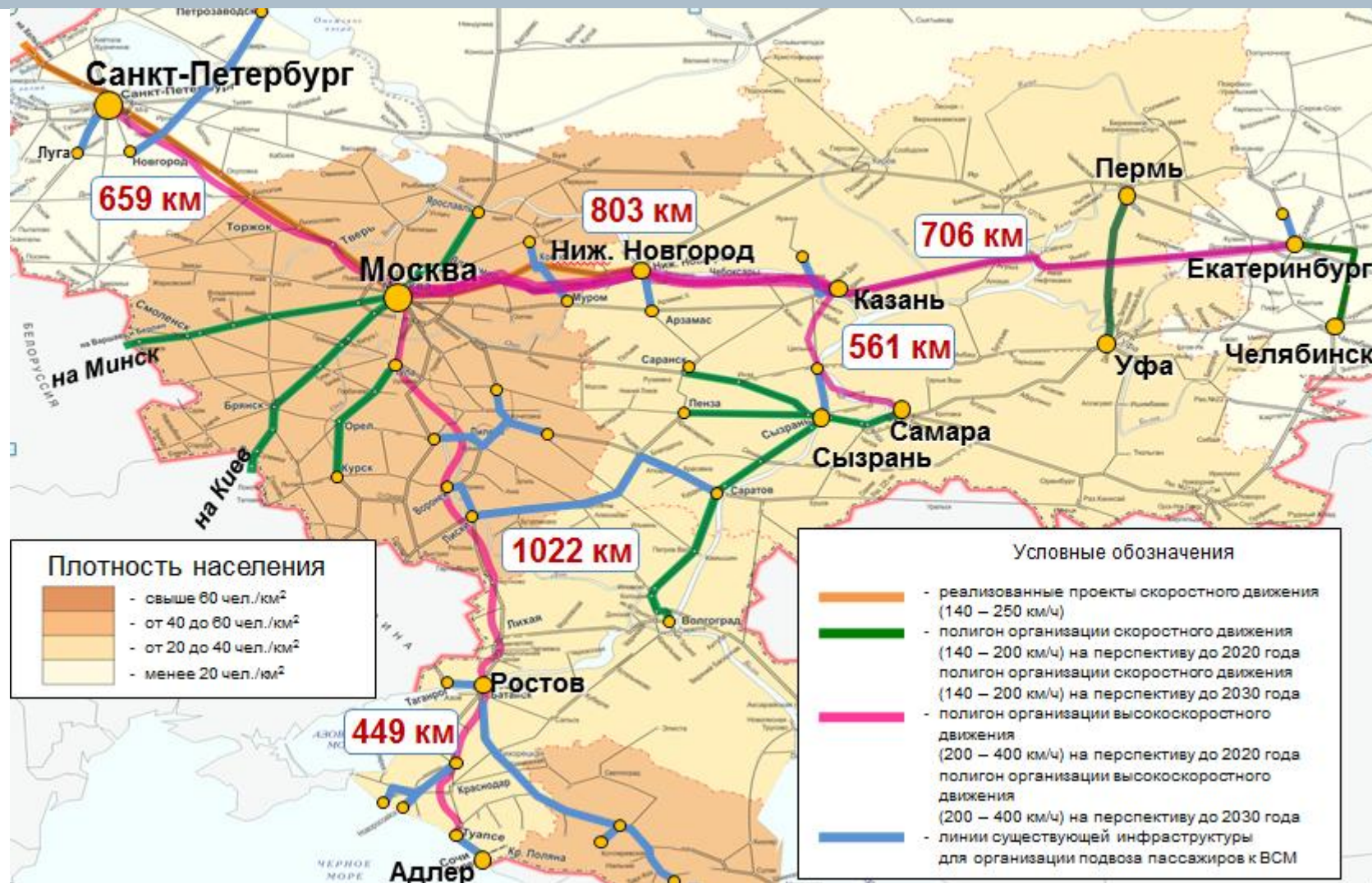
2015 г. - 9,3" Euro



- Повышение экономической эффективности основной деятельности
- Повышение энергетической эффективности основной деятельности
- Охрана окружающей среды
- Внедрение инновационных спутниковых и геоинформационных технологий
- Информационные технологии



# Схема развития высокоскоростного и скоростного сообщения в Российской Федерации до 2030 года





## Основные принципы построения ВСМ

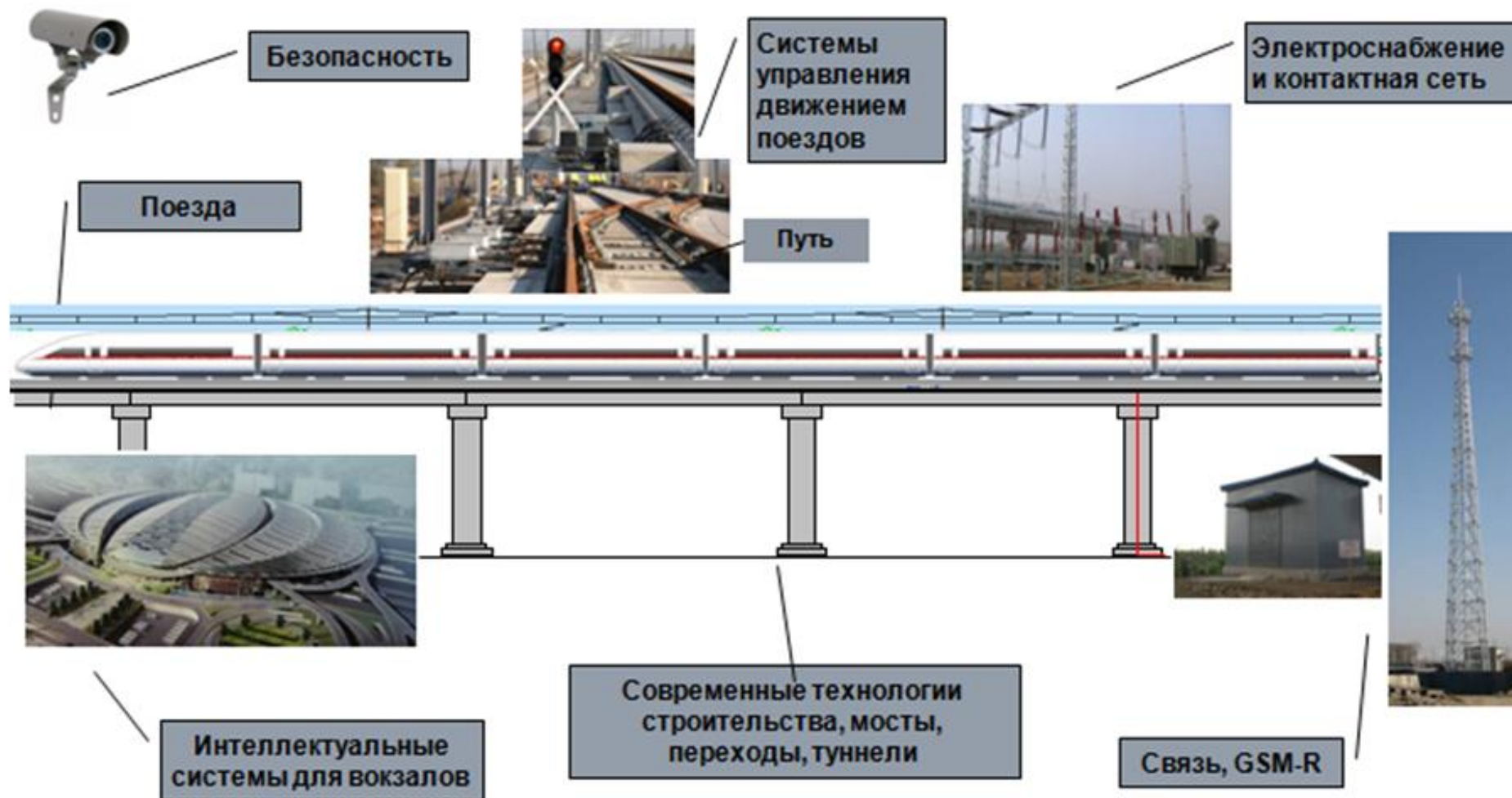


1. Применение безбалластного пути
2. Применение электронных систем контроля и управления движением
3. Отсутствие скрещиваний в одной плоскости с другими магистралями
4. Контактная сеть, рассчитанная для скоростей движения  $> 300$  км/ч
5. Современный подвижной состав

Обеспечение безопасного и комфортного движения на скоростях до 400 км/ч



# Концепция ВСМ на «пространстве 1520»: комплексный подход, международный опыт



A detailed historical 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 many windows and several tall chimneys, one of which is emitting a plume of smoke. In the foreground, a dirt road with a few figures and a horse-drawn carriage is visible. The background shows a large body of water with several sailing ships and other boats. The overall scene depicts a bustling industrial hub of the late 19th century.

**SIEMENS**

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

Цикл лекций - «Высокоскоростное железнодорожное движение»

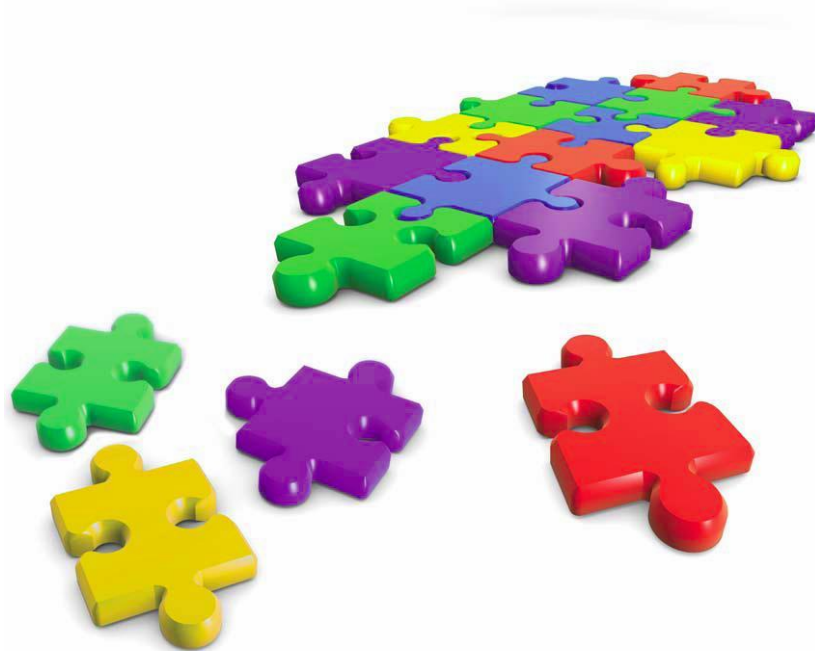
# Техническое регулирование и стандартизация



# Схема европейских нормативных документов в области технического регулирования



# Подсистемы европейского стандарта TSI (Технические спецификации по эксплуатационной совместимости) для ВСМ



## TSI для высокоскоростной системы

- Инфраструктура
- Энергетическое обеспечение
- Транспортные средства
- Эксплуатация
- Техническое обслуживание
- Контроль над системами управления и сигнализации высокоскоростных сетей



# Развитие системы технического регулирования на железнодорожном транспорте Российской Федерации и Таможенного союза



# Система межгосударственной и национальной стандартизации на железнодорожном транспорте

## Межгосударственный технический комитет по стандартизации № 524 «Железнодорожный транспорт»

### ПОДКОМИТЕТЫ МТК 524:

- МПК 1 «Комплексная безопасность на ж.д. транспорте»
- МПК 2 «Услуги на железнодорожном транспорте»
- МПК 3 «Экологическая безопасность на ж.д. транспорте»
- МПК 4 «Охрана труда»
- МПК 5 «Железнодорожный путь и сооружения»
- МПК 6 «Локомотивы и МВПС»
- МПК 7 «Вагоны»
- МПК 8 «Специальный ж.д. подвижной состав»
- МПК 9 «Тормозные системы»
- МПК 10 «Единство измерений и метрологическое обеспечение»
- МПК 11 «Электрификация и электроснабжение»
- МПК 12 «Железнодорожная автоматика и телемеханика»
- МПК 13 «Системы информатизации и связи»
- МПК 14 «Терминология»
- МПК 15 «Надежность технических средств и программного обеспечения»
- МПК 16 «Строительство объектов инфраструктуры»

**Межгосударственный  
совет  
по стандартизации,  
метрологии  
и сертификации**

**Национальные органы  
по стандартизации**

**Комиссия  
Таможенного союза**

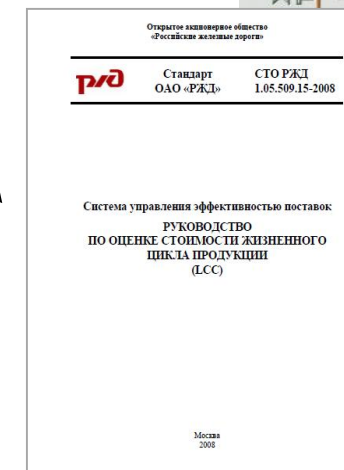
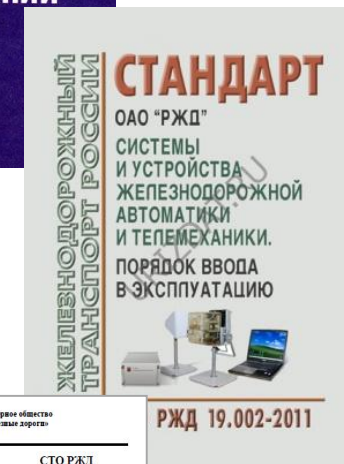
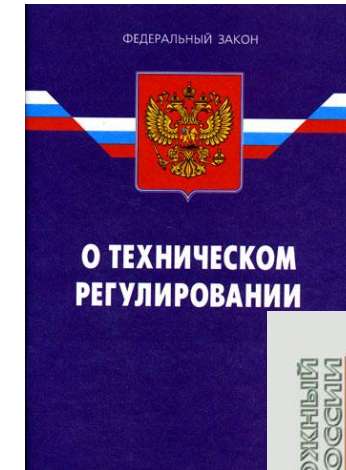
## Технический комитет по стандартизации № 45 «Железнодорожный транспорт»

### ПОДКОМИТЕТЫ ТК 45:

- ПК 1 «Комплексная безопасность на железнодорожном транспорте»
- ПК 2 «Организация перевозок»
- ПК 3 «Экологическая безопасность на ж.д. транспорте»
- ПК 4 «Охрана труда»
- ПК 5 «Железнодорожный путь и сооружения»
- ПК 6 «Локомотивы и МВПС»
- ПК 7 «Вагоны»
- ПК 8 «Специальный ж.д. подвижной состав»
- ПК 9 «Тормозные системы»
- ПК 10 «Единство измерений и метрологическое обеспечение»
- ПК 11 «Электрификация и электроснабжение»
- ПК 12 «Железнодорожная автоматика и телемеханика»
- ПК 13 «Системы информатизации и связи»
- ПК 14 «Терминология»
- ПК 15 «Надежность технических средств и программного обеспечения»
- ПК 16 «Строительство объектов инфраструктуры»
- ПК 17 «Эргономика»



