

«Высокоскоростное железнодорожное движение»

Цикл лекций президента «Сименс» в России Дитриха Мёллера

Московский Государственный Университет Путей Сообщения (МИИТ)/10-04-2015

Содержание цикла лекций



- 26.11.14 - Общий обзор высокоскоростного движения, история развития и международные проекты (Испания, Китай, Россия);
- 19.12.14 - Высокоскоростные поезда в Германии;
- 20.02.15 – Системы железнодорожной автоматизации и связи;
- **10.04.15 - Электрификация и электроснабжение высокоскоростных магистралей (ВСМ);**
- 24.04.15 - Управление и финансирование проектов высокоскоростных магистралей и поездов, проект-менеджмент и социально-экономические аспекты.

Содержание лекции

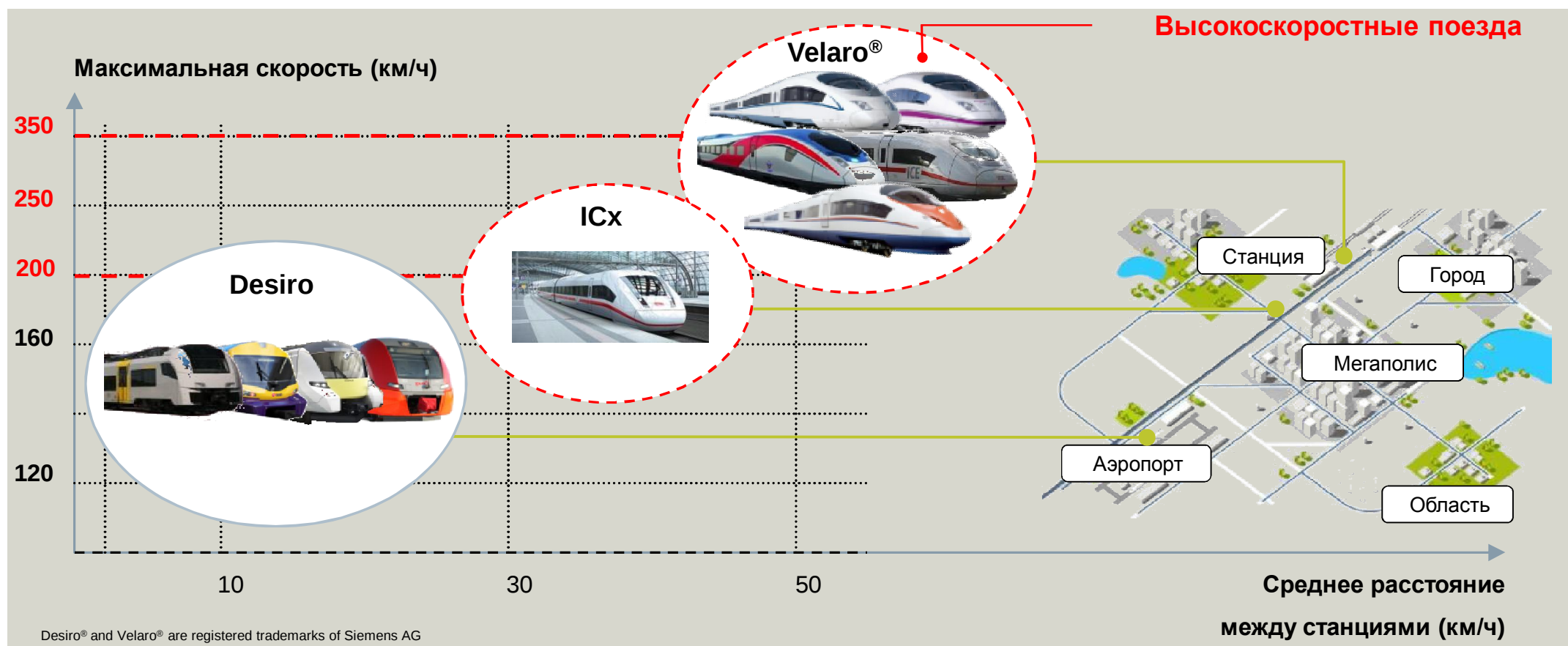


- Краткое содержание предыдущих лекций;
- Введение;
- Sicat HA – этапы реализации контактной сети ВСМ;
- Специальные решения для контактной сети Sicat HA;
- Тяговые подстанции 27,5 кВ и 2x25 кВ – основные решения для электроснабжения ВСМ;
- Специальные решения для тяговых подстанций ВСМ;
- Примеры реализованных объектов;
- Совершенствование систем тягового электроснабжения. Система 94 кВ – новое решение в электроснабжении;
- Пример реализованного объекта. ВСМ Zuid, Голландия;
- Предложения для проекта ВСМ Москва-Казань
- Заключение.

Краткое содержание предыдущих лекций

Цикл лекций – «Высокоскоростное железнодорожное движение»

Определение высокоскоростного поезда



Этапы развития высокоскоростного железнодорожного транспорта

SIEMENS



Высокоскоростные железные дороги Германии



ICE 1



ICE 2



ICE 3



ICE T(TD)



Velaro D

Мировой опыт «Сименс» в проектах высокоскоростных поездов

SIEMENS

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

ICE T / ICT 2 / ICE TD, с
1991г.

11 x 5-car EMU

60 x 7-car EMU

20 x 4-car DMU



ICE 3 + option
67 x 8-car EMU



Velaro D, 2014
16 x 8-car EMU



Германия
284 EMU
20 DMU
(Голландия,
Бельгия,
Швейцария)

Россия, 2006

Velaro RUS
16 x 10-car EMU



Китай, 2005

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



Турция 2013

Velaro Turkey
7 x 8-car EMU



Англия 2013

Velaro e320
10 x 16-car EMU



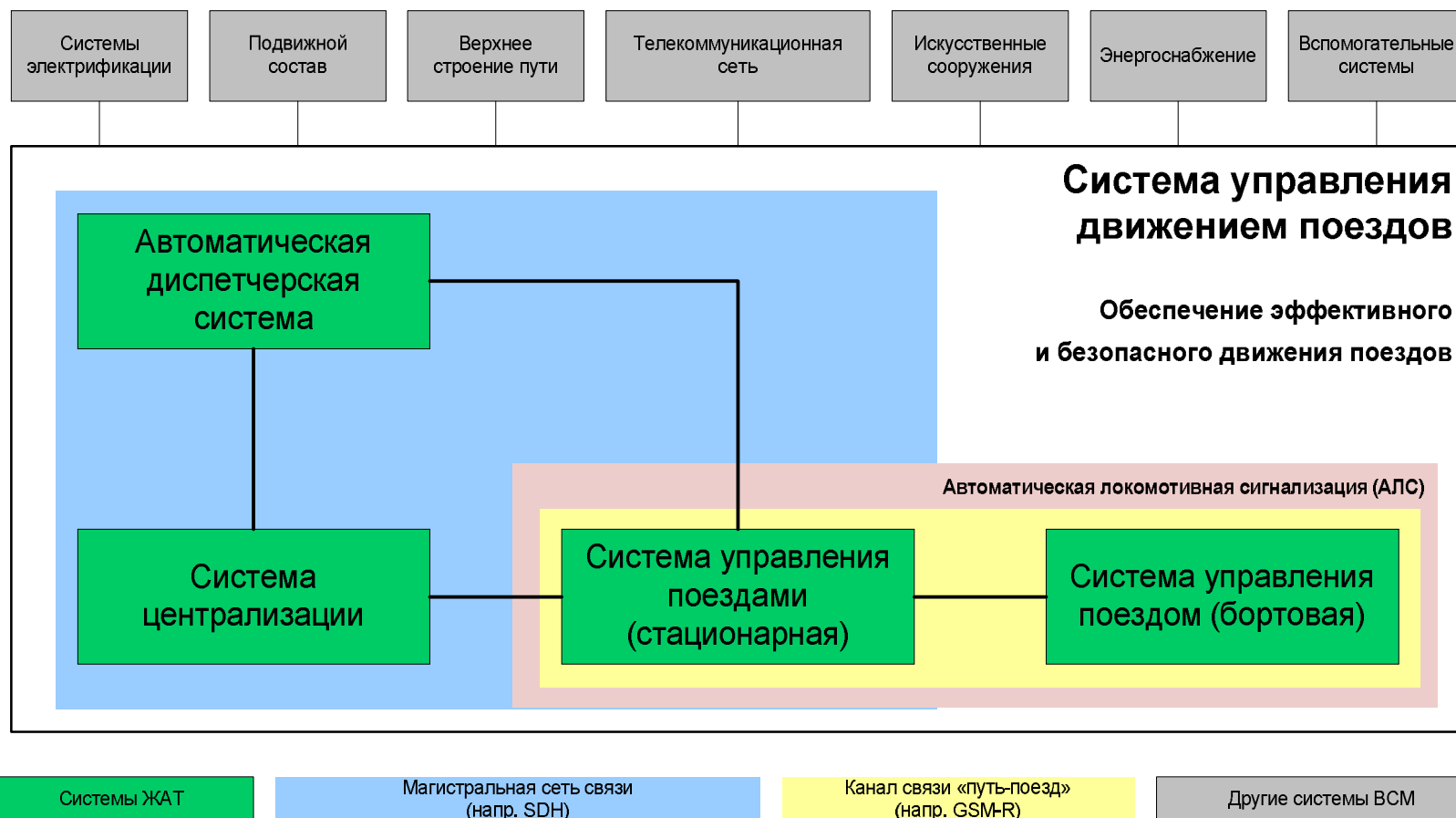
Испания 2007

Velaro E / E2
26 x 8-car EMU



ICE® is a registered trademark of DB AG

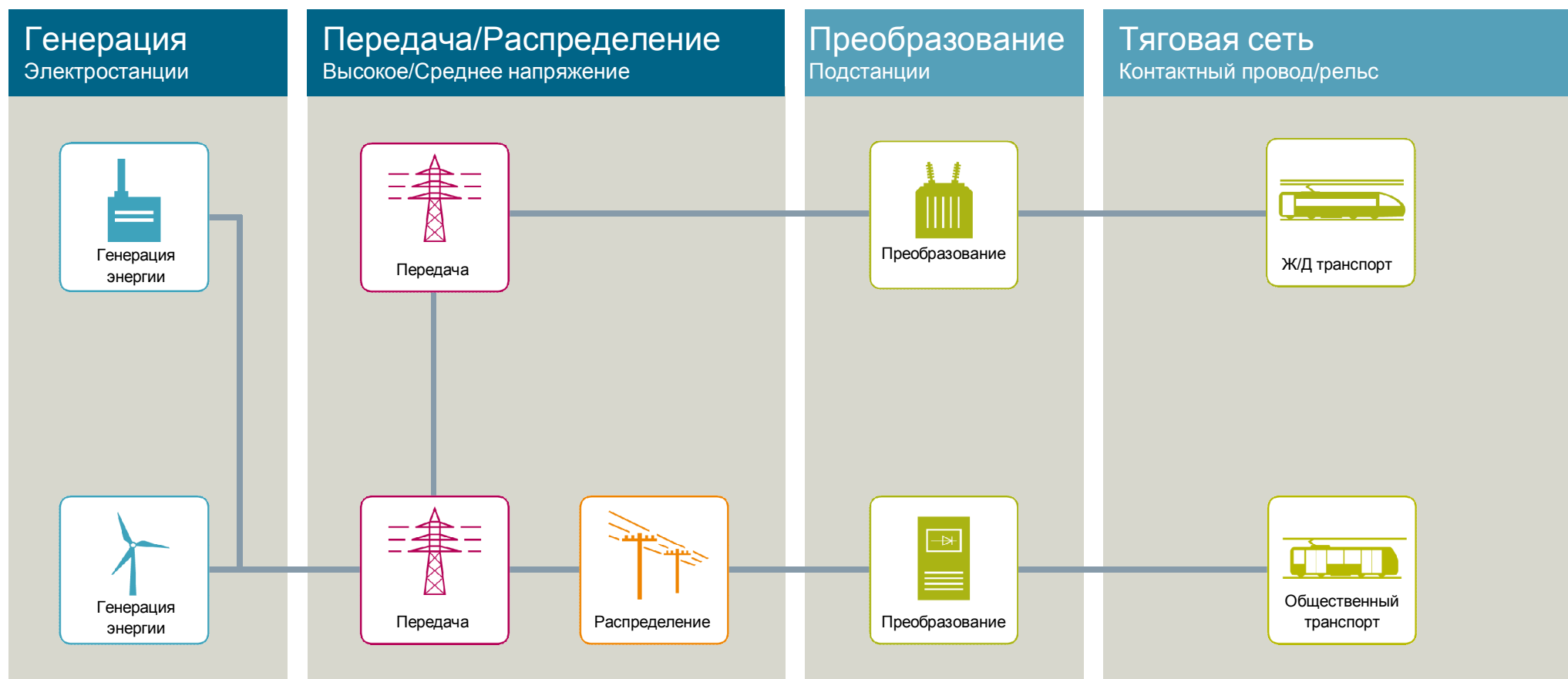
Система железнодорожной автоматики и управления движением поездов в контексте высокоскоростного движения



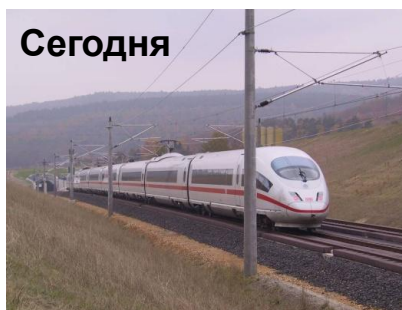
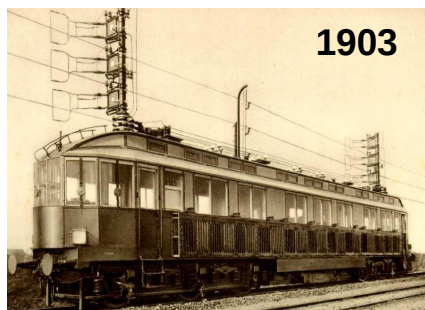
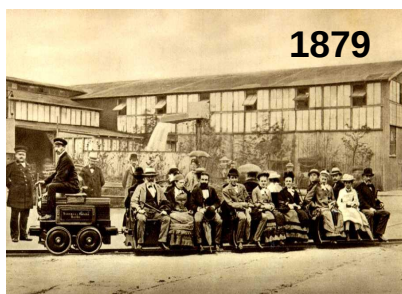
Введение

Цикл лекций – «Высокоскоростное железнодорожное движение»

Электрифицированные железные дороги



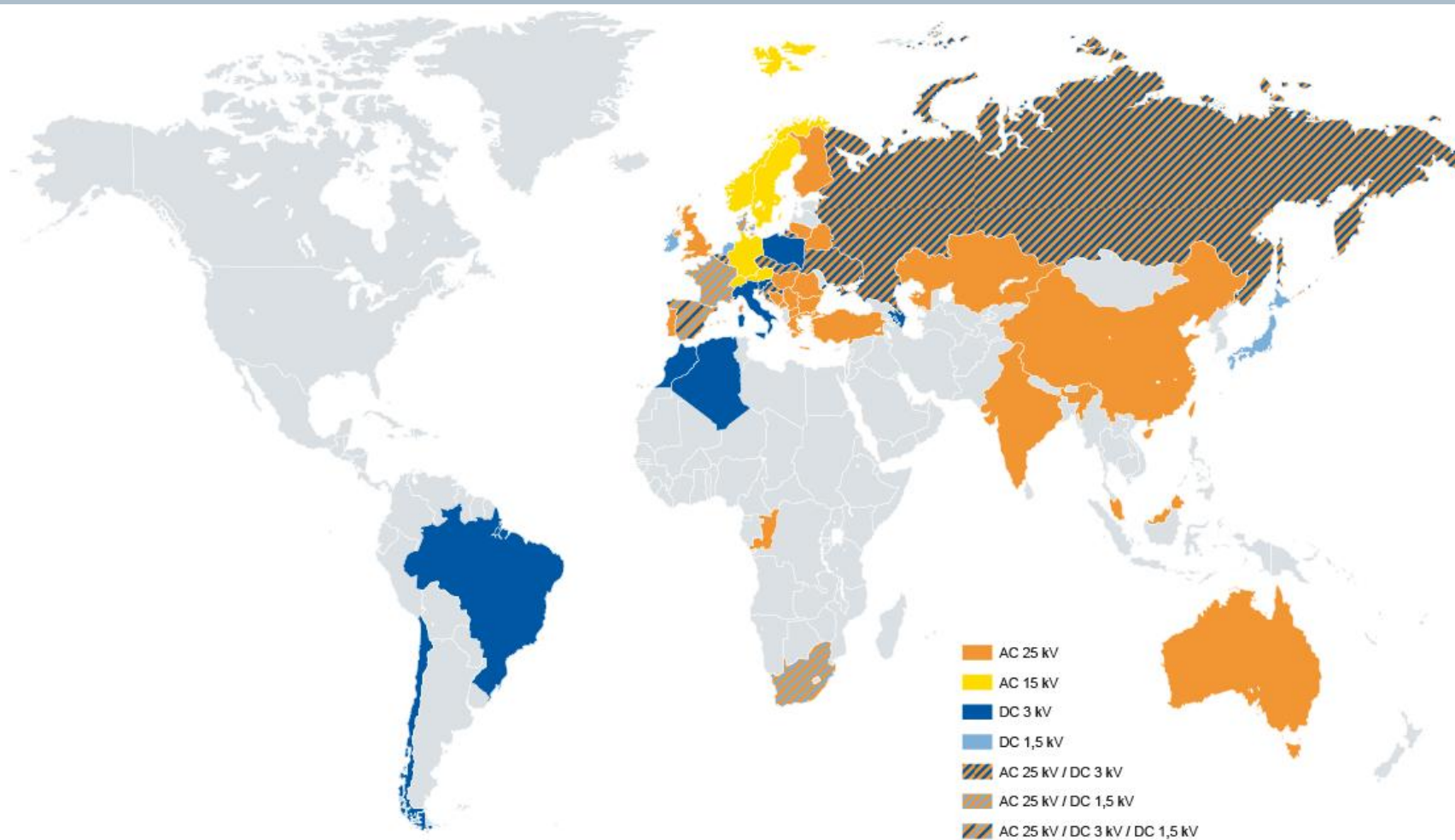
Этапы развития систем тягового электроснабжения



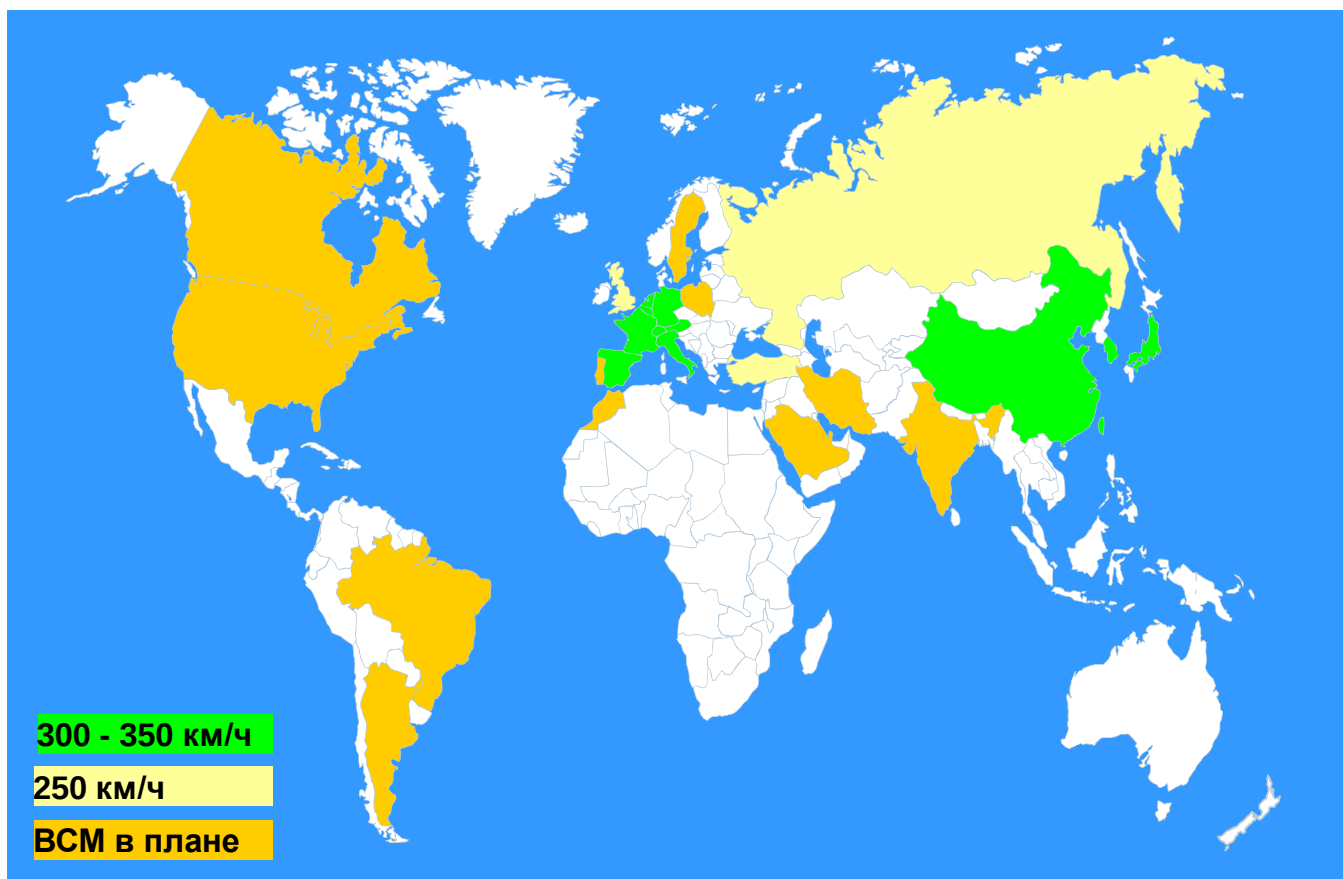
Первый локомотив на электрической тяге	1879
3-х фазный высокоскоростной поезд (210 км/ч)	1903
Первая GRP контактная сеть Siemens	1908
Первый статический частотный преобразователь	1933
Контактная сеть 200 км/ч	1970
Микропроцессорный терминал защиты	1991
Первое КРУЭ для тяговых подстанций	1997
Контактная сеть 400 км/ч (экспериментальная)	1997

Страны с электрифицированными железнодорожными линиями

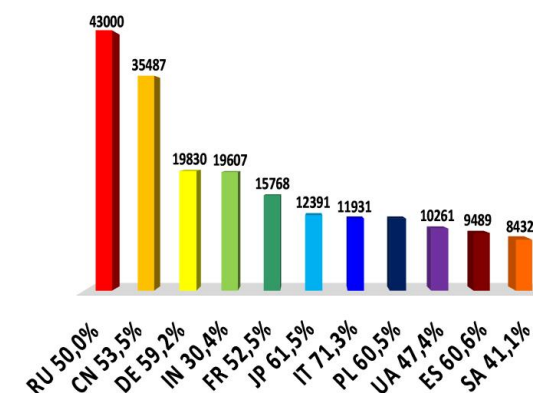
SIEMENS



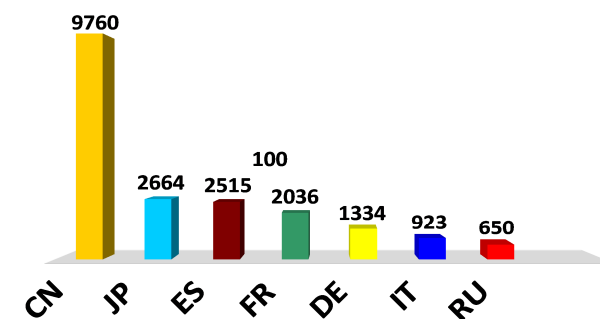
Страны с высокоскоростным движением 250-350 км/ч



Протяжённость электрифицированных ж/д (км)