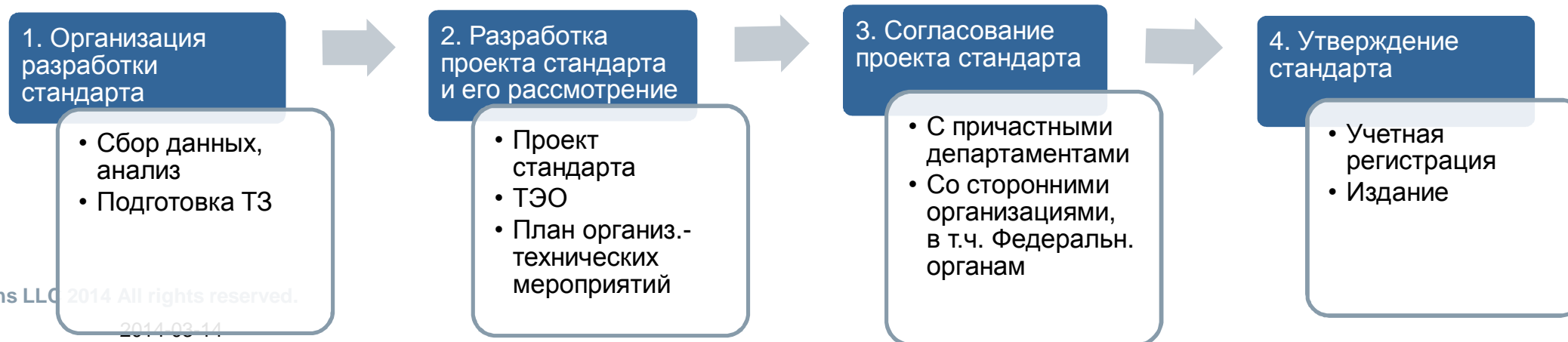
# Структура нормативных документов для обеспечения проектирования, строительства и эксплуатации ВСМ



# Применение технических регламентов Таможенного союза для ООО «Сименс»



## Разработка СТО РЖД





## Варианты сближения требований Европы и России для ВСМ

**1**  
Учет конкретных норм EN и специфичных требований в СТУ на конкретный проект ВСМ

**2**  
Использование части методических подходов Еврокодов к отдельным сооружениям

**3**  
Взаимодействие на уровне технических комитетов национальных органов по стандартизации в части обоснования методических подходов

**4**  
Применение норм EN и Еврокодов в нормативно-технической документации России, общестроительной и строительной отраслях

**5**  
Разработка гармонизированных национальных стандартов РФ

**6**  
Применение методологии ускоренного применения Европейских стандартов с последующей разработкой на их базе национальных

СТО РЖД 1.05.509.15-2008 –  
Руководство по оценке  
стоимости жизненного цикла  
продукции

Разработка национального  
стандарта ГОСТ Р МЭК 62278  
на базе подхода RAMS

Разработка СТУ для  
проектирования, строительства  
и эксплуатации ВСМ



SIEMENS

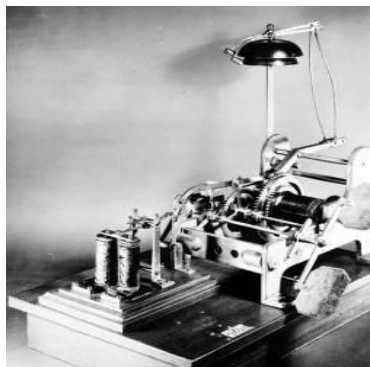
Акционерное Общество  
Русскихъ Электротехническихъ Заводовъ  
СИМЕНСЪ и ГАЛЬСКЕ

Цикл лекций - «Высокоскоростное железнодорожное движение»

# Роль и функции Сименс в строительстве ж.д. инфраструктуры



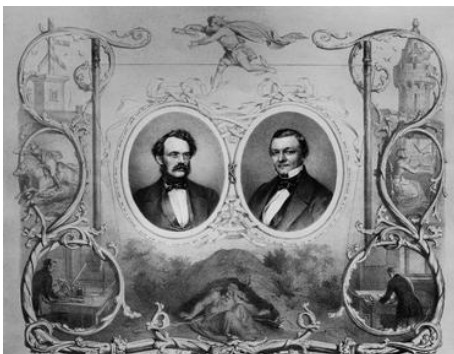
## Как все начиналось...



Первый  
стрелочный  
телеграф в 1847 г.



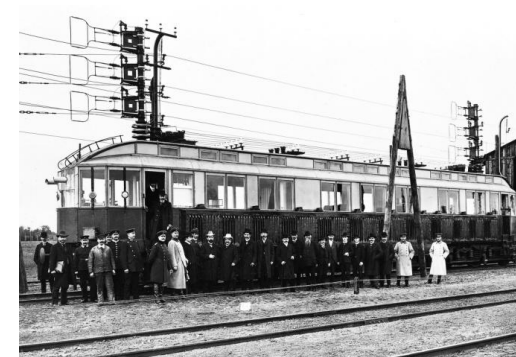
Первая электрическая  
железная дорога на  
промышленной  
ярмарке в Берлине в  
1879 г.



1853-1855 г.  
Строительство русской  
телеграфной сети



Первая система метро  
на Европейском  
континенте: 1896 г. в  
Будапеште



1903 г. Первый  
высокоскоростной  
электровоз



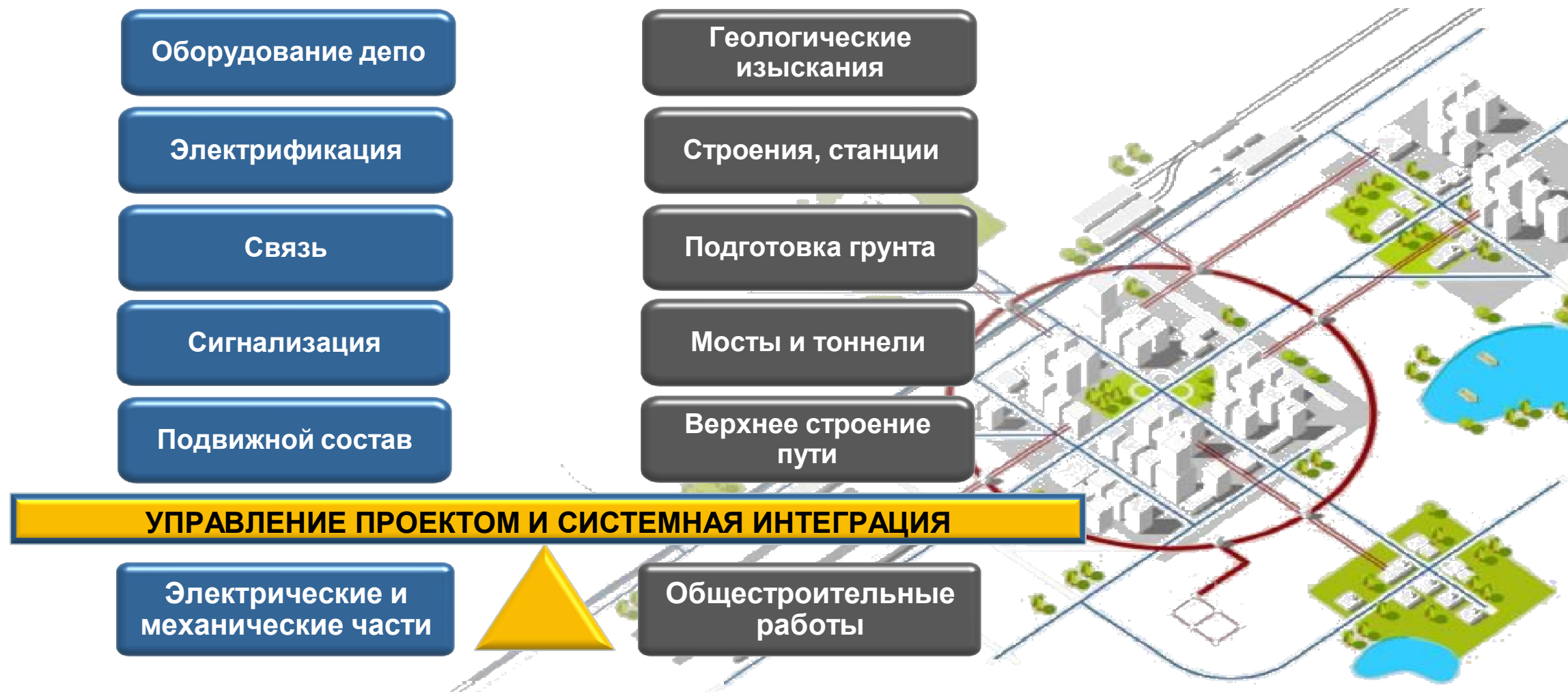
1930 г. Электровоз E44

# Системная интеграция транспортных решений (1)





## Системная интеграция транспортных решений (2)



# Управление проектом и системная интеграция

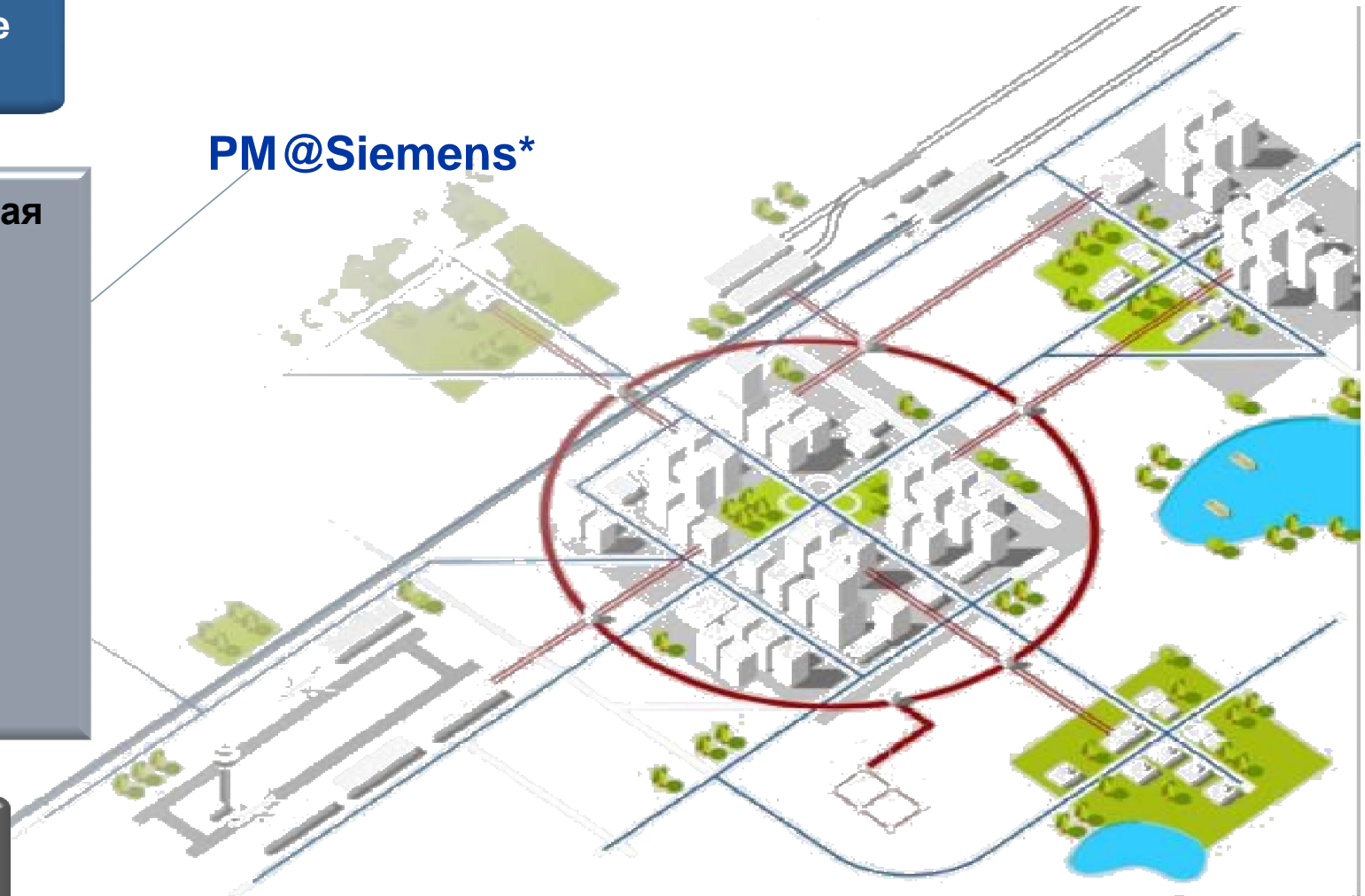
Электрические и механические части

Управление проектом и системная интеграция

- Проектирование
- Производство
- Строительство
- Ввод в эксплуатацию
  - Обучение
- Гарантийное обслуживание
  - Эксплуатация
- Техническое обслуживание и ремонт

Общестроительные работы

PM@Siemens\*





# PM@Siemens



Модуль 1 – Процессы и роли

Модуль 2 – Менеджмент контрактов

Модуль 3 – Контроль над реализацией проекта

Модуль 4 – Управление качеством в проекте

Модуль 5 – Закупки по проекту

Модуль 6 – Карьера в области управления проектами

Модуль 7 – Тренинги и развитие

Модуль 8 - Сотрудничество в команде проекта

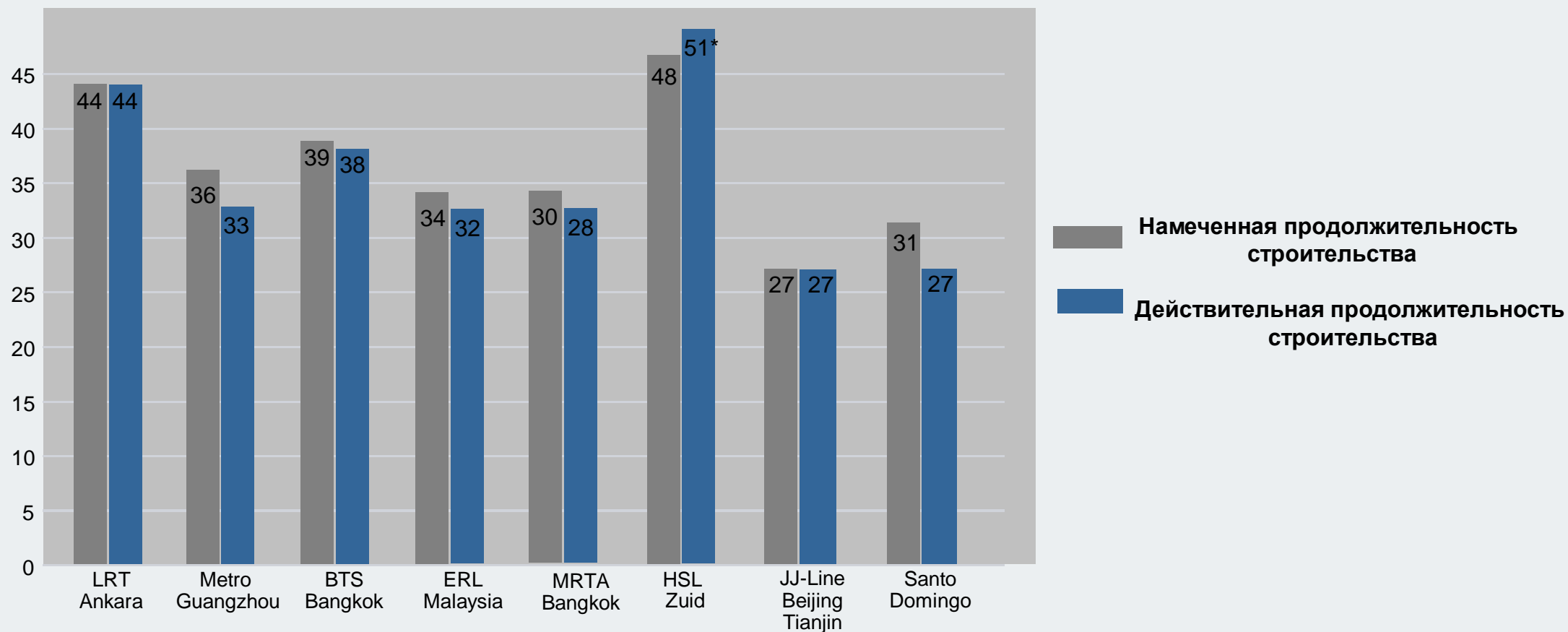
Модуль 9 – Программное обеспечение по управлению проектами

Модуль 10 – Постоянное совершенствование

Модуль 11 – Внедрение и применение PM@Siemens

Модуль 12 – Внутренние проекты

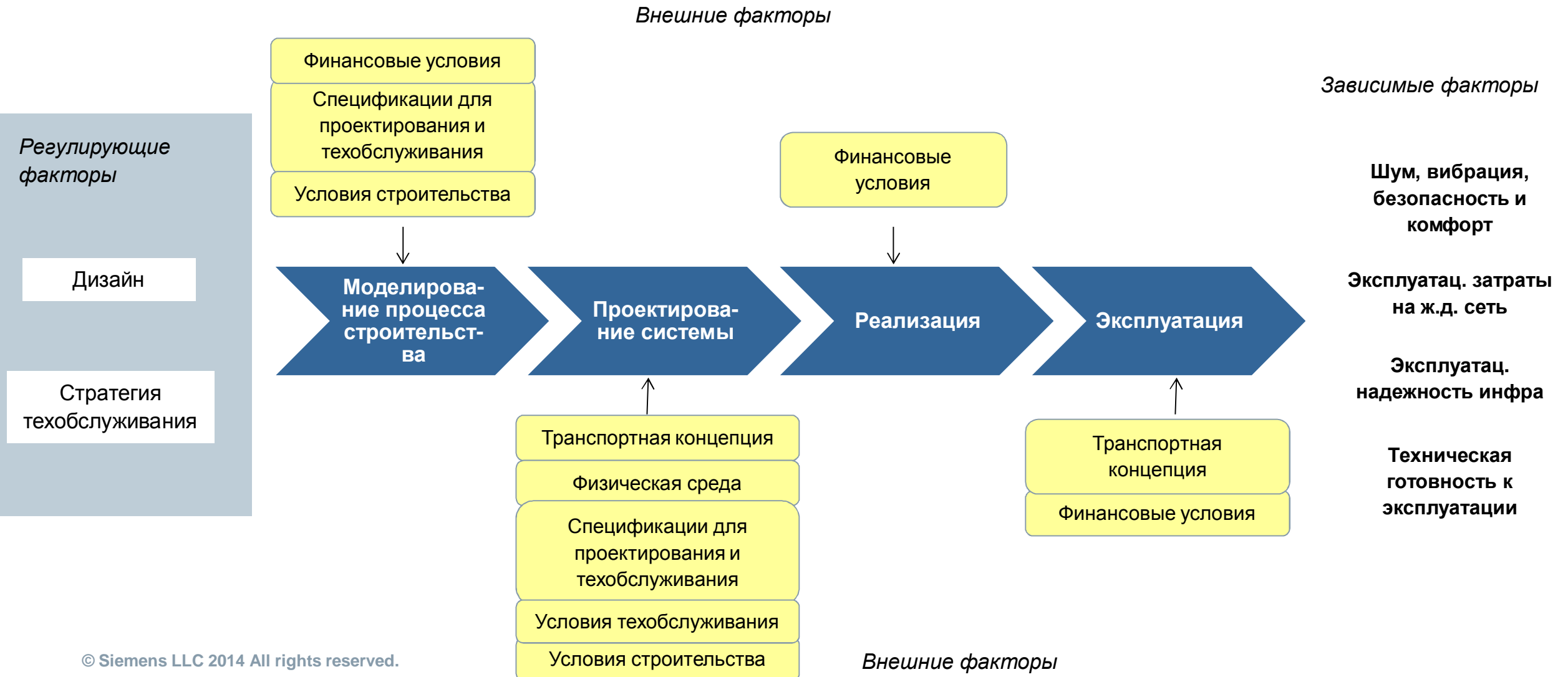
## Преимущества для заказчика: экономия времени – выполнение проектов ранее намеченного срока



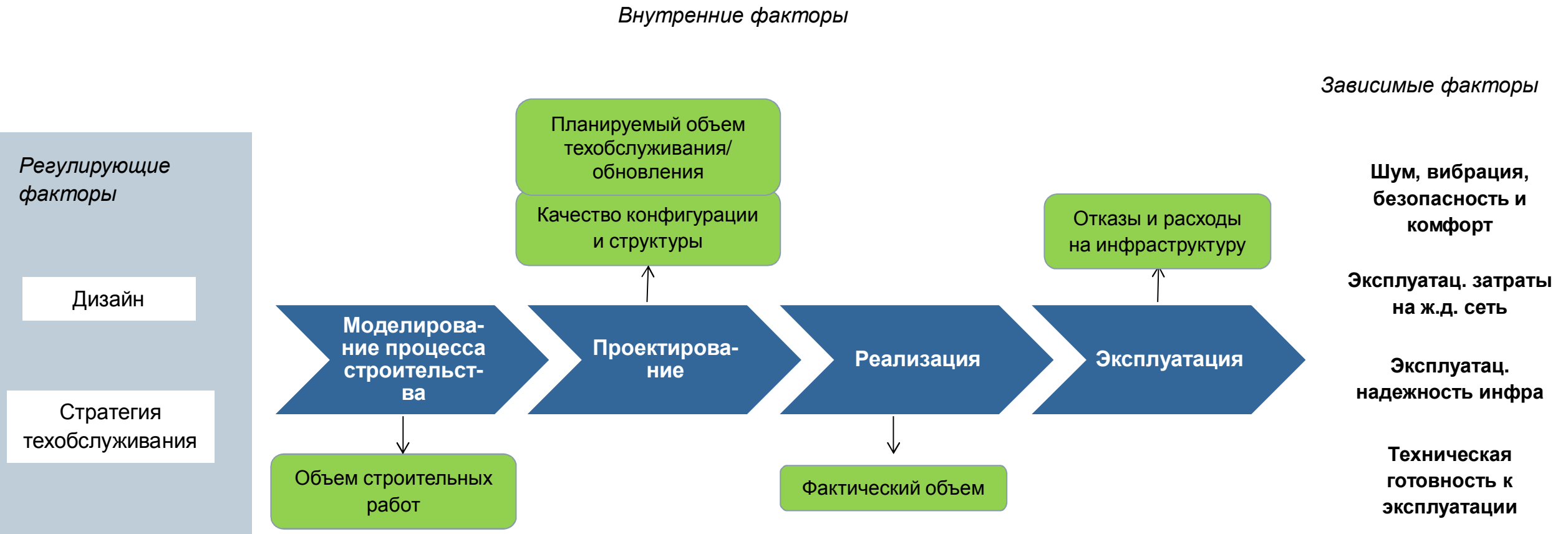
\* Ввиду задержки со стороны заказчика (10 месяцев); Сименс смог наверстать 7 месяцев



# Внешние факторы, влияющие на характеристики ж.д. инфраструктуры

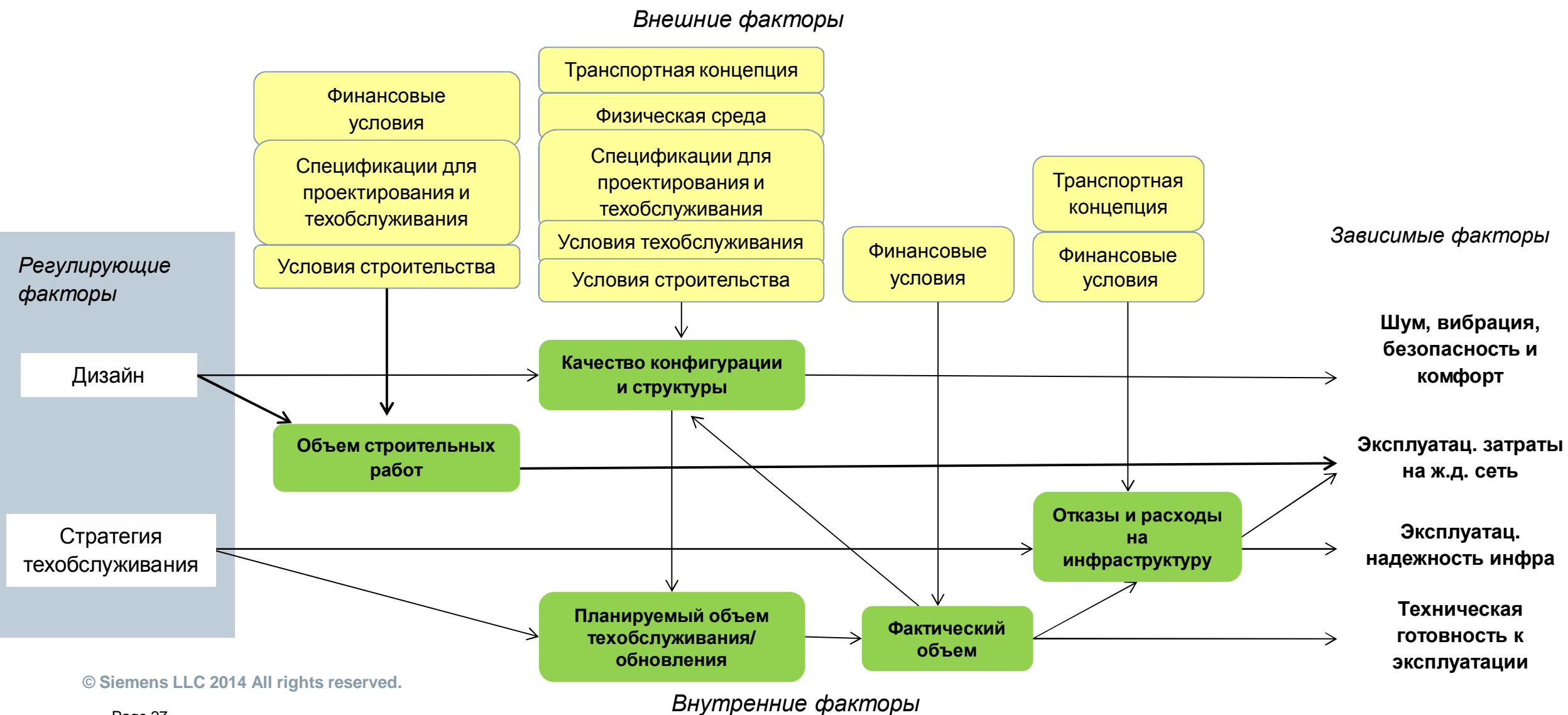


# Внутренние факторы, влияющие на характеристики ж.д. инфраструктуры

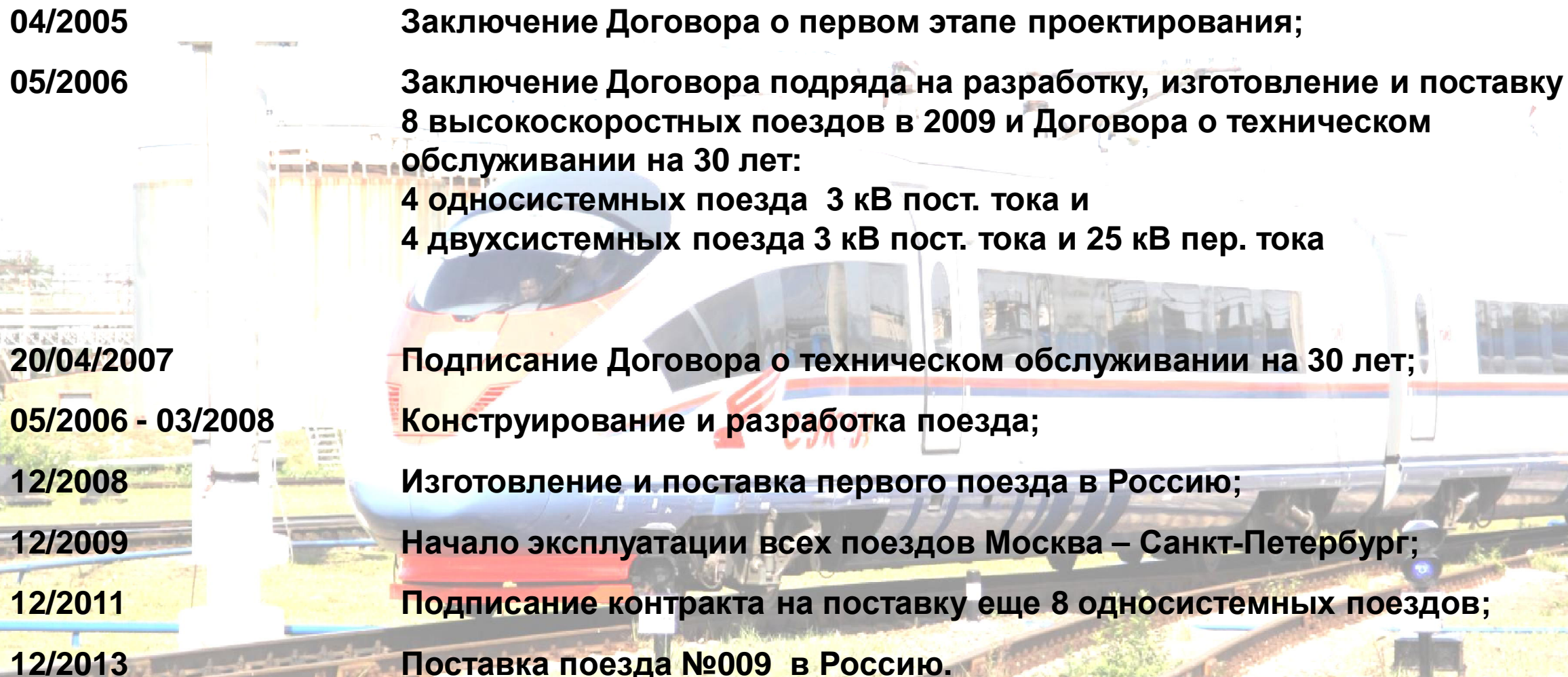




# Взаимозависимость факторов ж.д. инфраструктуры



## Velaro RUS (Сапсан) – история проекта

- 
- A Siemens Velaro RUS high-speed train (Сапсан) is shown on tracks. The train is white with blue and red accents. It is positioned on a set of tracks with overhead power lines. The background shows a clear sky and some greenery.
- 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.