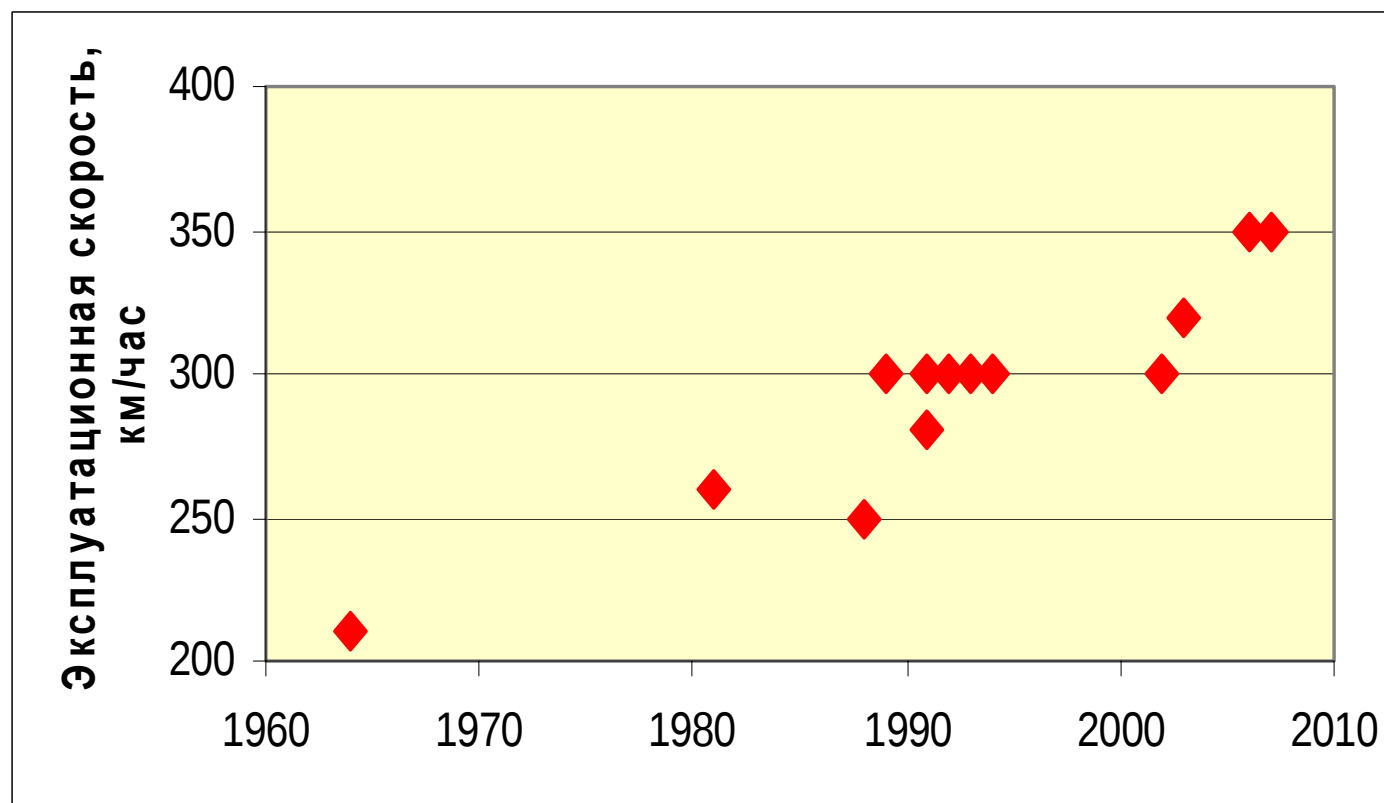


Объём ВСМ в мире (км)



Этапы развития ВСМ в мире (по скорости)

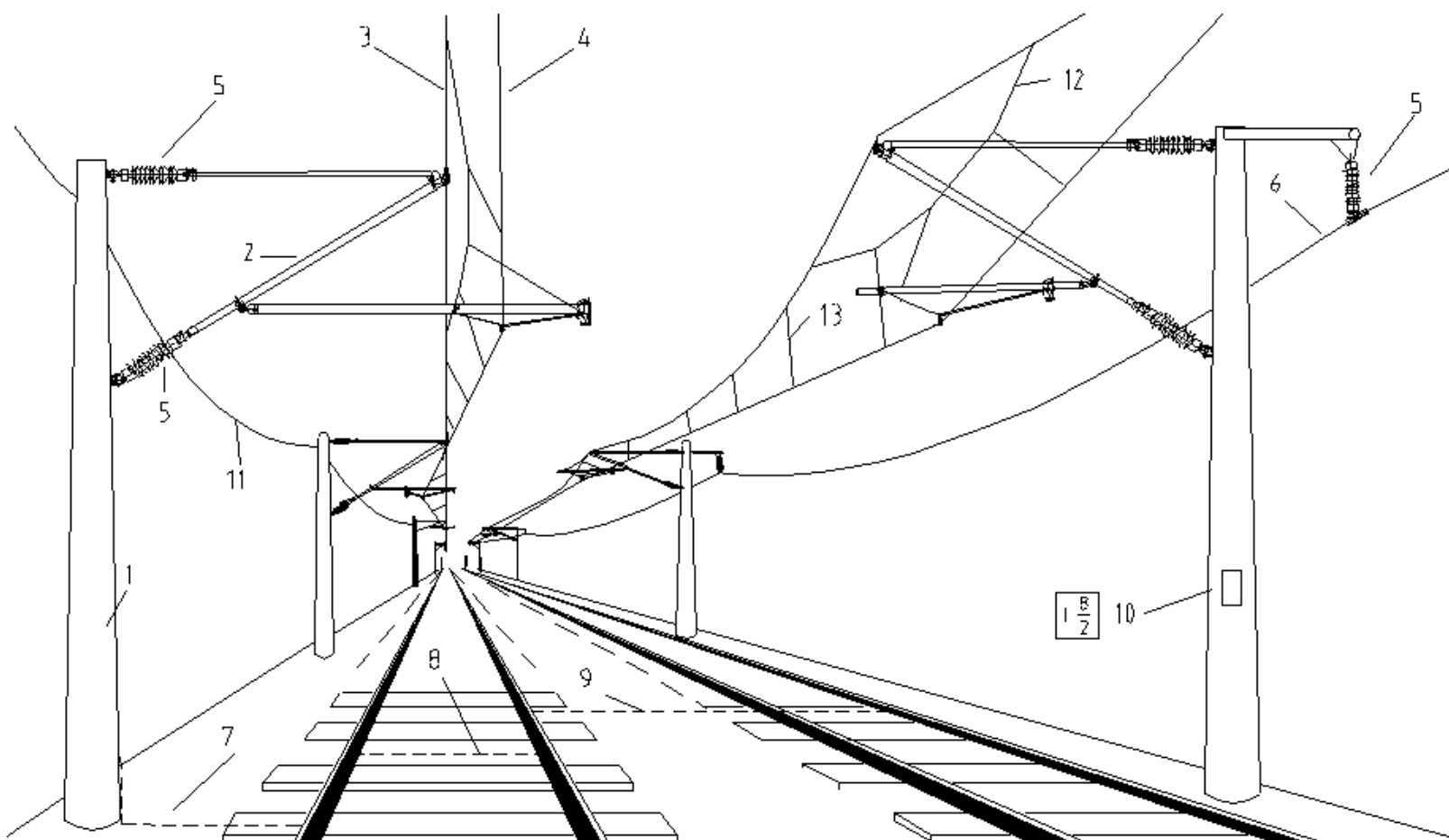
Эксплуатационная скорость на участках с высокоскоростным движением увеличилась до 350 км/ч



Пошаговое увеличение эксплуатационной скорости (величина шага – ~50 км/ч)

Электрифицированные железные дороги. Контактная сеть

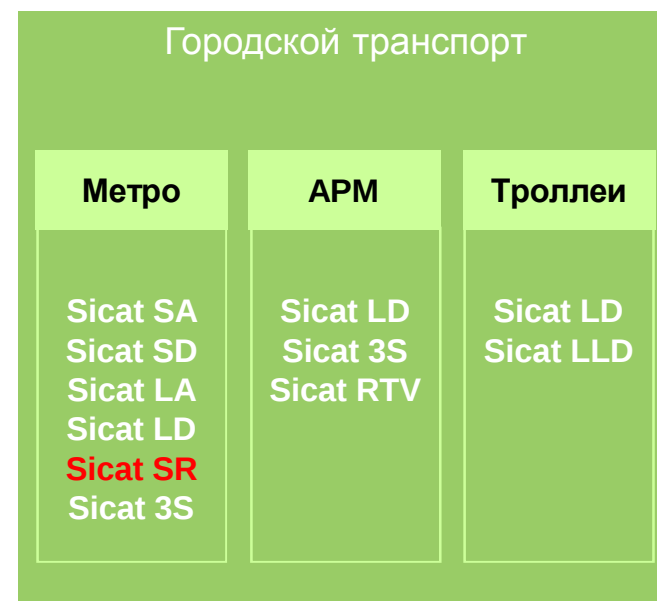
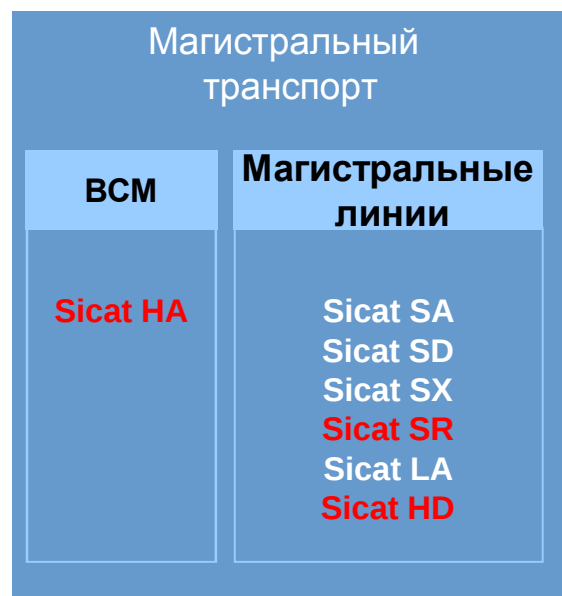
SIEMENS



1. Опора контактной сети
2. Консоль
3. Несущий трос
4. Контактный провод
5. Консольный изолятор
6. Усиливающий провод
7. Габарит опоры
8. Ширина колеи
9. Ширина междупутья
10. Маркировка опоры
11. Провод обратного тока
12. Рессорный трос
13. Струна