SIEMENS

Акционерное Общество  
Русскихъ Электротехническихъ Заводовъ  
СИМЕНСЪ и ГАЛЬСКЕ

Цикл лекций - «Высокоскоростное железнодорожное движение»

# Технологии строительства ВСМ



# Технико-экономическое обоснование вопросов ВСМ

## Структура вопросов ВСМ, требующих технико-экономического обоснования



## Основные технические параметры для проектирования ВСМ



| Параметр  | Значение (Европейский стандарт)   | Значение для проекта Москва – Казань   |
|---|---|--|
| Минимальный радиус  | 3000-7250 м   | 2000 м   |
| Максимальный уклон  | 40 ‰  | 24 ‰ (до 36 ‰)   |
| Минимальная ширина междупутья, в случае если подвижной состав соответствует TSI (2008/232/EC) | V > 300 км/ч: 4,50 м<br>250 км/ч < V ≤ 300 км/ч: 4,20 м   | V > 350 км/ч: 4,8 м<br>300 км/ч < V ≤ 350 км/ч: 4,5 м<br>250 км/ч < V ≤ 300 км/ч: 4,3 м<br>V < 250 км/ч: 4,1 м |
| Непогашенное ускорение (по комфортности)  | V > 300 км/ч (h=80): 0,52 м/с <sup>2</sup><br>250 км/ч < V ≤ 300 км/ч (h=100): 0,65 м/с <sup>2</sup><br>230 км/ч < V ≤ 250 км/ч (h=130): 0,84 м/с <sup>2</sup><br>200 км/ч < V ≤ 230 км/ч (h=140): 0,91 м/с <sup>2</sup><br>160 км/ч < V ≤ 200 км/ч (h=150): 0,98 м/с <sup>2</sup><br>V < 160 км/ч (h=160): 1,04 м/с <sup>2</sup> | 0,4 м/с <sup>2</sup> (0,6 м/с <sup>2</sup> максимум)   |

**Все параметры по проекту Москва-Казань подлежат уточнению в процессе подготовки СТУ для проектирования, строительства и эксплуатации ВСМ**

# Проблемы, возникающие при организации высокоскоростного движения



- ✓ **Аэродинамика**
- ✓ **Механическое сопротивление пути**
- ✓ **Тяговые и тормозные мощности**
- ✓ **Токоъем при движении с высокой скоростью**
- ✓ **Управление движением и система безопасности**
- ✓ **Воздействие на окружающую среду**





# Конструкции верхнего строения пути при строительстве ВСМ Безбалластный путь

## Плиточная конструкция Rheda 2000 (Rail.One)



## Плиточная конструкции Bögl



## Конструкция ÖBB-PORR



- 1 – пять отверстий
- 2 – плита PORR
- 3 – эластичный слой
- 4 – уплотняющая мастика для заливки швов
- 5 – рельсовое основание
- 6 – рельс
- 7 – бетонное основание

### Преимущества безбалластного пути:

- ✓ Качество пути и обслуживания на высоких скоростях
- ✓ Высокое качество сборных компонентов плиты
- ✓ Высокий уровень механизации → быстрое строительство
- ✓ Дешевая эксплуатация, удобство ремонта и восстановления

## Преимущества использования железобетонных эстакад

1. Идеальная по ориентации, безопасная и без поворотов трасса
2. Отказ от отсыпки земляного полотна
3. Скоростная сборка конструкций
4. Прокладка кабелей и коммуникаций в самой конструкции
5. Уменьшение эксплуатационных затрат



# Перевод стрелок на высокоскоростных магистралях со смешанным движением

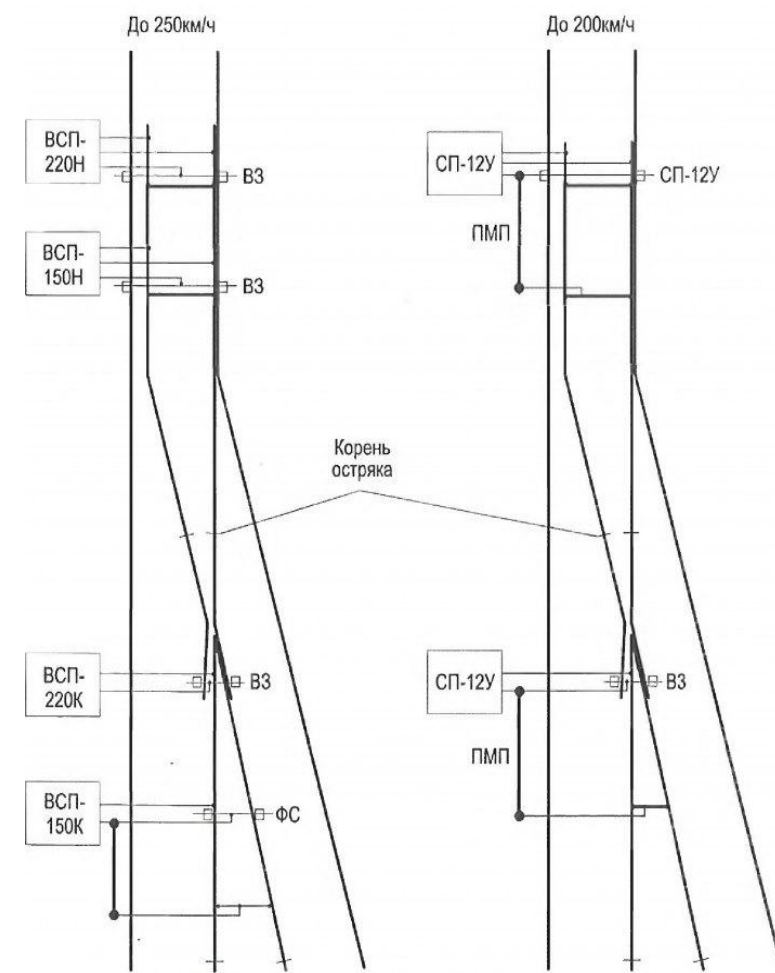


## Требования к стрелочному переводу для ВСМ:

- увеличение скоростей на боковой путь
- использование стрелочных переводов большого радиуса
- увеличение числа электроприводов (до 10)
- управление приводами для остряка и сердечника

ВЗ - внешний замыкатель типа ВЗ-7  
 ФС - фиксатор (замыкатель) сердечника крестовины  
 СП-12У и ВСП – электроприводы  
 Г1МП - продольный рычажный механизм перевода.

## Схемы стрелочных переводов, применяемые на участке Москва - Санкт-Петербург





## Клотоидные стрелки для высоких скоростей

- ✓ Улучшение **динамических параметров** при проходе стрелки
- ✓ Повышение **качества геометрии** верхнего строения пути
- ✓ **Удешевление** технического обслуживания и всего жизненного цикла
- ✓ Гомогенная **интеграция системы** перевода стрелки в верхнее строение пути
- ✓ Использование компонентов замыкателя и электропривода, **не требующих трудоемкого обслуживания и настройки** на посту централизации
- ✓ **Сокращение времени** монтажа и продолжительности «окон»



## Проектирование мостов для высокоскоростного движения



**Проблема: динамическое воздействие и вибрация мостов, вызванных высокими скоростями движущегося поезда**

- ✓ Эффект скорости
- ✓ Удары колёс на стыках железнодорожных рельсов
- ✓ Балочный эффект
- ✓ Фактор кинематического возбуждения
- ✓ Взаимодействие конструкций с воздушными потоками при сильном ветре



## Специальные решения для тоннелей для высокоскоростного движения

**Проблема: перепад давления при входе в тоннель и выходе из него или во время прохода встречного поезда (взвывообразная ударная волна)**

**Результаты анализа зарубежного опыта:**

1. Ограничение скорости движения
2. Короткие тоннели выполняются двухпутными, протяженные - в виде двух однопутных тоннелей
3. Требуется особое устройство систем вентиляции вагонов
4. Необходима ступенчатая конструкция обрамления порталов
5. Улучшение аэродинамики





A detailed historical 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 many windows and several tall chimneys, one of which is emitting a plume of smoke. In the foreground, a dirt road with a few figures and a horse-drawn carriage is visible. The background shows a large body of water with several sailing ships and other boats. The overall scene depicts a bustling industrial hub of the late 19th century.

**SIEMENS**

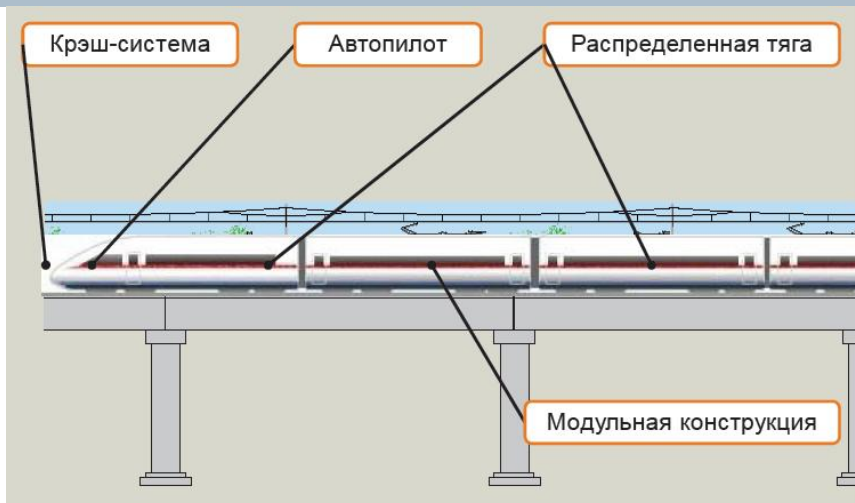
Акционерное Общество  
Русскихъ Электротехническихъ Заводовъ  
**СИМЕНСЪ и ГАЛЬСКЕ**

Цикл лекций - «Высокоскоростное железнодорожное движение»

# Организация энергоэффективного движения



## Основные особенности поездов для высокоскоростных магистралей



Совершенствование аэродинамики поезда с учетом опыта эксплуатации поездов Velaro D в Германии, России и Китае

Изменение конструкции крыши для снижения аэродинамического удара при входе в тоннели

Все подвагонное и крышевое оборудование закрыто фальшбортами для снижения сопротивления воздуху и повышения энергоэффективности поезда.

# Шаги для организации энергоэффективного движения



## ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ БАЗЫ:

Подвижной состав: Крефельд/В.Пышма

Тяговые подстанции: Воронеж, Дубна, Берлин

Контактная сеть: Людвигсхафен

Система управления: Брауншвайг, Берлин





# Комплексное решение «Сименс» для организации энергоэффективного движения для МК МЖД



Подвижной состав:  
DESIRO RUS  
(«Ласточка»)



СЦБ – Автоматика:  
Trainguard  
(Энергооптимальный график движения поездов)

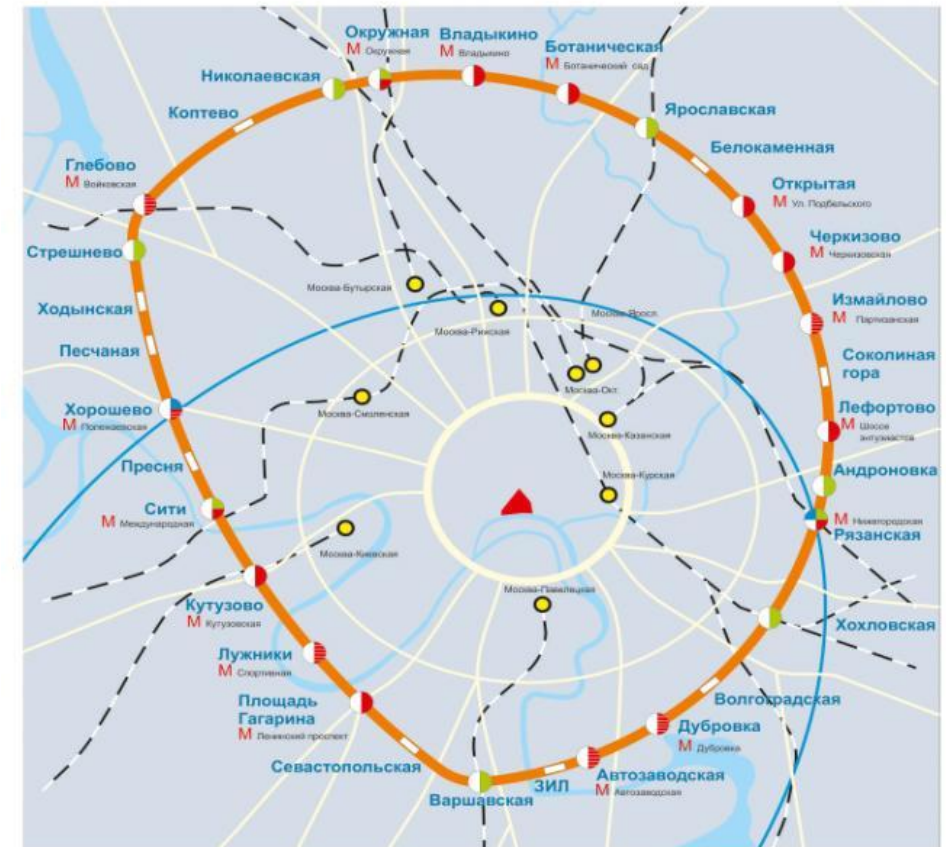


Электрификация:

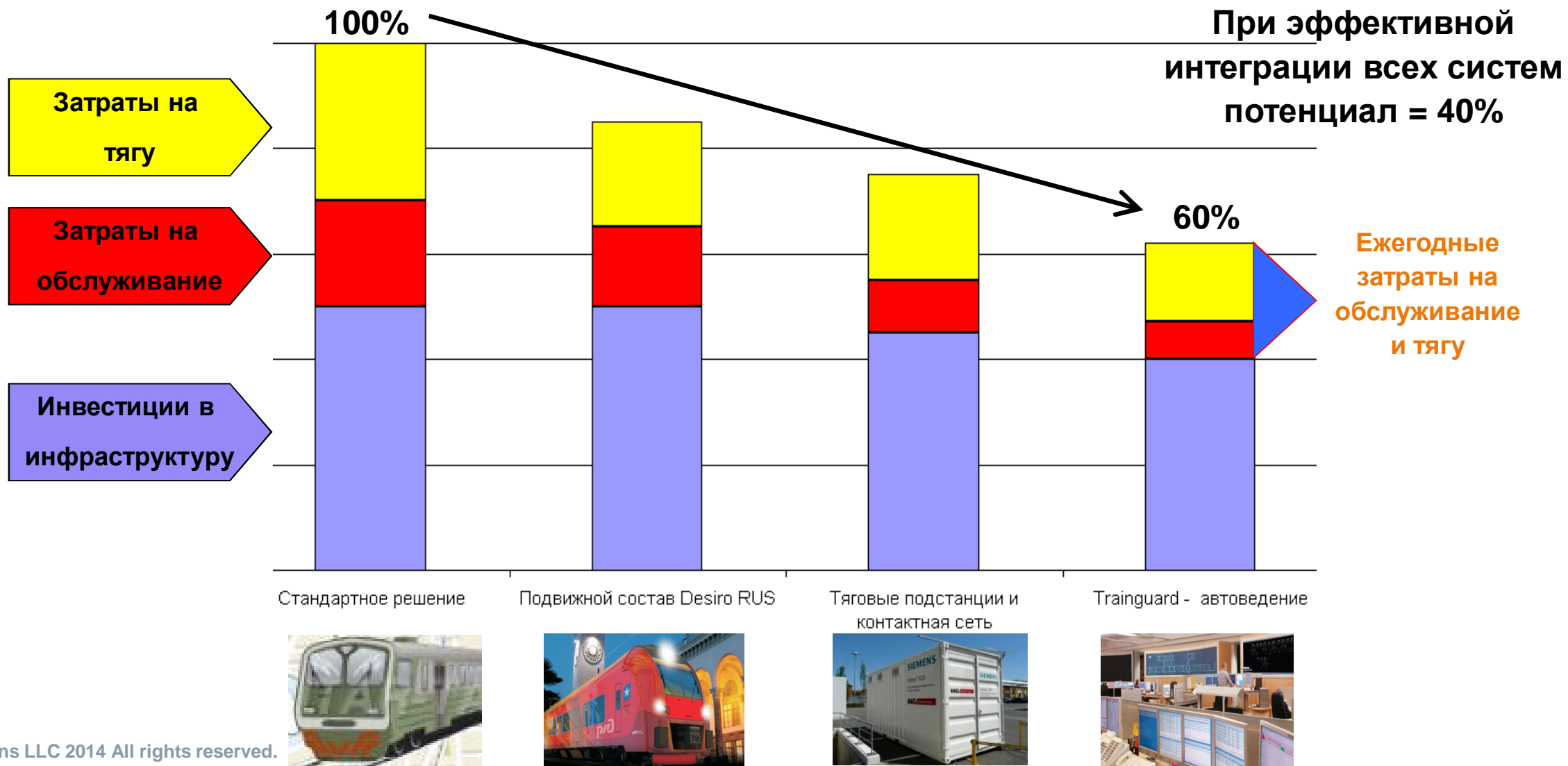
- ❑ Компактная контактная сеть;
- ❑ Необслуживаемые подстанции.



Умный вокзал:  
Инфраструктура и диспетчеризация



# Оценка ресурсосбережения и энергоэффективности в комплексном решении «Сименс» (МК МЖД)





A detailed historical illustration of a large industrial factory complex, likely the Siemens works in St. Petersburg, Russia. The scene is viewed from an elevated perspective, showing numerous multi-story brick buildings with gabled roofs and numerous windows. A prominent tall chimney stack on the left side of the complex is emitting a plume of smoke. In the background, a wide river or harbor is visible, with several large sailing ships and smaller boats. The overall style is that of a 19th-century engraving or woodcut.

**SIEMENS**

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

Цикл лекцій - «Высокоскоростное железнодорожное движение»

# Система электрификации и особенности ее проектирования



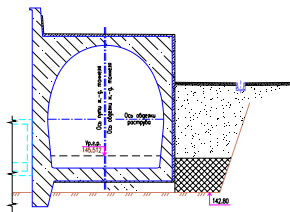
# Sicat – инновационные решения для контактных сетей

Sicat = **Siemens Catenary System**

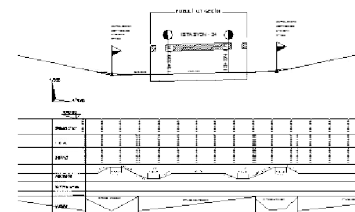


# Sicat Master – специальное ПО для разработки системы контактной сети

CAD (чертежи)

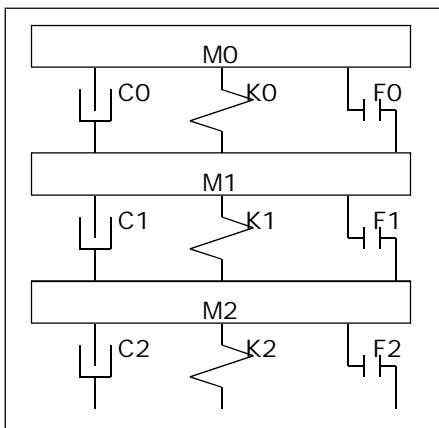


План пути



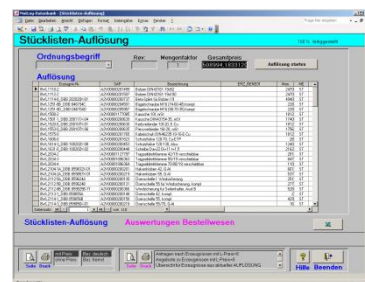
Excel (таблицы)

| Track   | from Mast | Termination CW MW | to Mast | Termination CW MW | Fixpoint MW | Fixpoint MW | Length CW MW | Material/Cross-section CW MW | Category | type      | Remark    |
|---------|-----------|-------------------|---------|-------------------|-------------|-------------|--------------|------------------------------|----------|-----------|-----------|
| S01West | 228-07    | M                 | M       | 229-15            | M           | 228-27      | 129.9        | 1261.5                       | RM 120   | Bz II 120 | SICAT HAC |
| S02East | 228-08    | M                 | M       | 229-16            | M           | 228-28      | 129.9        | 1261.5                       | RM 120   | Bz II 120 | SICAT HAC |
| S01West | 229-09    | M                 | M       | 230-16            | M           | 229-29      | 129.2        | 1205.0                       | RM 120   | Bz II 120 | SICAT HAC |
| S02East | 229-10    | M                 | M       | 230-16            | M           | 229-30      | 129.2        | 1205.0                       | RM 120   | Bz II 120 | SICAT HAC |
| S01West | 230-09    | F                 | F       | 230-33            | M           | -           | 706.0        | 706.0                        | RM 120   | Bz II 120 | SICAT HAC |
| S02East | 230-10    | F                 | F       | 230-34            | M           | -           | 706.0        | 706.0                        | RM 120   | Bz II 120 | SICAT HAC |
| S01West | 230-23    | M                 | M       | 231-21            | M           | 231-03      | 116.2        | 846.0                        | RM 120   | Bz II 120 | SICAT HAC |
| S02East | 230-24    | M                 | M       | 231-22            | M           | 231-04      | 116.2        | 846.0                        | RM 120   | Bz II 120 | SICAT HAC |
| S01West | 231-11    | M                 | M       | 232-19            | M           | 231-33      | 126.6        | 1280.0                       | RM 120   | Bz II 120 | SICAT HAC |
| S02East | 231-12    | M                 | M       | 232-20            | M           | 231-34      | 126.6        | 1280.0                       | RM 120   | Bz II 120 | SICAT HAC |
| S01West | 232-13    | F                 | F       | 233-03            | M           | -           | 696.5        | 696.5                        | RM 120   | Bz II 120 | SICAT HAC |
| S02East | 232-14    | M                 | M       | 233-10            | M           | 232-26      | 115.1        | 691.0                        | RM 120   | Bz II 120 | SICAT HAC |
| S01West | 232-25    | M                 | M       | 234-05            | M           | 233-19      | 112.0        | 532.0                        | RM 120   | Bz II 120 | SICAT HAC |
| F1      | 232-26    | M                 | M       | 233-09            | F           | -           | 440.0        | 440.0                        | RM 120   | Bz II 120 | SICAT HAC |
| S02East | 233-04    | F                 | F       | 233-28            | M           | -           | 639.5        | 639.5                        | RM 120   | Bz II 120 | SICAT HAC |
| S02East | 233-18    | F                 | M       | 234-28            | M           | 234-08      | 120.3        | 1204.0                       | RM 120   | Bz II 120 | SICAT HAC |
| F2      | 233-21    | M                 | M       | 234-02            | F           | -           | 436.0        | 436.0                        | RM 120   | Bz II 120 | SICAT HAC |
| S01West | 233-31    | F                 | F       | 234-21            | M           | -           | 696.0        | 696.0                        | RM 120   | Bz II 120 | SICAT HAC |
| S01West | 234-15A   | M                 | M       | 235-11            | M           | 234-29      | 130.7        | 972.0                        | RM 120   | Bz II 120 | SICAT HAC |
| S02East | 234-16    | M                 | M       | 235-16            | M           | 235-02      | 130.2        | 962.5                        | RM 120   | Bz II 120 | SICAT HAC |
| S01West | 235-05    | M                 | M       | 236-17            | M           | 235-25      | 130.2        | 1303.5                       | RM 120   | Bz II 120 | SICAT HAC |
| S02East | 235-10    | M                 | M       | 236-18            | M           | 235-26      | 125.2        | 1204.0                       | RM 120   | Bz II 120 | SICAT HAC |

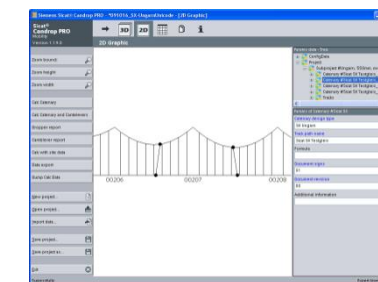


Sicat Master

Sicat Dynamic

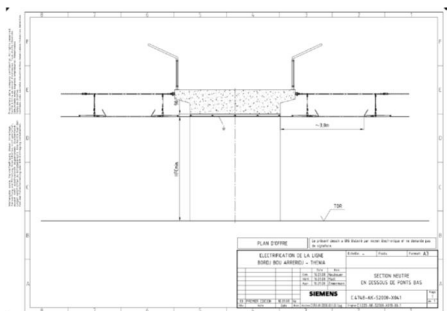
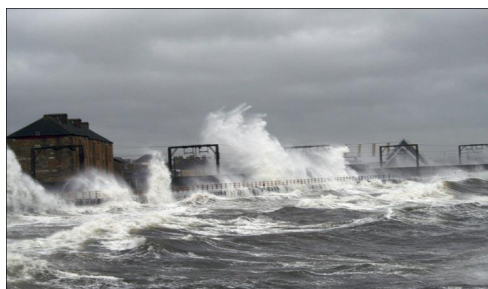


Matlog



Candrop

# Разработка плана контактной сети



Искусственные сооружения

Путь

Климатические условия

Параметры контактной сети

Строительные чертежи



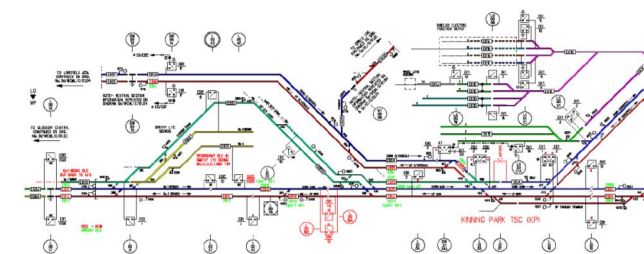
Схема питания и секционирования

Заземление

Подвижной состав

Топография

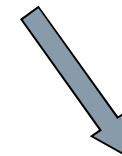
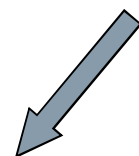
Расположение подстанций