Sicat – инновационные решения для контактных сетей

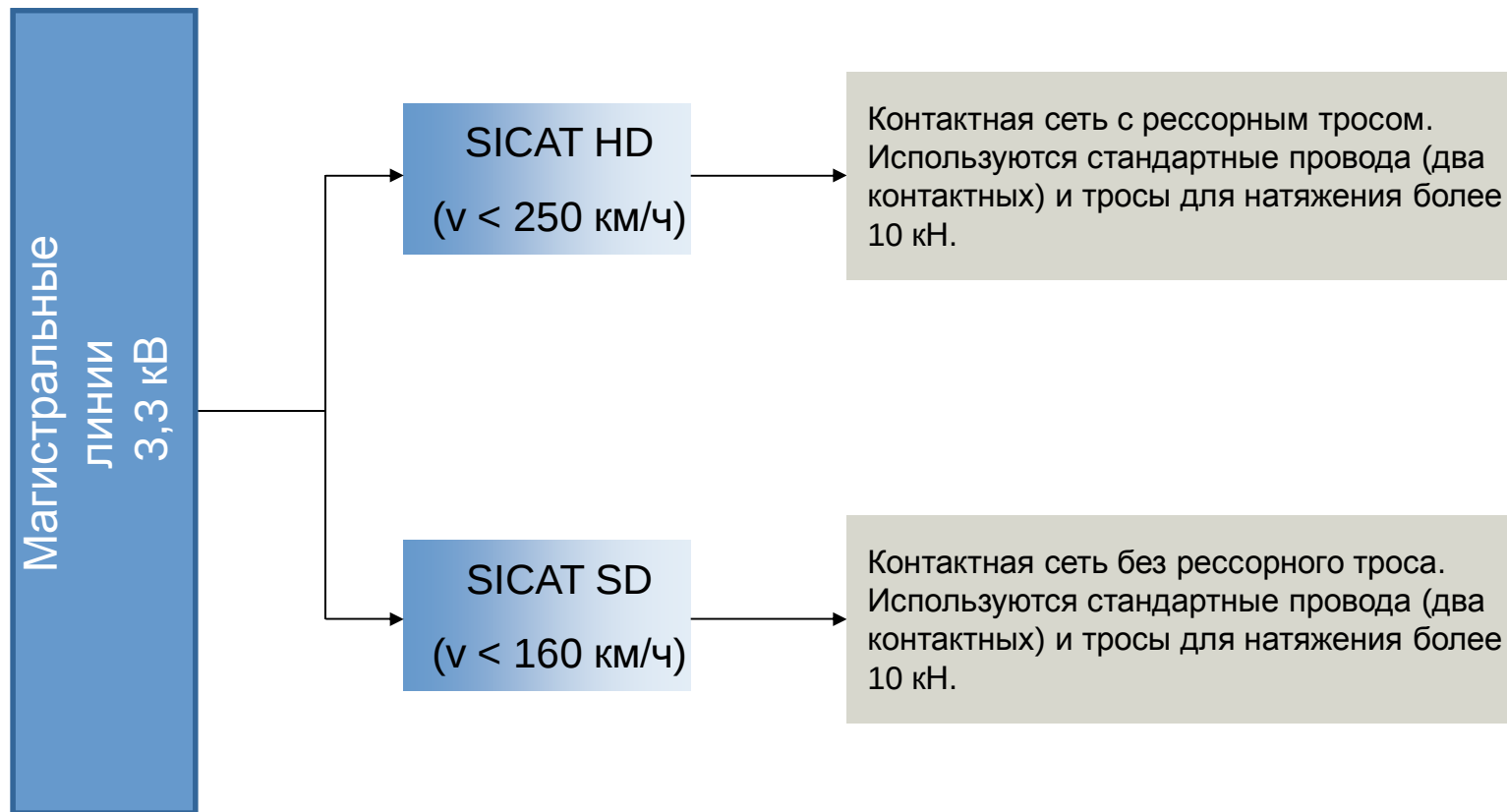
Sicat = **Siemens Catenary System**



Sicat – инновационные решения для контактных сетей

Контактные сети постоянного тока

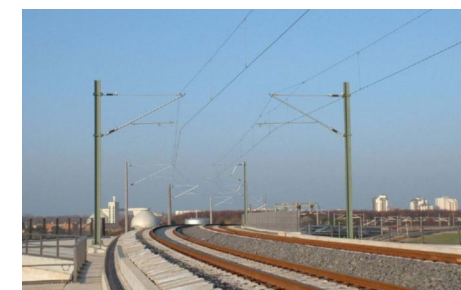
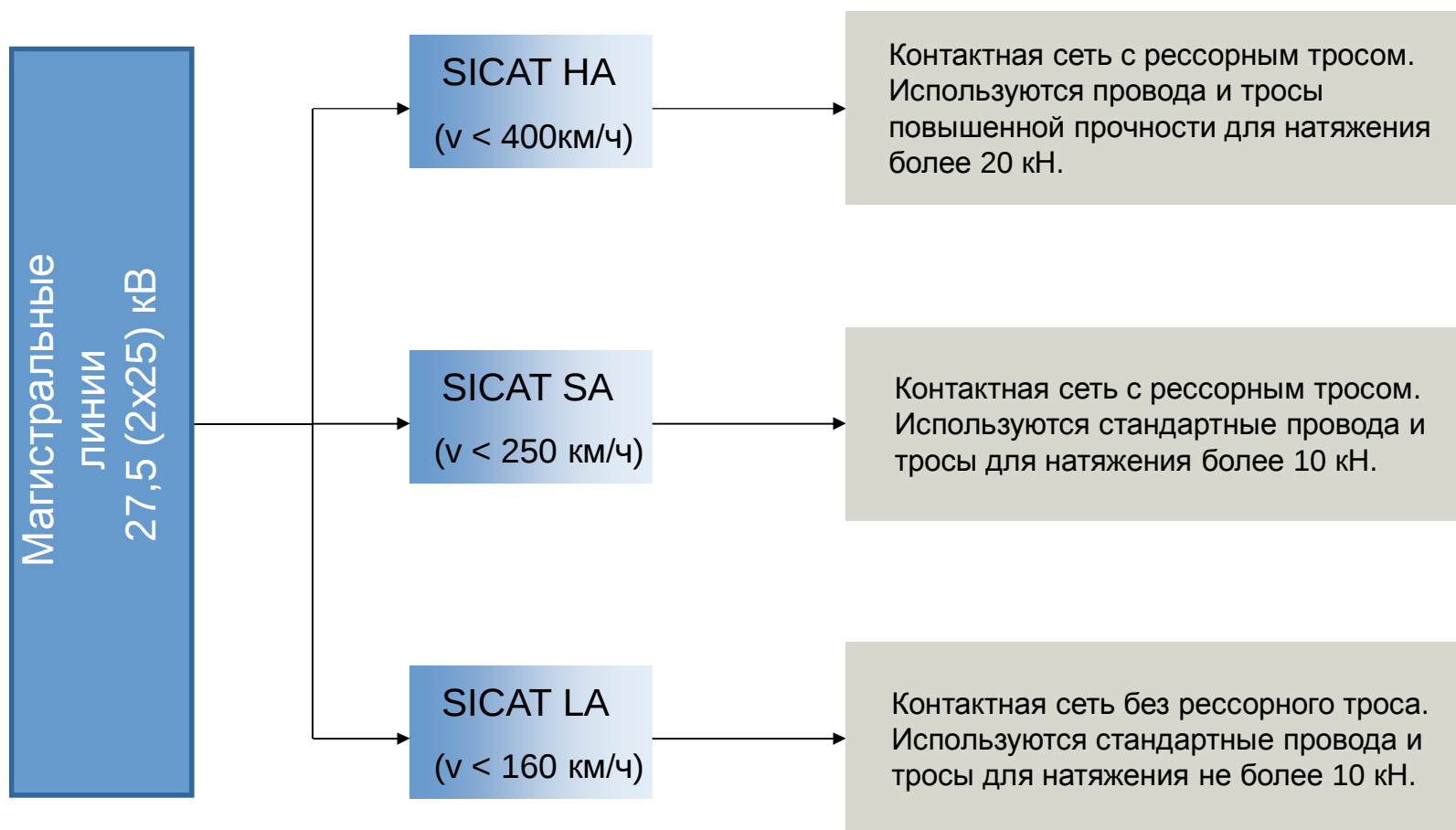
SIEMENS



Sicat – инновационные решения для контактных сетей

Контактные сети переменного тока

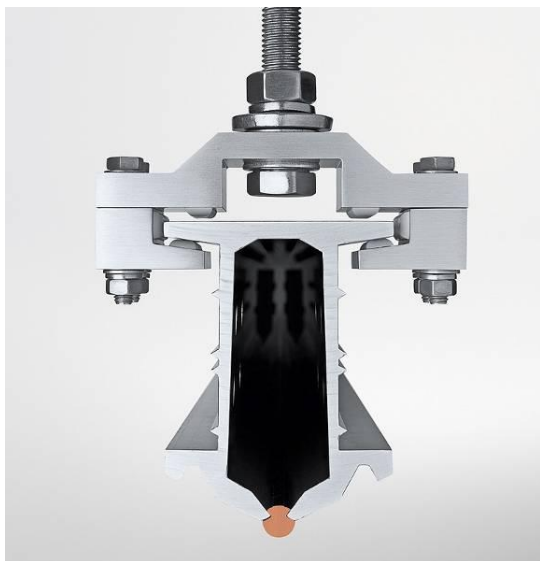
SIEMENS



Sicat – инновационные решения для контактных сетей

Специальные решения

SIEMENS



Sicat SR – система жёсткой контактной подвески



Sicat SX – система контактной подвески с увеличенной длиной пролёта



Elastic support – система гибкого подвеса контактной сети в местах с уменьшенным габаритом

Типы тяговых подстанций

Тяговые подстанции

Переменный ток

60 Гц	50 Гц	25 Гц	16,7 Гц
25 кВ	10 кВ 20 кВ 27,5 кВ 2х25 кВ 94 кВ	12 кВ	15 кВ

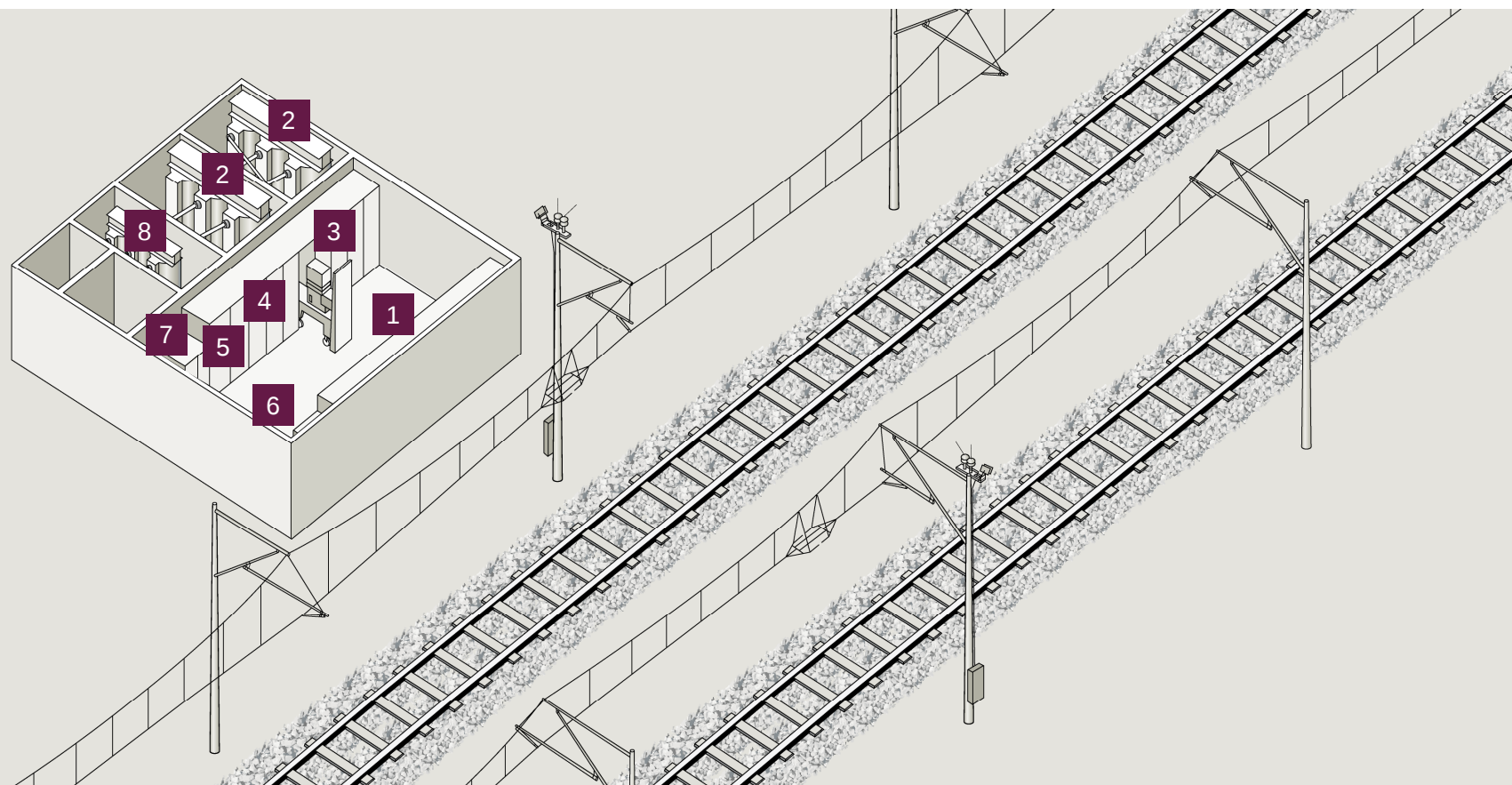
Постоянный ток

Городской транспорт	Магистральные линии
600 В 750 В 825 В 1500 В	3,3 кВ

Тяговые подстанции Постоянный ток

SIEMENS

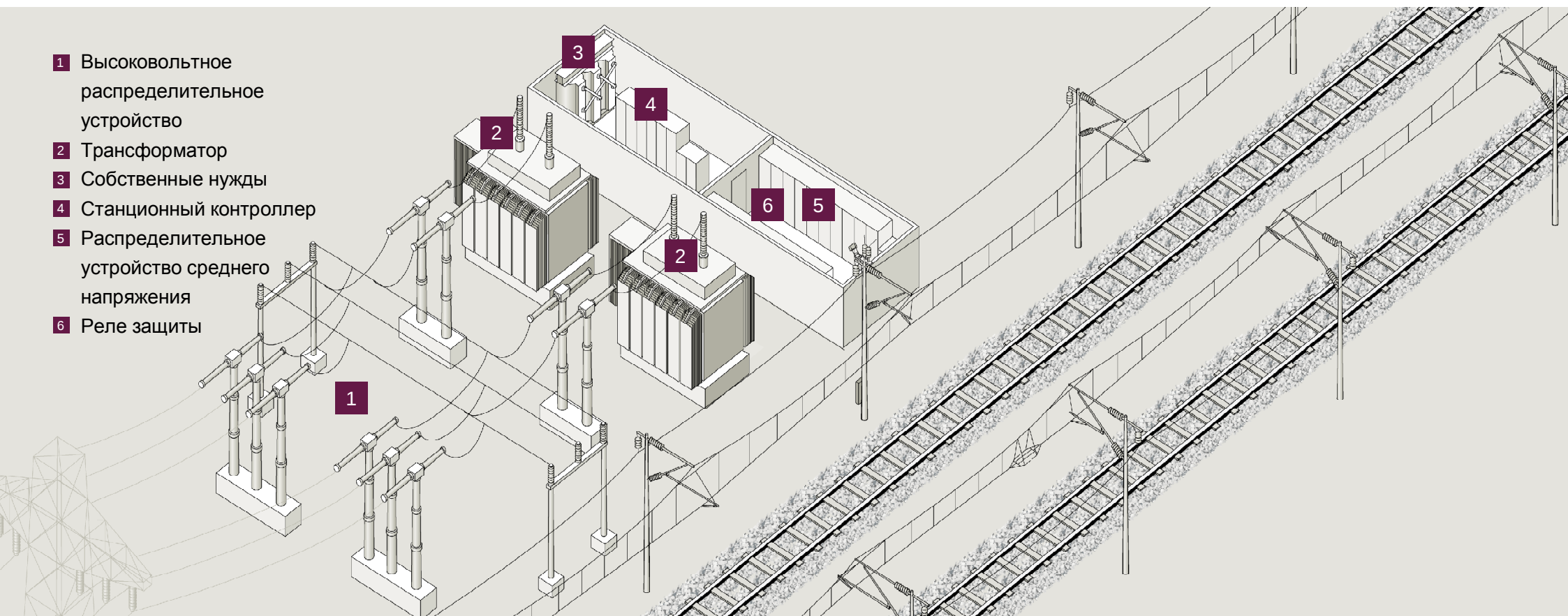
- 1 Вводное распределительное устройство
- 2 Трансформатор
- 3 Выпрямитель
- 4 Тяговое распределительное устройство
- 5 Реле защиты
- 6 Станционный контроллер
- 7 Короткозамыкатель
- 8 Собственные нужды