# Типы тяговых подстанций

## Тяговые подстанции



### Переменный ток

60 Гц

25 кВ

50 Гц

10 кВ  
20 кВ  
**27,5 кВ**  
**2x25 кВ**  
94 кВ

25 Гц

12 кВ

16,7 Гц

15 кВ

### Постоянный ток

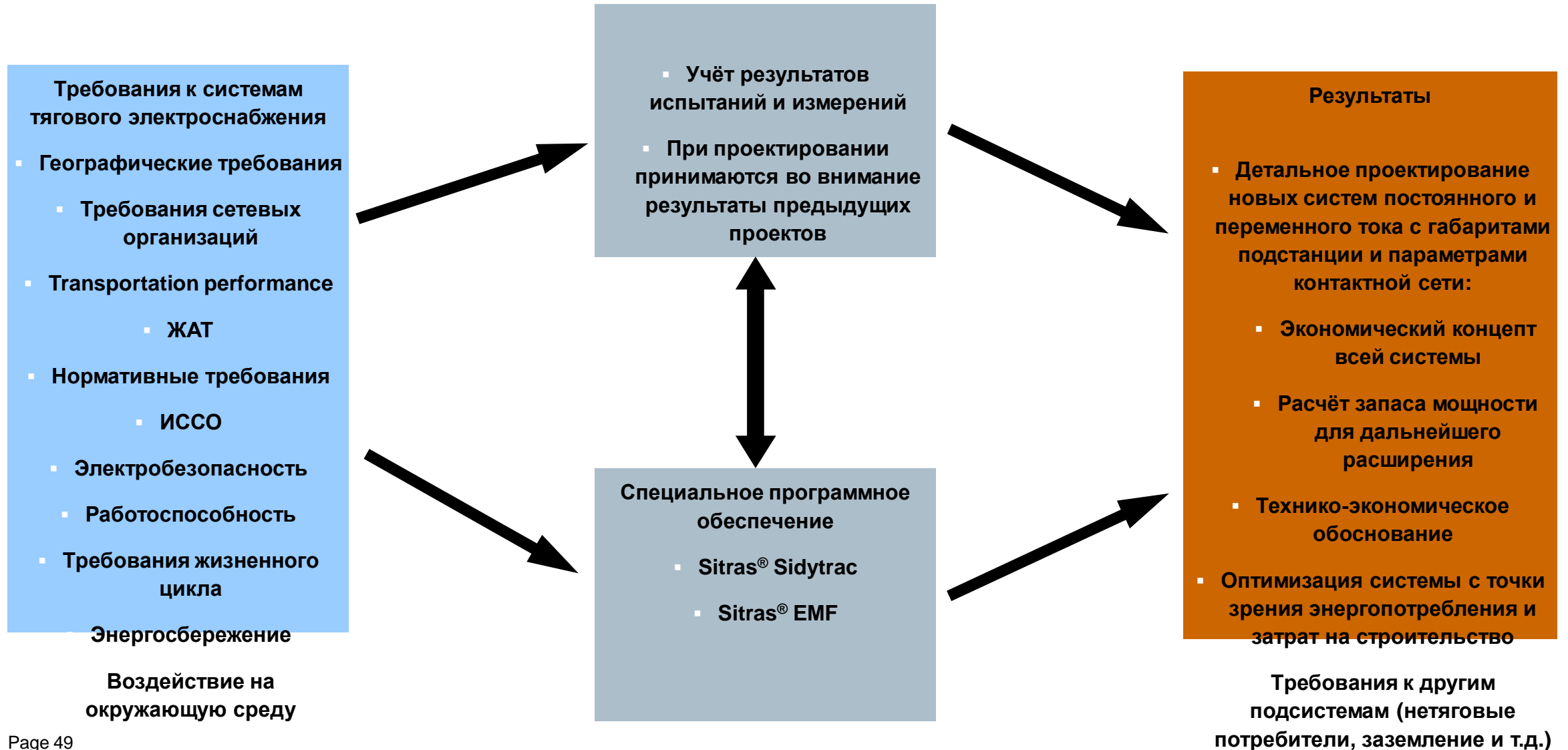
Городской транспорт

600 В  
750 В  
825 В  
1500 В

Магистральные линии

**3,3 кВ**

# Системное проектирование тяговых подстанций





SIEMENS

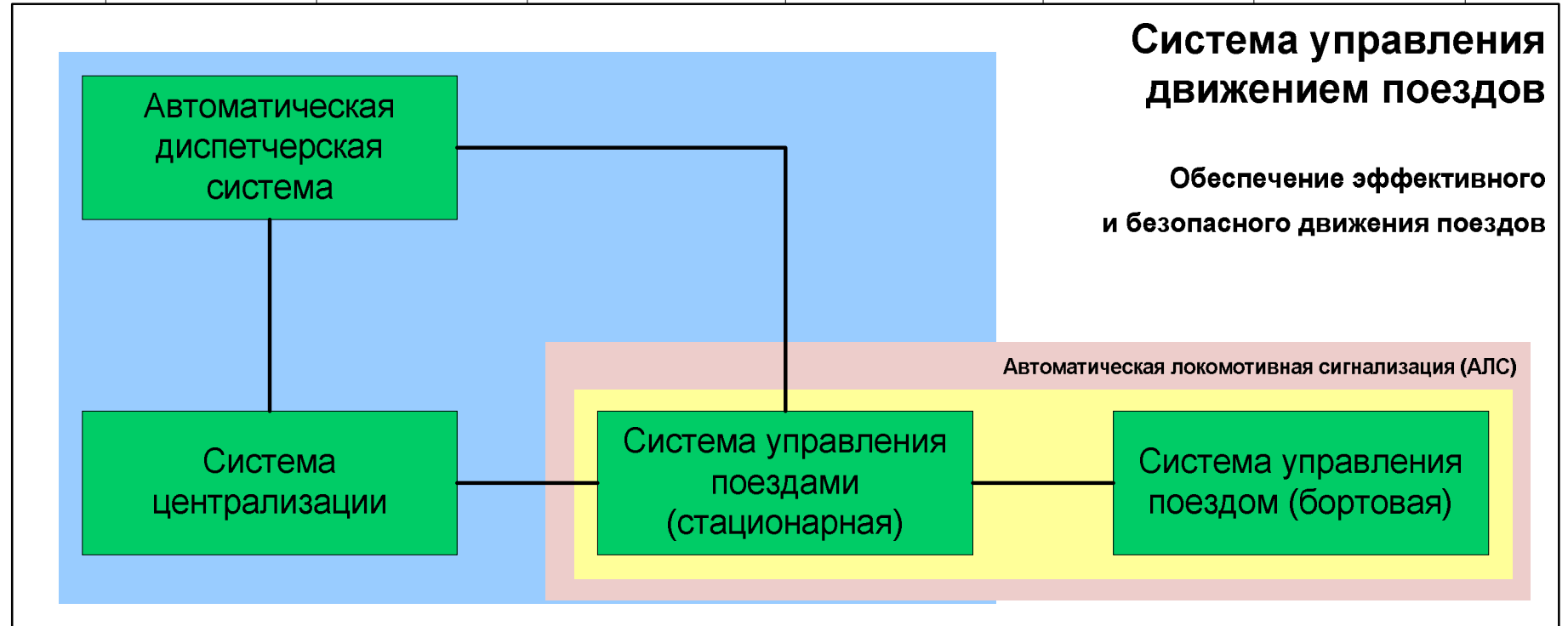
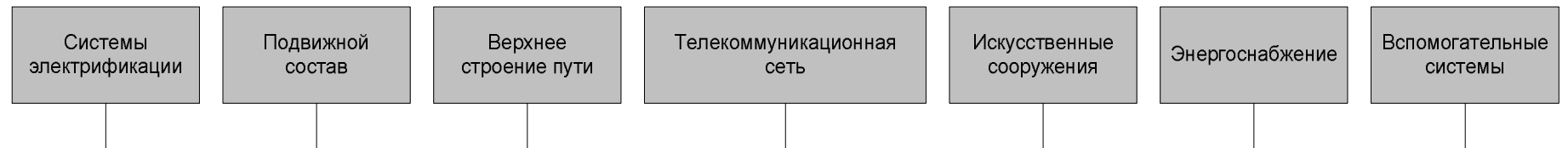
Акционерное Общество  
Русскихъ Электротехническихъ Заводовъ  
СИМЕНСЪ и ГАЛЬСКЕ

Цикл лекций - «Высокоскоростное железнодорожное движение»

# Проектирование систем управления движением и безопасности

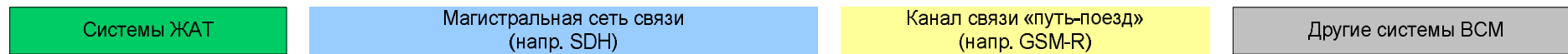


# Системы железнодорожной автоматики и управления движением поездов в контексте высокоскоростного движения



## Система управления движением поездов

Обеспечение эффективного и безопасного движения поездов



# 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 остряков
- силы, воздействующие на подвижные части

**Высокоскоростной подвижного 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)

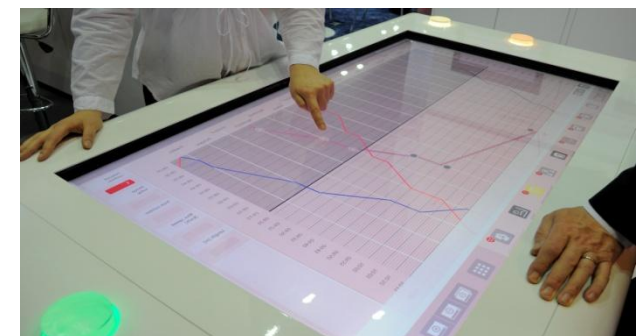
Человеческий фактор

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





# Особенности проектирования систем ЖАТ для ВСМ

Реализация системы напрямую зависит от планируемой организации 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

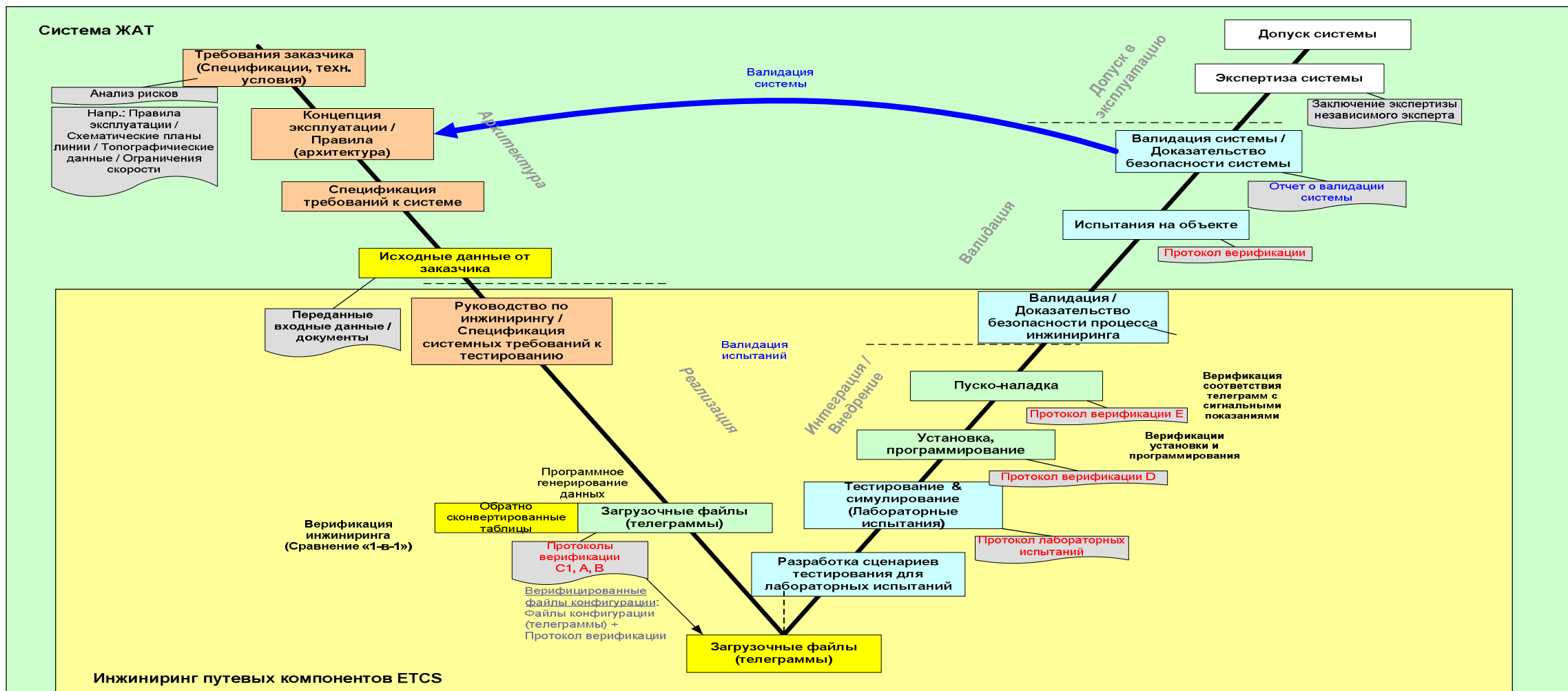
- **EN 50126** Требования и доказательство надёжности, готовности, ремонтпригодности и безопасности (RAMS) железнодорожных систем.
- **EN 50128** Программное обеспечение для систем управления и контроля движения на железных дорогах.
- **EN 50129** Электронные системы сигнализации обеспечивающие безопасность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





# АЛС 400 – система управления движением для высокоскоростных магистралей в России

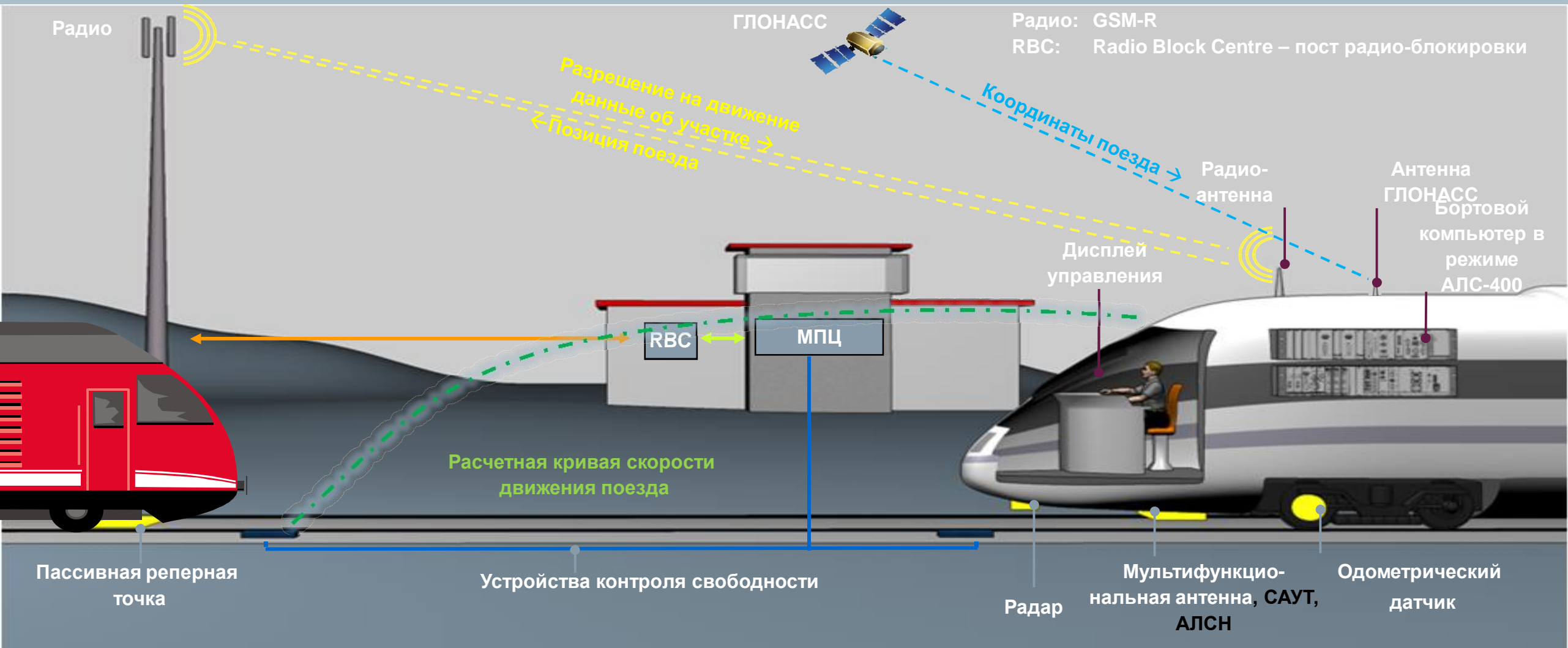
## Технология и стандарты ERTMS, адаптированные для Российских условий эксплуатации

- 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







SIEMENS

Акционерное Общество  
Русскихъ Электротехническихъ Заводовъ  
СИМЕНСЪ и ГАЛЬСКЕ

Цикл лекций - «Высокоскоростное железнодорожное движение»

# Российский опыт строительства ж.д. инфраструктуры



# Организация высокоскоростного пассажирского движения на участке Москва - Санкт-Петербург

**Первый в России опыт по реконструкции путей для высокоскоростных поездов**

**2006 год -** ОАО «РЖД» реализует инвестиционный проект «Организация высокоскоростного пассажирского движения на участке Москва - Санкт-Петербург».