Тяговые подстанции Переменный ток

SIEMENS

- 1 Высоковольтное
распределительное
устройство
- 2 Трансформатор
- 3 Собственные нужды
- 4 Станционный контроллер
- 5 Распределительное
устройство среднего
напряжения
- 6 Реле защиты



Этапы реализации контактной сети ВСМ

Цикл лекций – «Высокоскоростное железнодорожное движение»

Нормативная база

Система	Подсистема	Компонент
■ TSI Energy ■ EN 50121/443-Электромагнитная совместимость ■ EN 50124-Изоляция ■ EN 50125- Условия окр. среды ■ EN 50126-RAMS ■ IEC 60850-Уровни напряжения	■ IEC 60913-Контактная сеть ■ EN 50119-Контактная сеть ■ EN 50317-Валидация измерений ■ EN 50118-Моделирование ■ EN 50163-Уровни напряжения ■ EN 50367-Взаимодействие КС и токоприёмника	■ IEC 62917-Контактные провода ■ IEC 62621-Полимерные изоляторы ■ EN 50152-Разъединители ■ EN 50206-Пантограф

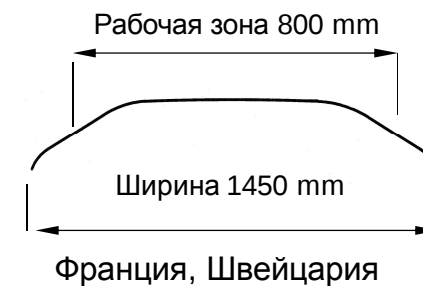
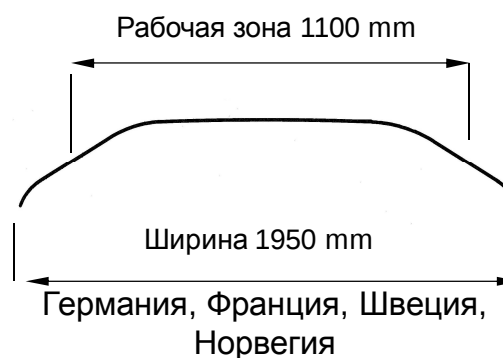
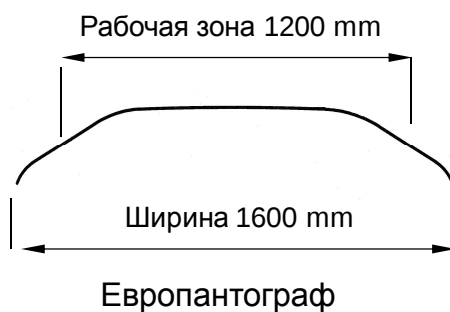
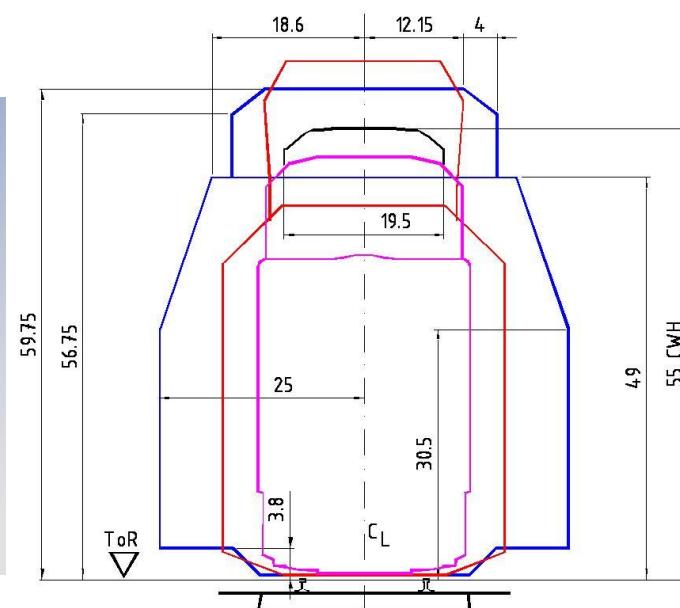
Во всех рабочих группах по стандартизации в области электрификации железных дорог участвуют представители ведущих мировых электротехнических компаний. Siemens не является исключением.

Д-р Аксель Шмидер (главный инженер по КС Siemens) – руководитель международной рабочей группы по стандартизации контактной сети

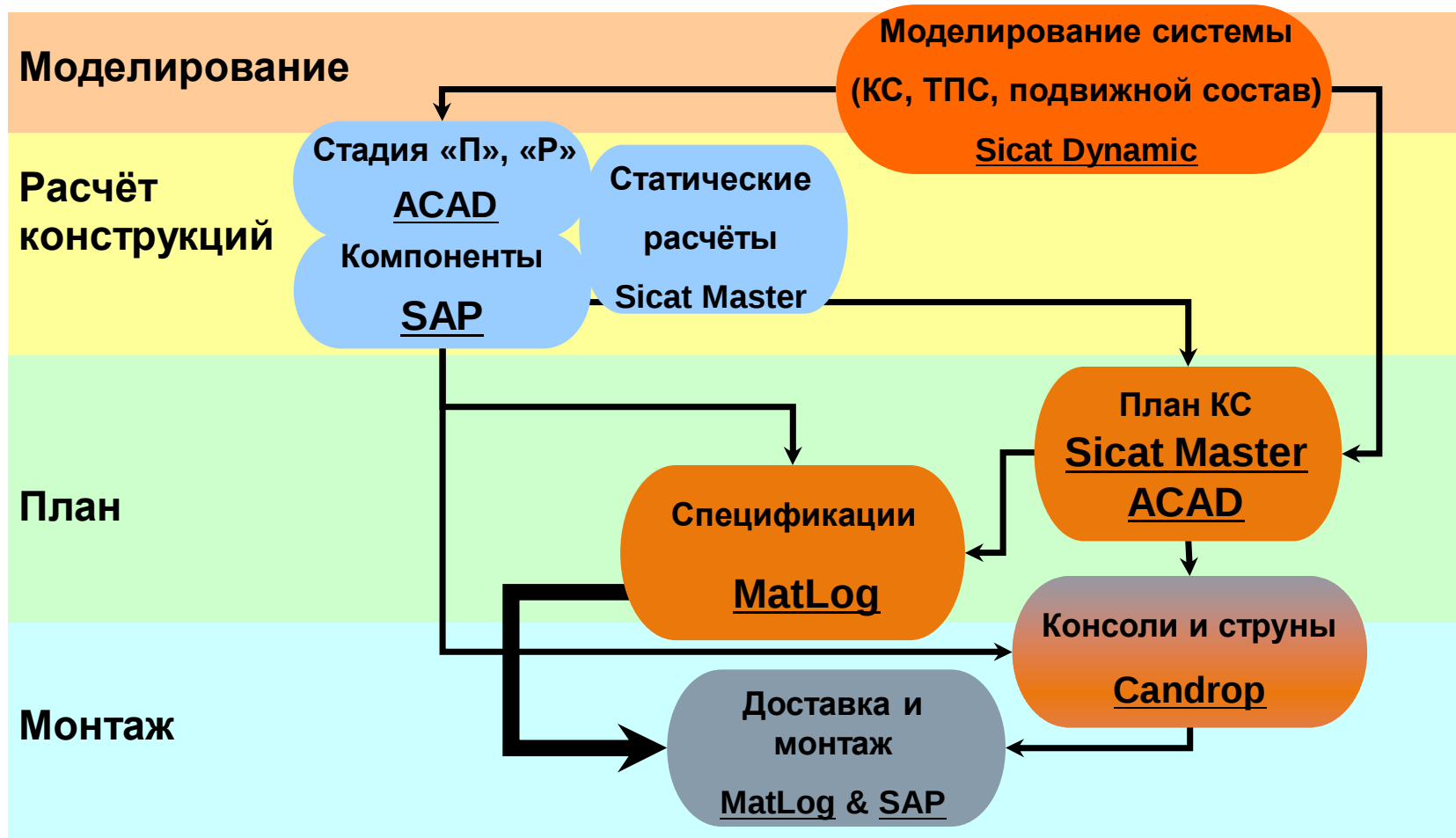
Влияние подвижного состава на контактную сеть

Характеристики подвижного состава, влияющие на основные параметры контактной сети:

1. Максимальная скорость
2. Габариты
3. Тип пантографа:
 - Габаритные размеры
 - Аэродинамические характеристики
 - Трение
 - Переходное сопротивление Пантограф - КС



Алгоритм реализации системы контактной сети



Sicat Master – специальное ПО для разработки системы контактной сети

SIEMENS

CAD (чертежи)

План пути

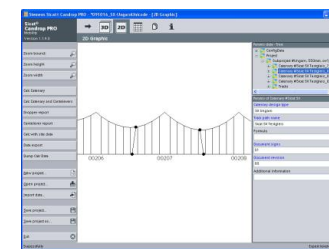
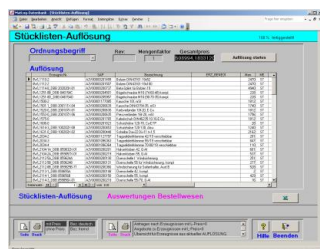
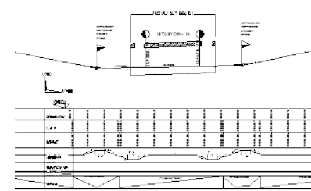
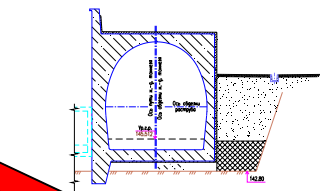
Excel (таблицы)

Sicat Master

Sicat Dynamic

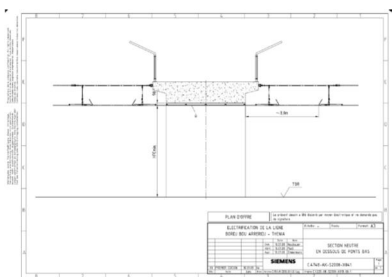
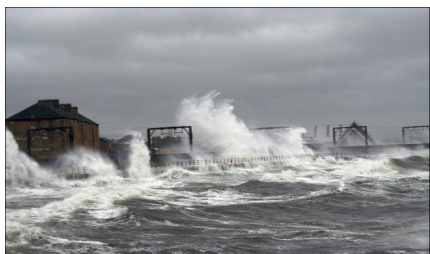
Matlog

Candrop



Track	from Mast	Termination OW	to Mast	Termination OW	Pinpoint Met	Pinpoint type	Length m	Material/Cross-section mm	Category type	Remark
OWView	228-07	M	M	228-10	M	228-27	120.0	1281.0 1281.0	RW 120	SCAT H AC
SCView	228-08	M	M	228-10	M	228-28	120.0	1281.0 1281.0	RW 120	SCAT H AC
OWView	228-09	M	M	228-10	M	228-29	120.0	1281.0 1281.0	RW 120	SCAT H AC
OWView	228-10	M	M	228-10	M	228-20	120.0	1281.0 1281.0	RW 120	SCAT H AC
OWView	228-09	F	F	228-33	M	-	700.0	700.0	RW 120	SCAT H AC
SCView	228-10	F	F	228-34	M	-	700.0	700.0	RW 120	SCAT H AC
OWView	228-20	M	M	228-21	M	228-00	110.0	840.0 840.0	RW 120	SCAT H AC
SCView	228-24	M	M	228-22	M	228-04	110.0	840.0 840.0	RW 120	SCAT H AC
OWView	228-11	M	M	228-10	M	228-33	120.0	1281.0 1281.0	RW 120	SCAT H AC
OWView	228-12	M	M	228-20	M	228-34	120.0	1281.0 1281.0	RW 120	SCAT H AC
OWView	228-13	F	F	228-03	M	-	690.0	690.0	RW 120	SCAT H AC
SCView	228-14	M	M	228-10	M	228-26	110.0	800.0 800.0	RW 120	SCAT H AC
OWView	228-25	M	M	228-05	M	228-19	110.0	1320.0 1320.0	RW 120	SCAT H AC
OWView	228-26	M	M	228-09	F	-	440.0	440.0	RW 120	SCAT H AC
SCView	228-04	F	F	228-26	M	-	630.0	630.0	RW 120	SCAT H AC
OWView	228-18	M	M	228-28	M	228-06	120.0	1284.0 1284.0	RW 120	SCAT H AC
OWView	228-21	M	M	228-03	F	-	430.0	430.0	RW 120	SCAT H AC
OWView	228-31	F	F	228-21	M	-	690.0	690.0	RW 120	SCAT H AC
OWView	228-15A	M	M	228-11	M	228-29	130.0	872.0 872.0	RW 120	SCAT H AC
OWView	228-16	M	M	228-10	M	228-20	130.0	862.0 862.0	RW 120	SCAT H AC
OWView	228-05	M	M	228-17	M	228-25	130.0	1320.0 1320.0	RW 120	SCAT H AC
OWView	228-10	M	M	228-18	M	228-28	120.0	1284.0 1284.0	RW 120	SCAT H AC