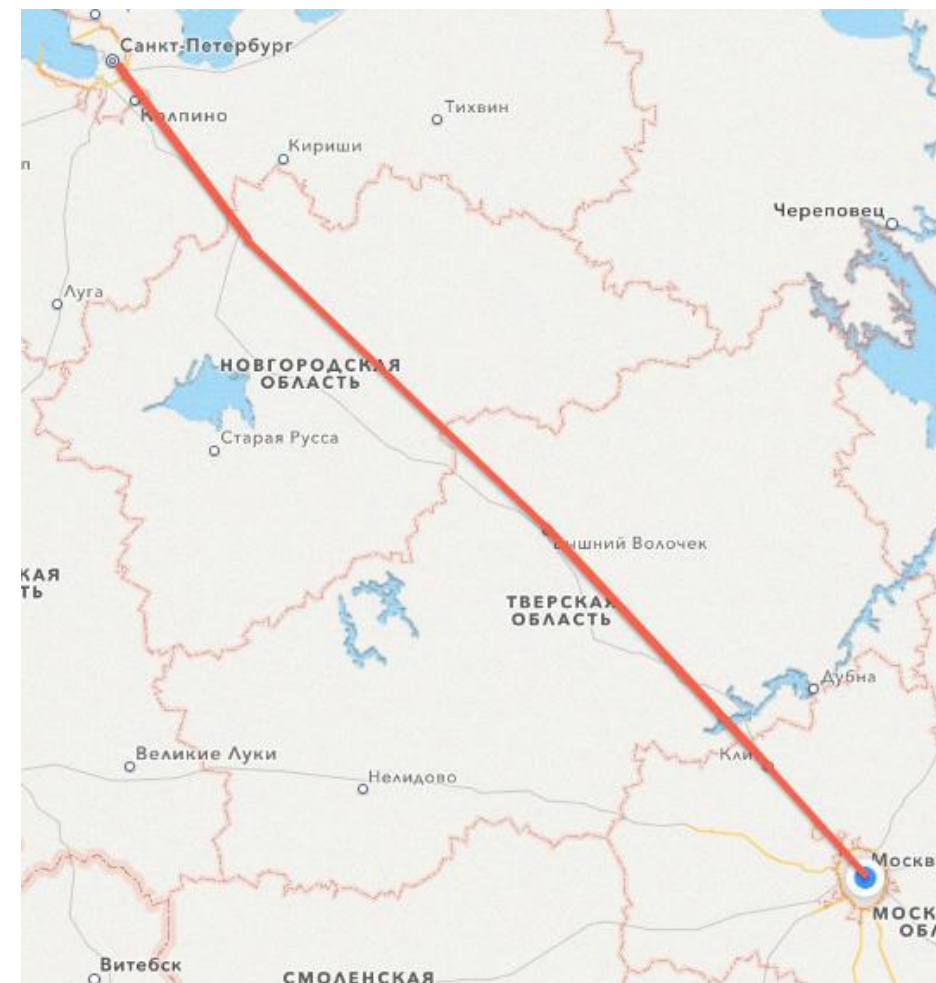
**Стоимость модернизации инфраструктуры – 5 млрд. рублей**

**Усиление инфраструктуры:** в течение 3-ех лет

**Протяженность участка:** 800 км

**Количество поездов:** 8

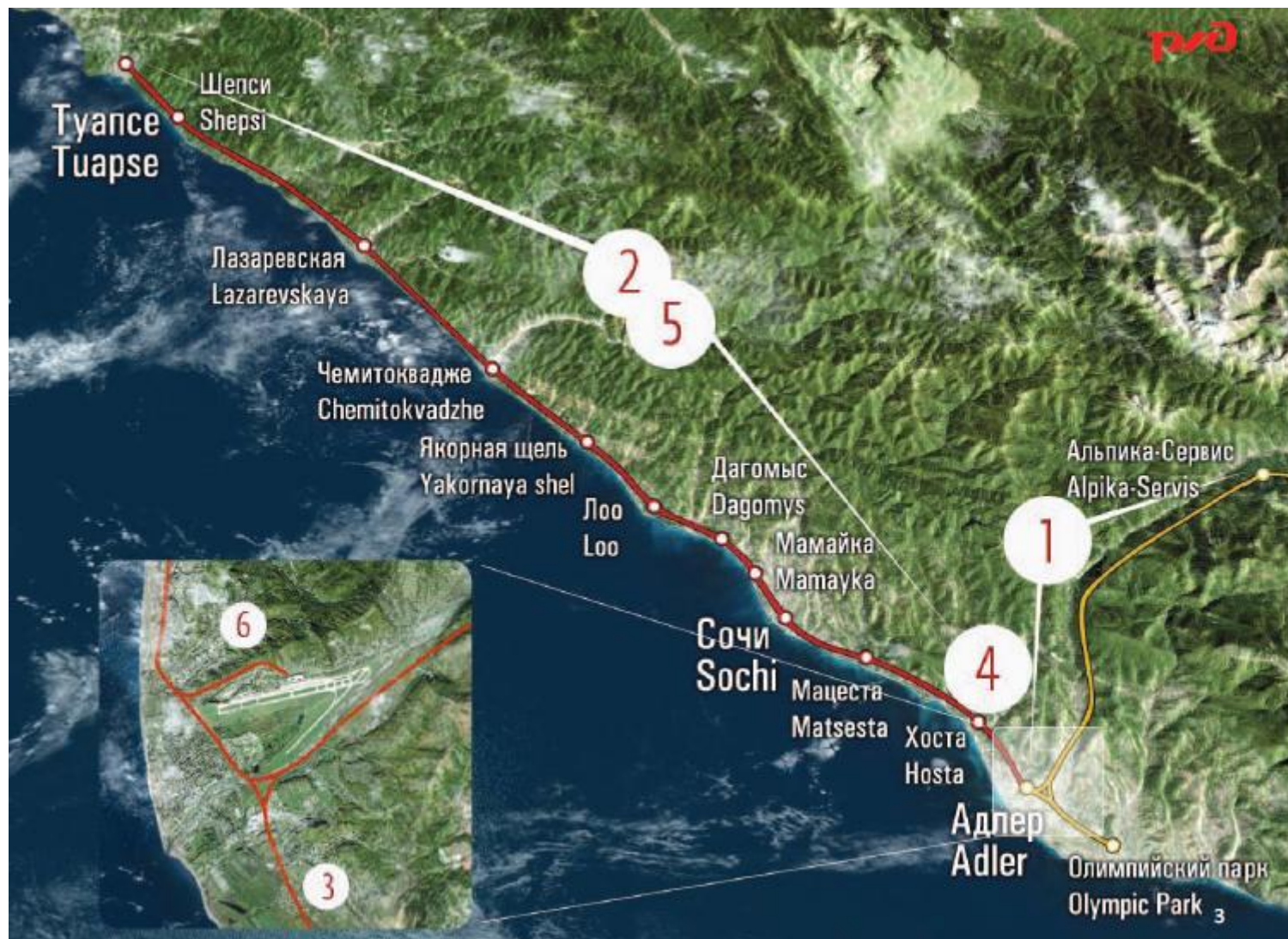
**Эксплуатация:** с 2009 г.





## Развитие инфраструктуры при подготовке к Олимпийским играм 2014 года – проекты РЖД

1. Совмещённая (автомобильная и железная) дорога Адлер — горноклиматический курорт «Альпика-Сервис»
2. Усиление инфраструктуры ж.д. линии Туапсе — Адлер
3. Железнодорожные грузовые дворы в Имеретинской низине
4. Санаторий "Мыс Видный" в Хосте
5. Пассажи́рские терминалы станций Дагомыс, Сочи, Мацеста и Хоста
6. Ж.д. ветка от Адлера до аэропорта Сочи





## Проект строительства железной дороги Адлер – Альпика-Сервис (Красная Поляна)



- Совмещенная автомобильная и железная дорога протяженностью 50 км
- Заказчик строительства - **ОАО «РЖД»**
- Строительство **6 тоннелей** общей протяженностью 10 км и более **12 мостов**

➤ Пропускная способность – **6 пар** поездов в час со скоростью **до 160 км/ч** производства Сименс.

➤ Впервые в России тоннели строятся **щитовым способом**, первый **вантовый мост** на юге России

➤ Время в пути из Адлера до Красной Поляны - **25-30 минут**







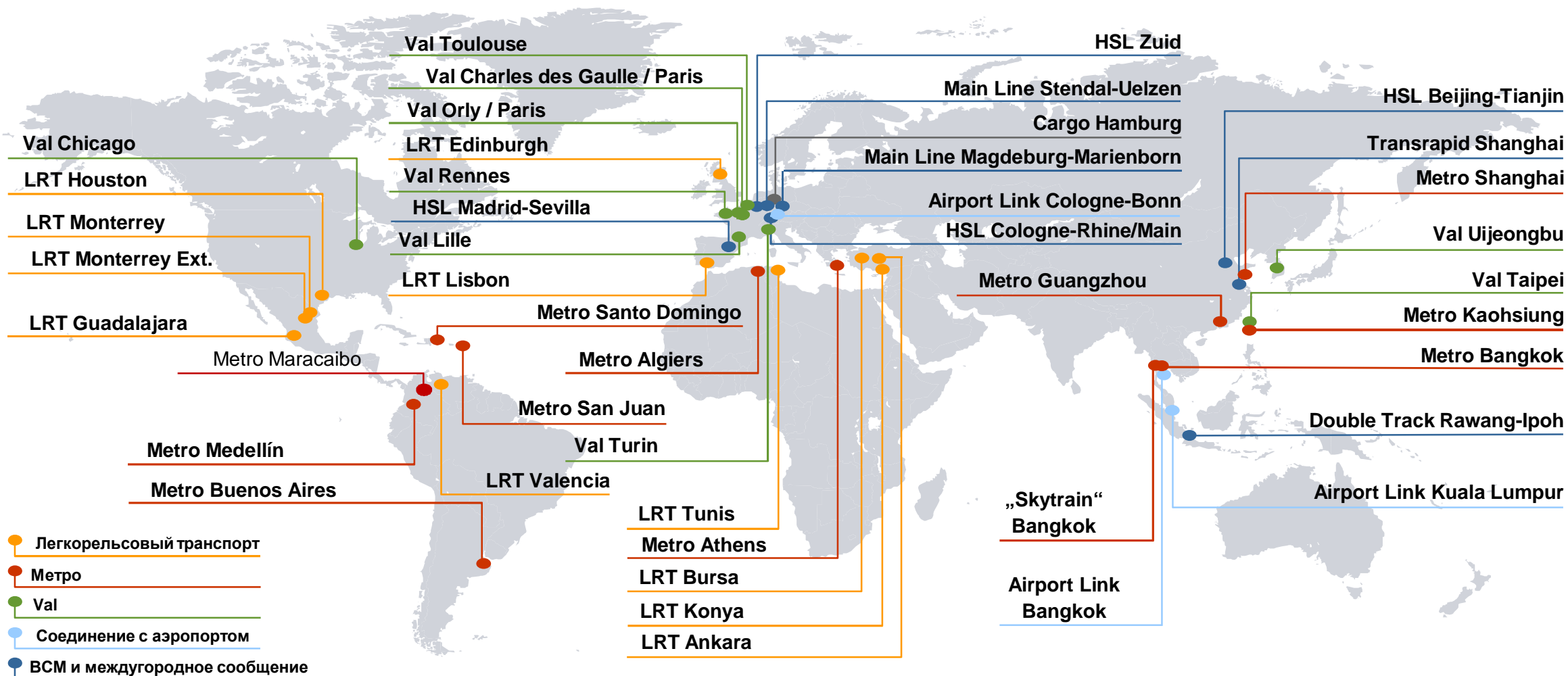
SIEMENS

Акционерное Общество  
Русскихъ Электротехническихъ Заводовъ  
СИМЕНСЪ и ГАЛЬСКЕ

Цикл лекций - «Высокоскоростное железнодорожное движение»

# Международные инфраструктурные проекты «Сименс»

# Инфраструктурные железнодорожные проекты ООО «Сименс»





## Высокоскоростная линия Кельн – Рейн / Майн (Германия)



### Список поставок и услуг Siemens

- Лидер консорциума технологической группы по оборудованию и координатор третьих сторон
- Проектный менеджмент
- Система централизации
- Контактная сеть
- Телекоммуникации и система удаленного мониторинга
- Реализация систем безопасности в тоннеле

**Длина трассы:** 169.3 км

**Реализация:** 1996 – 2002 гг., дата завершения -31 июля 2002 г.

**Максимальная скорость:** 300 км/ч на протяжении 140 км

**Сокращение времени в пути:** 60 минут

**Интенсивность движения:** 8 поездов в час в одном направлении

**Интервал движения:** с 15 сентября 2002 – ежечасно,  
с 2003 г. – 58 поездов в день в 1 направлении

**Тип поезда:** ICE 3

**Число станций:** 3

**Тоннелей:** 28

**Мостов:** 18

**Безбалластный путь**

**Предельный уклон:** до 4 %

**Кривая малого радиуса:** 3.350 м





## Высокоскоростная линия „HSL Zuid“ (Нидерланды)



**Длина трассы:** 98 км

**Реализация:** 2001 – 2006 гг. (+25 лет период эксплуатации)

**Максимальная скорость:** 300 км/ч

**Время в пути:** поезда дальнего следования (300 км/ч): 21 мин;  
региональные поезда (220 км/ч): 28 мин.

**Интенсивность движения:** 20 поездов в час в одном направлении

**Минимальный интервал:** 3 мин

**Количество мостов:** 3 главных моста / виадука (8.4 км)

**Наименьший радиус кривой:** 4.000 м

**Предельный уклон:** 2.50 %

### Список поставок и услуг Siemens

Проектирование, поставка, монтаж, интеграция и пуско-наладочные работы

- ✓ Телекоммуникация
- ✓ Контактная сеть и тяговое энергоснабжение
- ✓ Сигнальное оборудование
- ✓ ETCS
- ✓ Вспомогательное оборудование
- ✓ Проектный менеджмент
- ✓ 25 лет тех обслуживания всей E & M инфраструктуры

© Siemens LLC 2014 All rights reserved.



## Высокоскоростная линия Мадрид-Барселона (Испания)



### — Высокоскоростная линия Мадрид – Барселона

#### Характеристики:

- Расстояние 650 км.;
- Время в пути – менее 2,5 часов
- В эксплуатации - Velaro E (AVE S103)

#### Особенности:

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

### — Продление участка до границы с Францией

### — Остальные скоростные линии

## Высокоскоростная линия Пекин – Тяньцзинь (Китай)



### Первая высокоскоростная линия в Китае

Длина трассы: 116 км

Реализация: 27 мес, дата завершения -1 августа 2008 г.

Максимальная скорость: 350 км/ч

Время в пути: 30 мин.