Разработка плана контактной сети



Искусственные сооружения

Путь

Климатические
условия

Параметры
контактной сети

Строительные чертежи



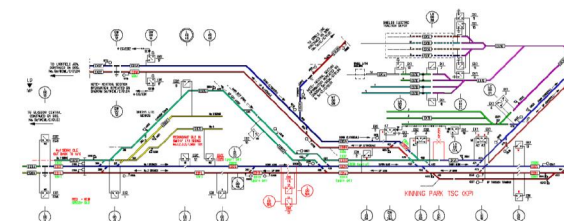
Схема питания и
секционирования

Заземление

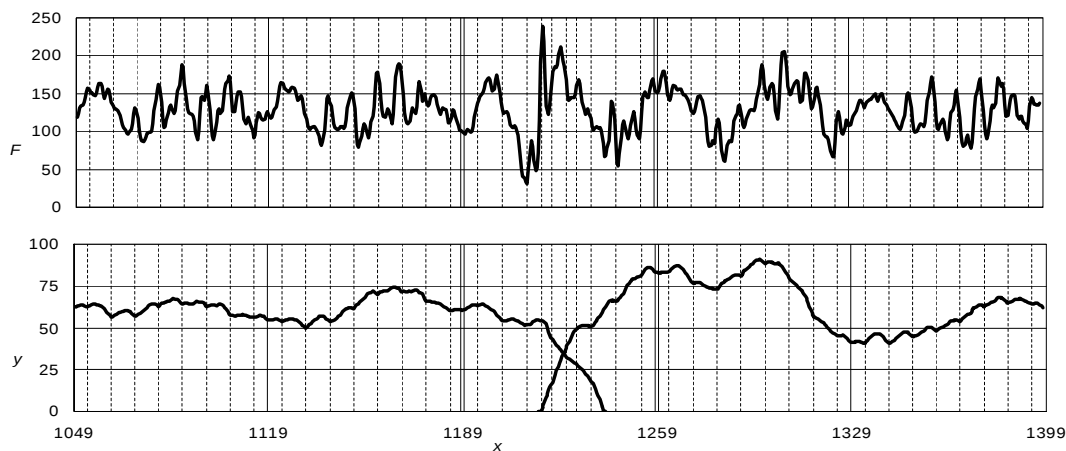
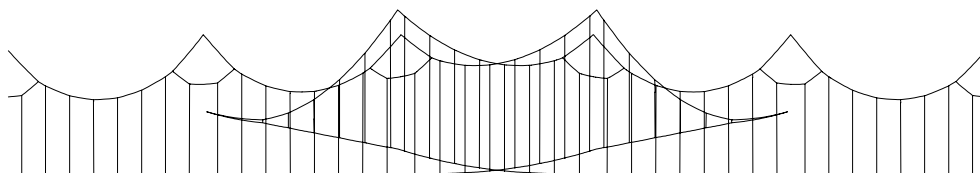
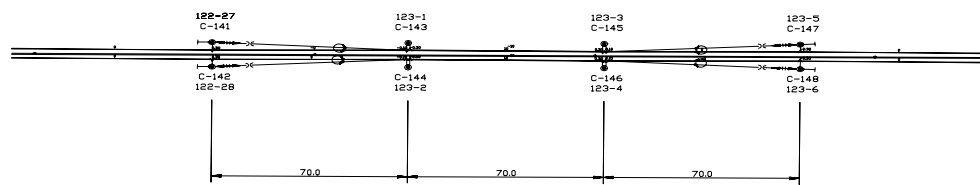
Подвижной состав

Топография

Расположение
подстанций



Sicat Dynamic – ПО для моделирования взаимодействия контактной сети и токоприёмника

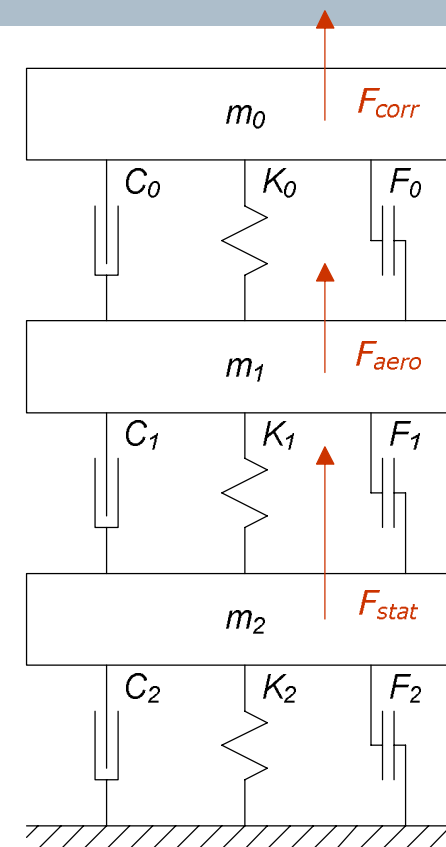


План КС

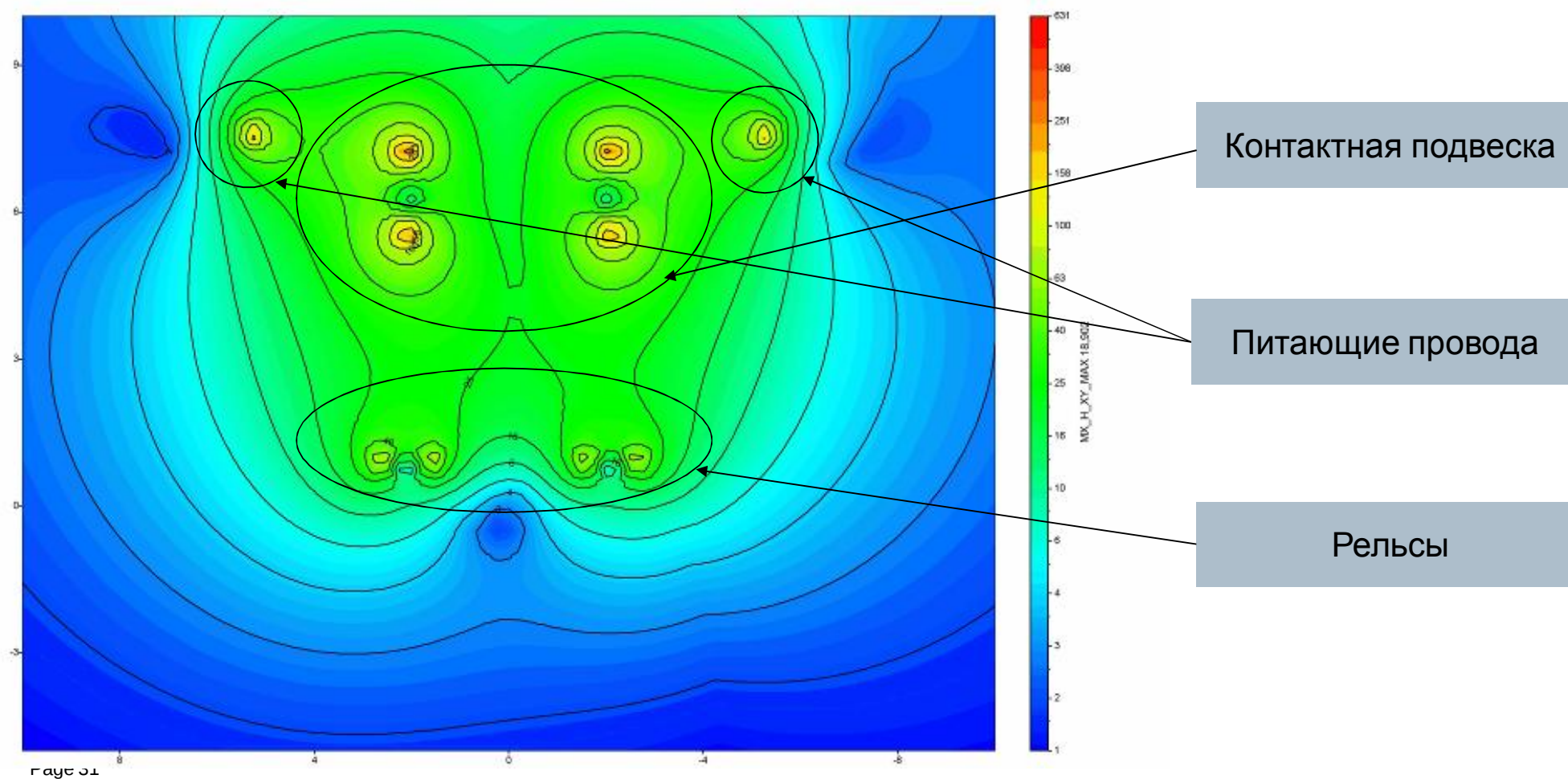
Модель

Результаты

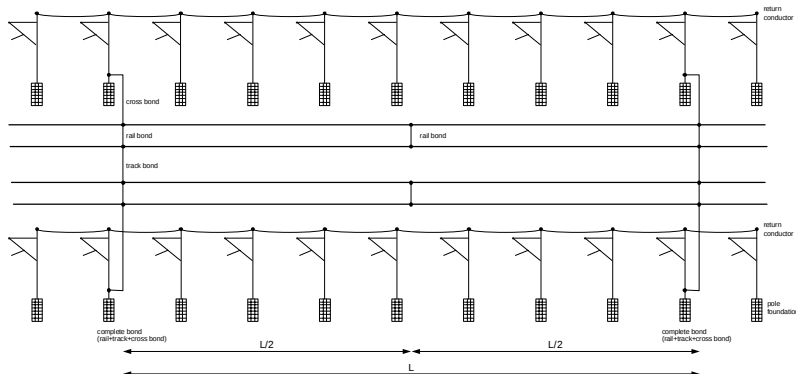
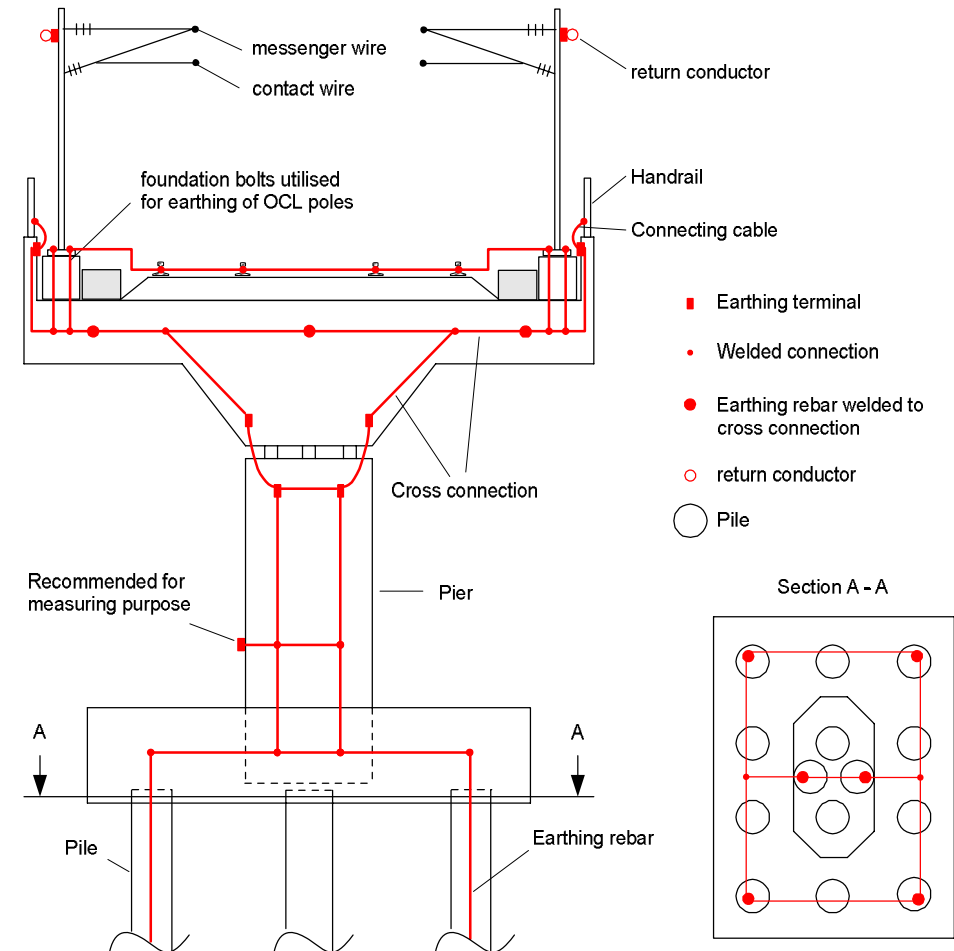
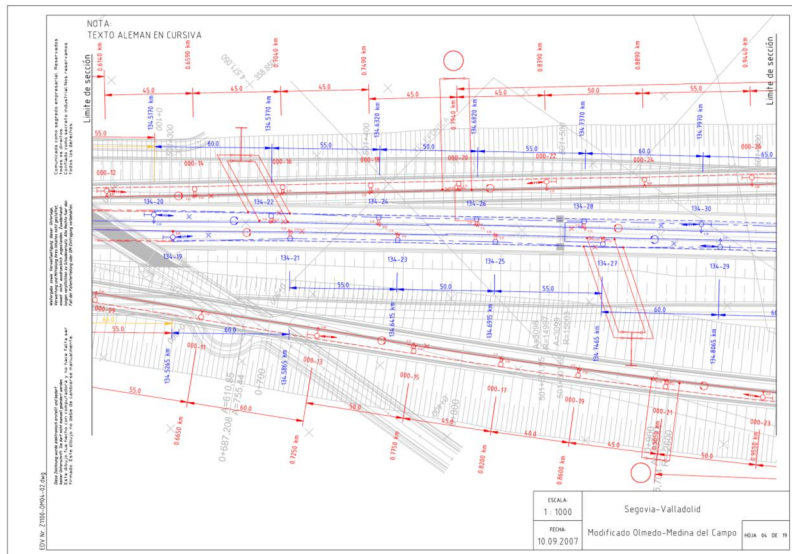
Модель токоприёмника



Исследование электромагнитных полей

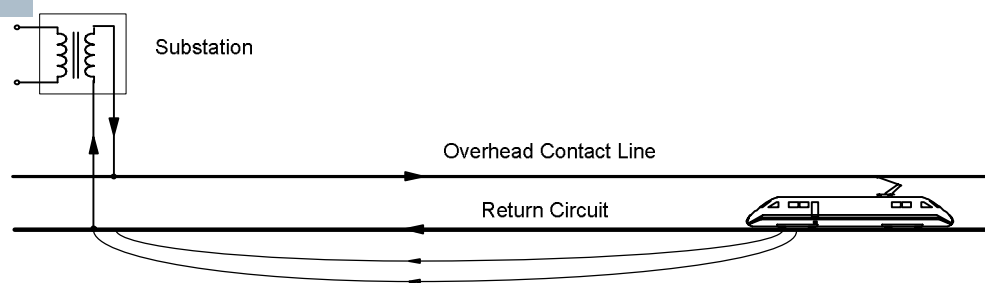


Проектирование схемы заземления

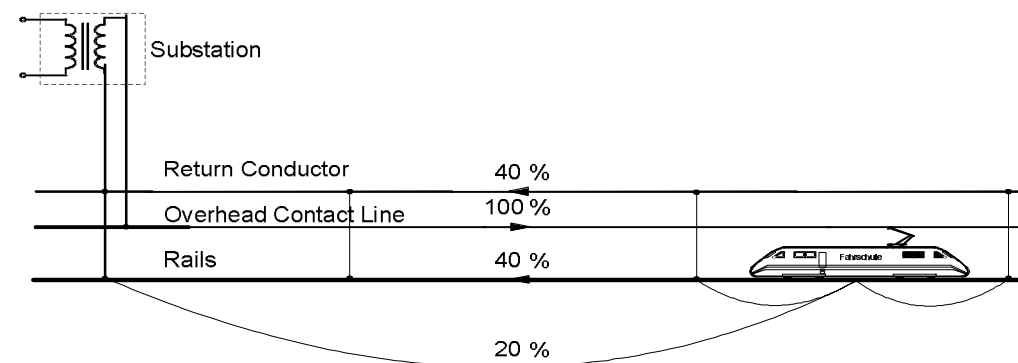


Проектирование цепи возврата тягового тока

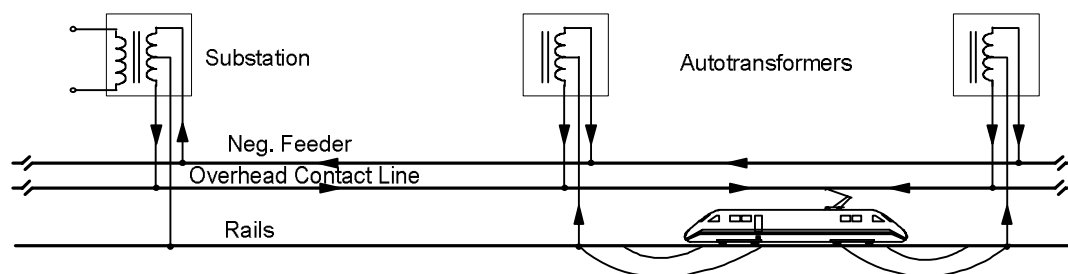
1



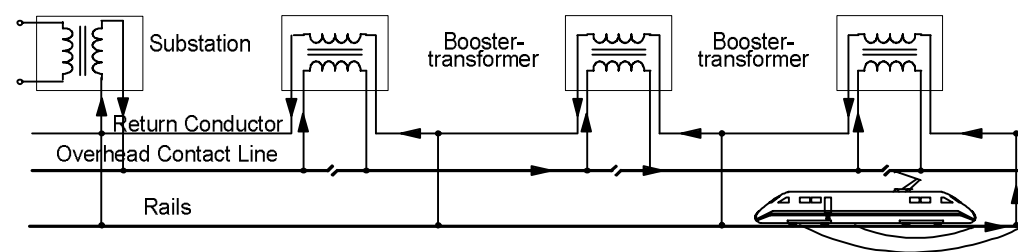
2



3



4



MatLog – ПО для формирования спецификаций основных компонентов

MatLog-Datenbank - [Masdaten_Bearbeitung: Formular]

Baunummer: 21224 BetriebsNr: Standort Km: 212.6801 LSW: Überhöhung: 100 SCA: CC4

MVK-Maß: -3 FOK-SO: 0,32 FVK-Schiene: 0,00 Fu-Mi: -3.200 Neigung: Gleis: 402 East

MAST FUNDAMENT AUSRÜSTUNG 1 AUSRÜSTUNG 2 AUSRÜSTUNG 3 AUSLEGER GLEIS - A AUSLEGER GLEIS - B AUSLEGER A / B 3 SDK QF - SEILE QF - STPKT

Vorlage: Einfügen

A1 Gleis: 402 East		A2 Gleis: 402 East	
Ausleger	D.0092-EL-C1100-A152	Ausleger	D.0092-EL-C1100-A153
Spitzenrohr	Bef. D.0092-EL-C1382-S001-A H 06,85	Spitzenrohr	Bef. H 06,85
Auslegerrohr	Bef. D.0092-EL-C1382-S001-A H 05,10	Auslegerrohr	Bef. H 05,10
Stützrohr	D.0092-EL-C1200-A122 Seil	Stützrohr	D.0092-EL-C1200-A127 Seil
Seitenhalter	SH 01,60	Seitenhalter	SH 01,80
Seitenhalter	FH 05,30	Seitenhalter	FH 05,50
W-Sicherung		W-Sicherung	
W-Sicherung		W-Sicherung	
Diagonalrohr	D.0092-EL-C1140-A006 Bef.	Diagonalrohr	D.0092-EL-C1140-A007 Bef.
Beiseil	D.0092-EL-D1520-C012 B_Maß -0,1	Beiseil	B_Maß -0,3
Beiseil	MVK_Maß 00,00	Beiseil	MVK_Maß 00,00
B.abz.	Radius 2325,50	B.abz.	Radius 2325,50
B.abz.	Seitenzugkraft 549,88	B.abz.	Seitenzugkraft -631,68
B.abz.		B.abz.	
B.abz.		B.abz.	
B.abz.Bef.		B.abz.Bef.	
Hänger	D.0092-EL-D1410-C001 Anzahl 7	Hänger	D.0092-EL-D1410-C001 Anzahl 7
Hänger	Anzahl	Hänger	Anzahl

Tunnelstützpunkt: Kettenwerk ID:

Datensatz: 1 4 von 554

Formularansicht

MatLog-Datenbank - [Stücklisten-Auflösung]

100 % fertiggestellt

Ordnungsbegriff Rev: Mengenfaktor Gesamtpreis Auflösung starten

Auflösung

Erzeugnis-Nr	SAP	Bezeichnung	ERZ_BENE01	Men	ME
8w/L1110-2	AZV00000201499	Bolzen DIN43161-19x52	2470	ST	
8w/L1112-2	AZV00000201507	Bolzen DIN43161-19x100	2470	ST	
8w/L1114-8_DBB:202020x-01	AZV00000200737	Breite-Splint für Bolzen 19	4940	ST	
8w/L1251-8B_DBB:046154C	AZV00000204501	Bügel-Schraube M16 (74-60-48) kompl.	228	ST	
8w/L1251-8D_DBB:046154D	AZV00000205957	Bügel-Schraube M16 (90-70-35) kompl.	228	ST	
8w/L1500-2	AZV00000177085	Kausche 10f, nSt	1812	ST	
8w/L1501-1_DBB:200111X-04	AZV00000200639	Kausche DIN43154-35, nSt	1740	ST	
8w/L1520-0_DBB:200107X-01	AZV00000200630	Kerbverbinder 10f-20, E-Cu	1812	ST	
8w/L1553-0_DBB:200107X-06	AZV00000200635	Pressverbinder 16f-20, nSt	1796	ST	
8w/L1575-0	AZV00000201765	Kabelschuh DIN46235-10-16-E-Cu	1812	ST	
8w/L1606-0	AZV00000201823	Schutzhaube 120-70, Cu-ETP	28	ST	
8w/L1614-3_DBB:100202x-08	AZV00000200453	Schutzhaube 120-130, Alu	1240	ST	
8w/L1631-0_DBB:100202x-02	AZV00000200448	Scheibe Da=22 D=11 t=1,5	2162	ST	
8w/L2034-2	AZV00000127797	Tragseldrehklemme 42/19 verschiebbar	281	ST	
8w/L2034-3	AZV000001096363	Tragseldrehklemme 55/19 verschiebbar	847	ST	
8w/L2034-4	AZV000001096364	Tragseldrehklemme 70-80/19 verschiebbar	110	ST	
8w/L2104-1A_DBB:059832x-01	AZV00000200201	Hakenklöben 42, G-Al	661	ST	
8w/L2104-2A_DBB:059857x-01	AZV00000200219	Hakenklöben 55, G-Al	537	ST	
8w/L2112-5A_DBB:059624A	AZV00000200130	Ösenschele f. Windsicherung	251	ST	
8w/L2112-5B_DBB:059624B	AZV00000200131	Ösenschele 55 für Windsicherung, kompl.	277	ST	
8w/L2112-8B_DBB:059625B-71	AZV00000206366	Windsicherung für Seitenhalter, Aust B	528	ST	
8w/L2113-1_DBB:059655A	AZV00000200148	Ösenschele 42, kompl.	2	ST	
8w/L2114-1_DBB:059656B	AZV00000200150	Ösenschele 55, kompl.	429	ST	
8w/L2114-3_DBB:059656x-01	AZV00000200218	Ösenschele 55/70, G-Al	16	ST	

Datensatz: 1 1 von 110

Stücklisten-Auflösung Auswertungen Bestellwesen

Seite Druck mit Preis ohne Preis Bez. deutsch Bez. fremd

Seite Druck Anfragen nach Erzeugnissen mit L-Preis=0 Angebote zu Erzeugnissen mit L-Preis=0 Übersicht für Erzeugnisse aus aktueller AUFLÖSUNG

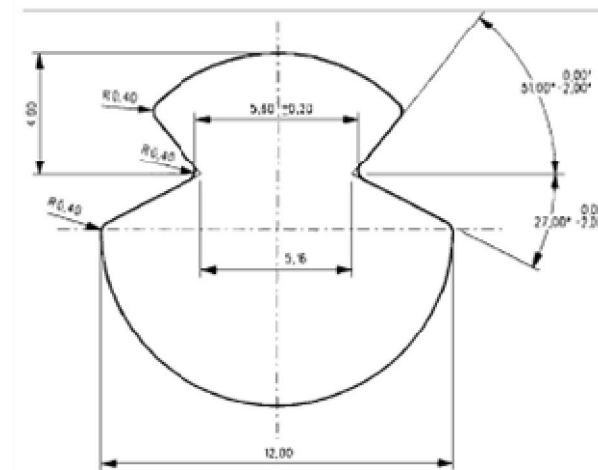
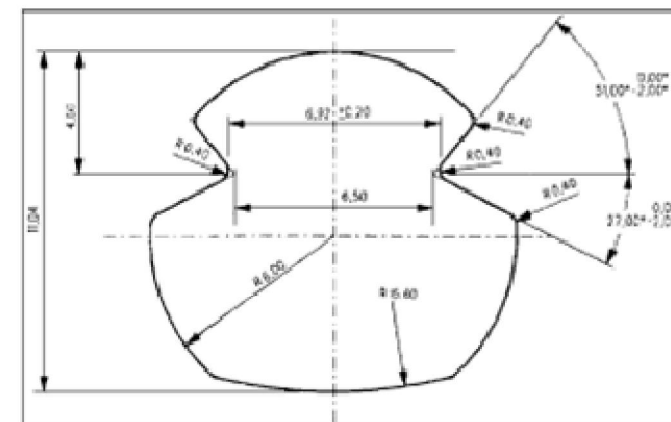
Hilfe Beenden