Интенсивность движения: 20 поездов в час в одном направлении

Интервал движения: 3 мин

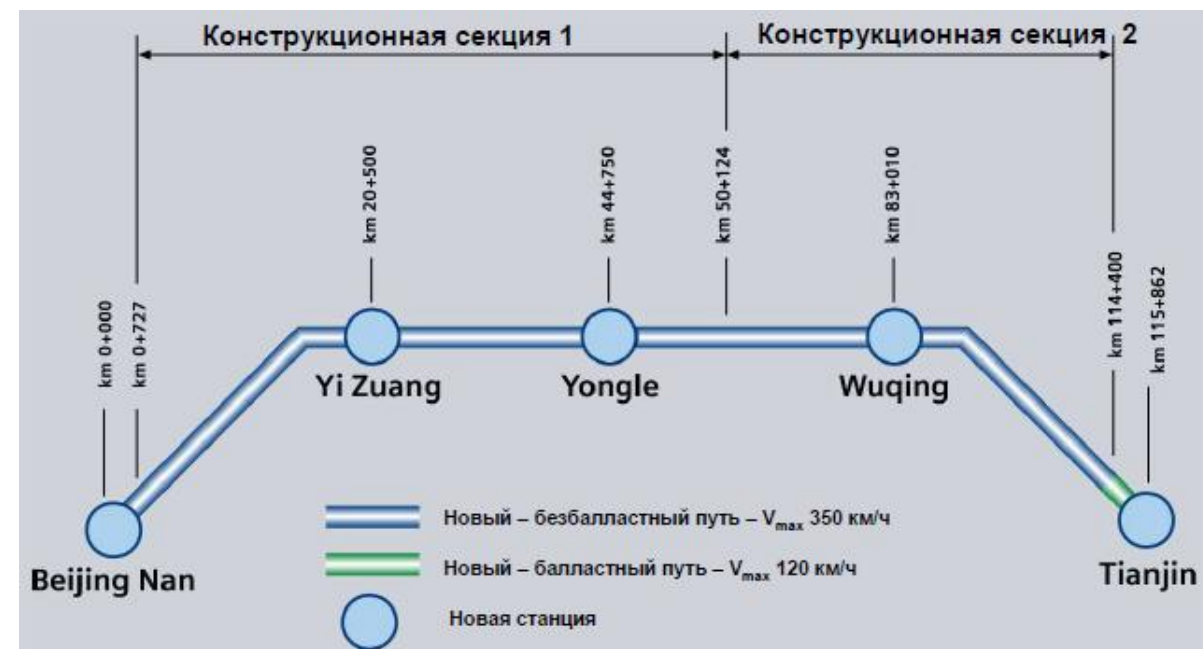
Безбалластный путь: 99.8 км

Тип поезда: CRH-3 & CRH-2

Число станций: 5

### Список поставок и услуг Siemens

- Проектный менеджмент
- Системная интеграция
- Система сигнализации
- Телекоммуникация
- Контактная сеть
- Тяговые подстанции







SIEMENS

Акционерное Общество  
Русскихъ Электротехническихъ Заводовъ  
СИМЕНСЪ и ГАЛЬСКЕ

Цикл лекций - «Высокоскоростное железнодорожное движение»

# Перспективные проекты

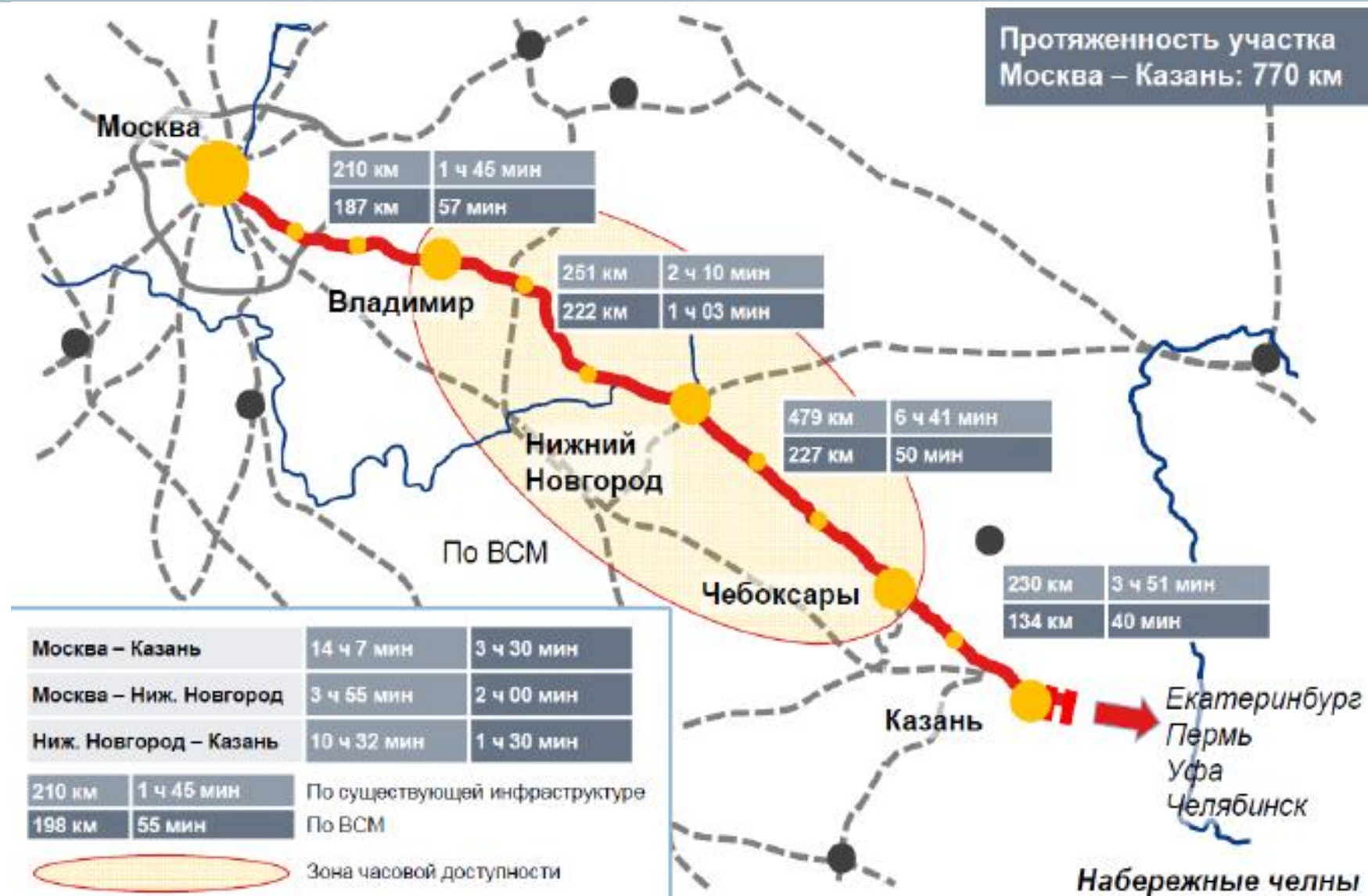


# Строительство ВСМ «Москва – Казань»

Заказчик: ОАО «РЖД»  
(Скоростные магистрали)

Основные этапы:

- проектирование в 2014 г.,
- инвестиционное обоснование проекта – март 2014 г.,
- начало строительства в 2015 г.,
- эксплуатация с 2018 г.



## Технические характеристики проекта

- Максимальная скорость: до 400 км/час
- Ширина колеи: 1520 мм
- Максимальный предельный уклон: 24 ‰, в трудных условиях с ТЭО и согласованием с Заказчиком до 36 ‰
- Количество раздельных пунктов, шт., в т.ч.: 33
- Система СЦБ: АЛСН и АЛС-ЕН
- Связь: двухкабельная волоконнооптическая магистраль



- Номинальная высота контактного провода относительно уровня головки рельса: 5900 мм
- Расстояние между осями главных путей на прямых участках определить в зависимости от скорости движения поездов:
  - $V > 350$  км/ч: 4,8 м
  - $300$  км/ч  $< V \leq 350$  км/ч: 4,5 м
  - $250$  км/ч  $< V \leq 300$  км/ч: 4,3 м
  - $V < 250$  км/ч: 4,1 м
- Система тягового электроснабжения: 2 x 25 кВ, 50 Гц, на вводах в Москву 3 кВ
- Количество главных путей: 2
- Потребный парк высокоскоростного подвижного состава: 29 шт.



## Основные объемы работ по строительству искусственных сооружений

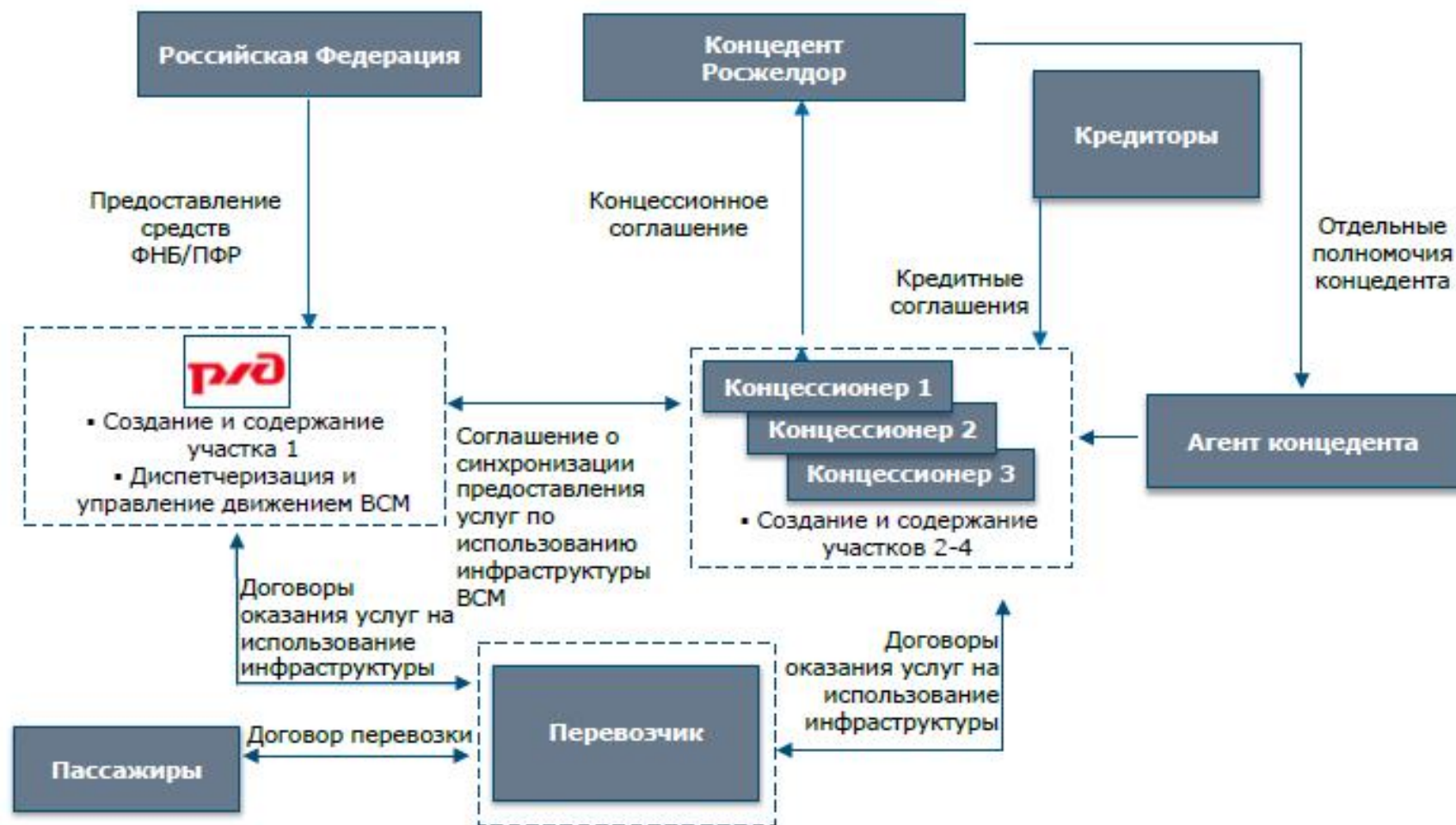


| Тип сооружения              | Кол., шт. | Длина сооружений, м | Сборный железобетон, м <sup>3</sup> | Монолитный железобетон, м <sup>3</sup> | Металл, т |
|-----------------------------|-----------|---------------------|-------------------------------------|--|-----------|
| Большие мосты               | 53        | 31967               | 35465                               | 214430                                 | 30340     |
| Средние мосты               | 78        | 5246                | 100620                              | 361710                                 | 42750     |
| Эстакады                    | 49        | 77098               | 29410                               | 2728160                                | 201518    |
| Железнодорожные путепроводы | 33        | 3453                | 40248                               | 144684                                 | 16150     |
| Автомобильные путепроводы   | 128       | 23195               | 141986                              | 510413                                 | 60325     |
| Водопускные трубы           | 454       | 14528 *             | 34504                               | 32234                                  | 3178      |
| Итого                       | 795       | 117764 **           | 382233                              | 3991631                                | 354261    |

## Структура проекта и распределение ответственности



# Организационно-правовая структура проекта





# Предложение Сименс по реализации проекта ВСМ Москва - Казань

|   |                            |
|---|----------------------------|
| Обеспечение подвижного состава для ВСМ                            | Оператор                   |
| Система управления движением поездов                              | Оператор                   |
| Железнодорожная связь и коммуникации                              | Оператор                   |
| Тяговые подстанции и контактные сети                              | Концессионер               |
| Решения по сигнализации для ВСМ                                   | Оператор                   |
| Мировой опыт реализации инфраструктурных железнодорожных проектов | Оператор /<br>Концессионер |
| Строительство пути  | Концессионер               |
| Строительство искусственных сооружений                            | Концессионер               |



# Немецкая инициатива для ВСМ в России



SIEMENS

## ВСМ В Германии

- DB AG  
совместно с
- DB International
- DB ProjektBau

## Планирование

- Vössing
- ETC
- SchüsslerPlan
- Dornier

## Строительные работы

- Rail.One
- Strabag
- Porr

## Оборудование

- Siemens
- Vossloh
- Kapsch

## Финансирование

- Deutsche Bank
- SFS



SIEMENS



DORNIER  
CONSULTING



Deutsche Bank



Schüßler-Plan

vossloh

RAIL.ONE

STRABAG

kapsch >>>

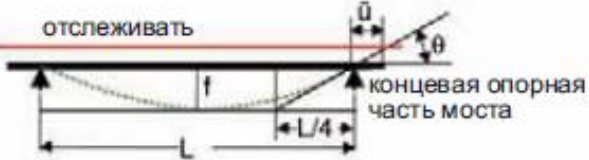


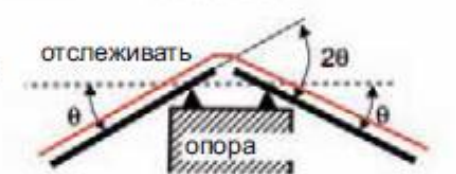
# Ваши вопросы?



# Back up

## Нагрузки на железнодорожный путь в конце моста

### Принципиальная схема движений в конце моста

- A) Мост как однопролётная балка  
 $L$  = пролёт между опорами мостовой фермы  
 $f$  = провисание при движении  
 $\bar{u}$  = выступ мостовой фермы над концевой опорой моста  
 $\theta$  = угол поворота в конце моста  
 $\delta_v$  = вертикальное смещение пути в конце моста  
 ... линия деформации под действием тяжести транспортного средства
- 
- B) переход с конца моста к опоре деформация пролетного строения моста под нагрузкой в результате транспортного движения
- 
- C) переход между двух пролетных строений, Деформация только одного пролетного строения в результате нагрузки за счет транспортного движения
- 
- D) переход между двух пролетных строений моста, деформация обоих пролетных строений моста в результате нагрузки за счет транспортного движения
- 

**Проблема:** железнодорожный безбалластный путь образует с несущей конструкцией моста единую систему. Деформации и сдвиги несущей конструкции моста передаются на железнодорожный путь и должны обязательно учитываться при проектировании.

Особенно это касается конца моста, где в месте зазоров между пролетным строением и устоями или между двумя пролетными строениями возникают вследствие деформаций верхнего строения вертикальные скручивания и сдвиги, которые могут привести к перегрузкам на скреплении рельсов и к нарушению расположения рельсового пути.

**Решение:** Переходная плита

- играет роль небольшого моста железобетонной или стальной конструкции, держит железнодорожный путь в зоне швов в конце моста
- обеспечивает плавный переход перемещений (предотвращает нанесение вреда этими перемещениями ж.д. пути)
- снижение предельных нагрузок на железнодорожный путь