Formularansicht

Основные компоненты контактной сети

Контактный провод

Материал	Удельное сопротивление $\Omega/\text{км}$	Сила натяжения $\text{Н}/\text{мм}^2$	Пример
Медь электротехническая (Cu)	0,183	355	AC-100 BF-100
Медь легированная серебром (CuAg0,1) 0,1 – доля примеси	0,183	360	AC-120
Медь легированная магнием (CuMg0,5) 0,5 – доля примеси	0,286	510	AC-120 BF-150
Медь легированная оловом (CuSn0,2) 0,2 – доля примеси	0,247	450	

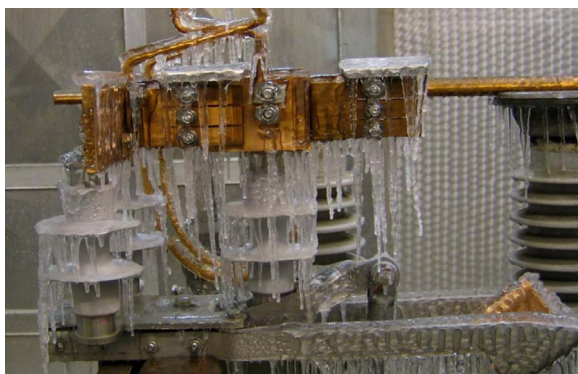
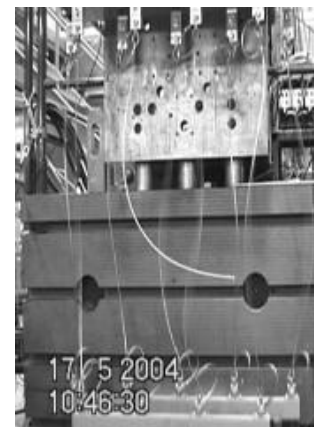


Основные компоненты контактной сети

- Компенсирующие устройства
- Консоли и подвесы
- Изоляторы
- Барабаны натяжения
- Секционные изоляторы, нейтральные вставки
- Разъединители и приводы
- Провода и тросы
- Контактные шинопроводы
- Системы мониторинга



Лабораторные испытания компонентов контактной сети



Сборка и хранение компонентов



Сборка компонентов контактной сети (в особенности струн и консолей) осуществляется на основе результатов, полученных в программе Sandrop. Управление процессом складирования, хранения и распределения происходит через программу SAP.

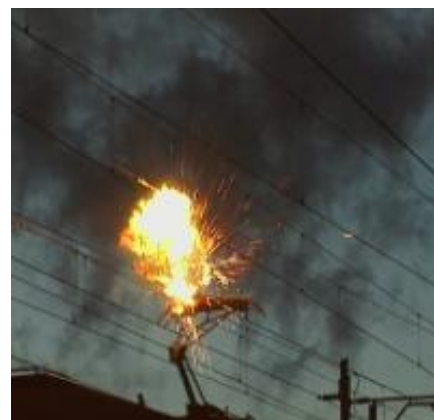
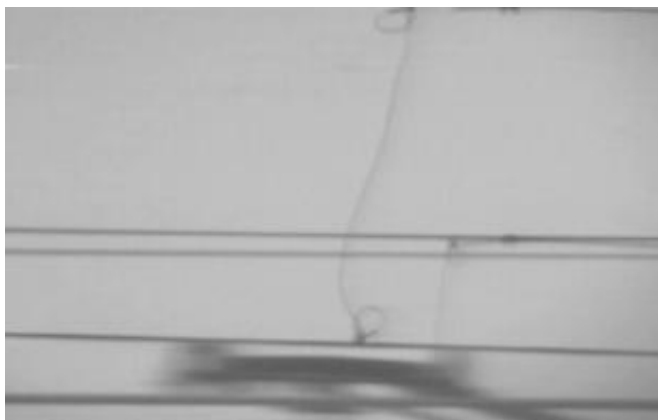
Монтаж контактной сети

SIEMENS

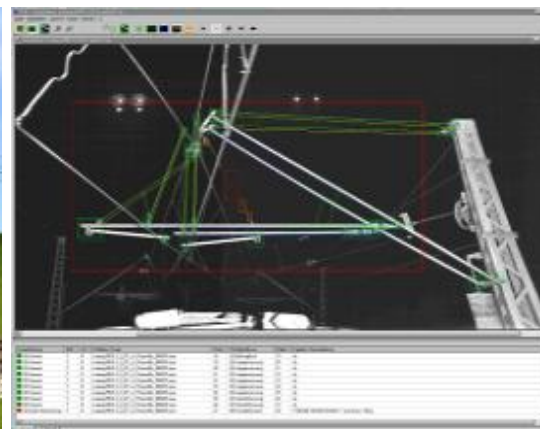


Специальные методы, инструменты и механизмы для монтажа контактной сети ВСМ для достижения наибольшей точности расположения проводов и тросов в плане и более точной величины натяжения

Полевые испытания компонентов контактной сети



Испытания струн и вход токоприёмника в заземлённые и нейтральные секции без отключения главного выключателя



Специальные вагоны лаборатории для диагностики КС на ВСМ

Текущее содержание

Тип проверки	Тип	Количество точек измерений (раз в месяц)	Количество точек измерений (раз в два месяца)
Визуальный контроль	Z1	6	24
	Z2	24	24
Функциональный тест	F1	6	12
	F2	12	12
	F3	12	12
	F4	24	24
	F5	72-12	72-12
	F6	6	24
	F7	По необходимости	По необходимости

Необходимость определяется на основе количества проходов токоприёмника

Проверка проводится только на главных путях

Проверка контактной сети со скоростью движения более 160 км/ч

Z1 – визуальный контроль опор и устройств компенсации;
Z2 – визуальный контроль фидеров, кабельных присоединений, разъединителей, контактной сети в пролётах, заземления, СЦБ.

F1 – проверка контактных проводов на пересечениях с силой контактного нажатия 150 Н;

F2 – проверка величины зигзага контактного провода с силой контактного нажатия 150 Н;

F3 – проверка высоты подвеса контактного провода;

F4 – проверка минимальных изоляционных промежутков в условиях искусственных сооружений при силе контактного нажатия 250 Н;

F5 – проверка контактного провода и измерение износа в нескольких местах на одном анкерном участке;

F6 – проверка динамического поведения контактного провода;

F7 – визуальное наблюдение прохода токоприёмника по контактной сети после её ремонта.

Сервисное обслуживание Формирование бригад

SIEMENS

Формирование одной обслуживающей бригады:

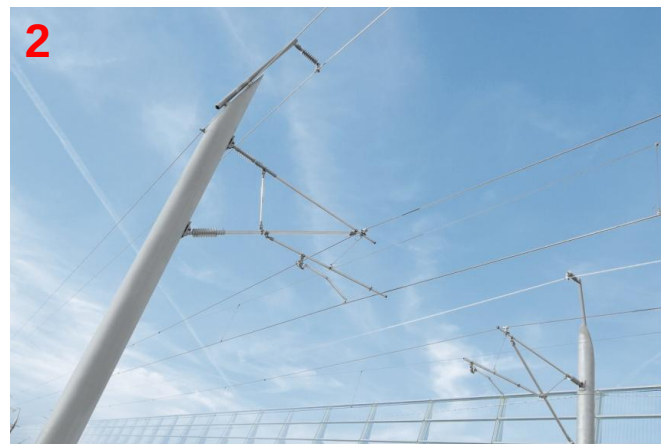
- 8 электромонтеров;
- 1 автомотриса со скоростью движения 160 км/ч;
- 1 грузовой автомобиль;
- 1 служебный автомобиль;
- Наибольшее расстояние до места аварии – 80 км;
- Время готовности – 45 минут.

**Одна монтажная бригада может эффективно
обслуживать 280 км. ВСМ**



Примеры реализованных объектов

SIEMENS



- 1. Германия. Кёльн-Франкфурт (300 км/ч)
- 2. Голландия. ВSM Zuid (350 км/ч)
- 3. Китай. Пекин-Тяньджин (350 км/ч)
- 4. Различные участки в Испании (350 км/ч)



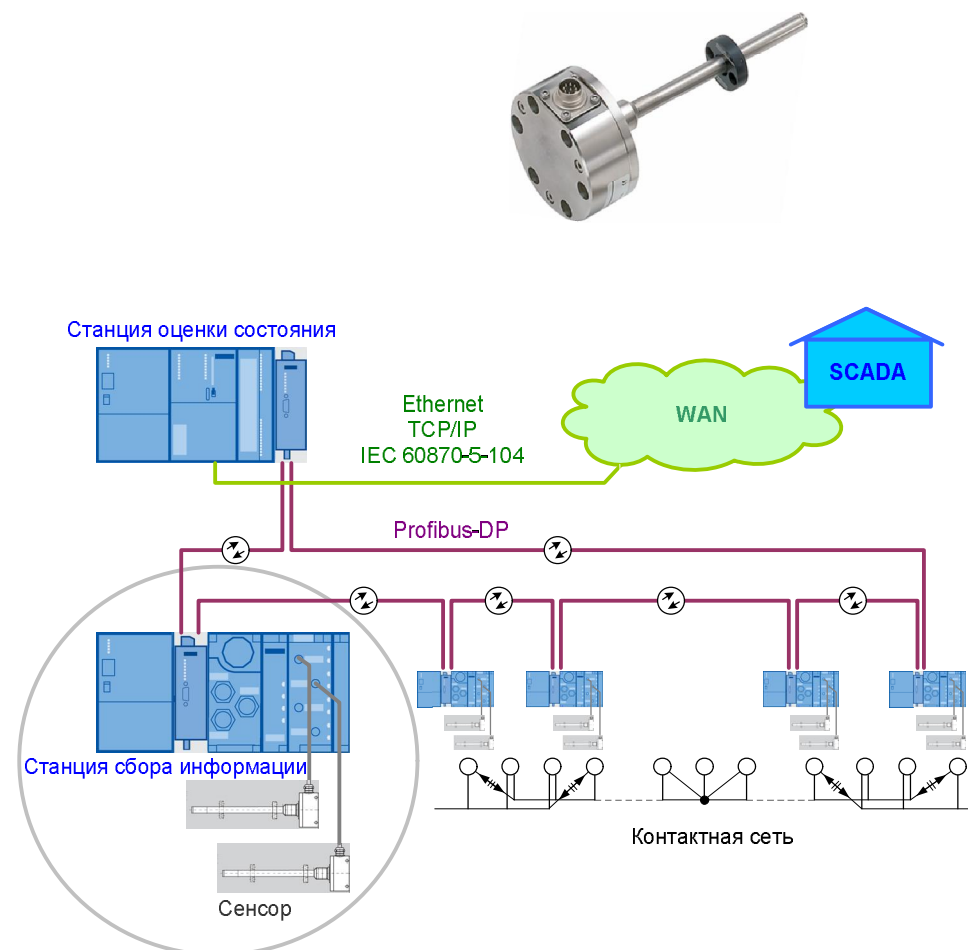
Специальные решения для контактной сети

Цикл лекций – «Высокоскоростное железнодорожное движение»

Sicat CMS – система мониторинга контактной сети

Назначение:

1. Определения места обрыва проводов (точность – анкерный участок);
2. Различия устойчивого и проходящего КЗ;
3. Постоянное измерение силы натяжения;
4. Мониторинг взаимодействия контактной сети и токоприёмника.



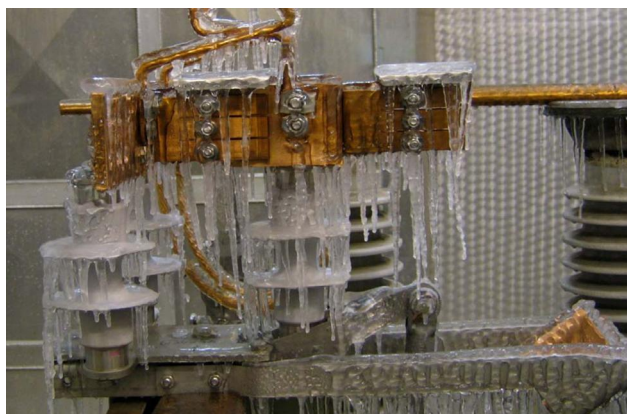
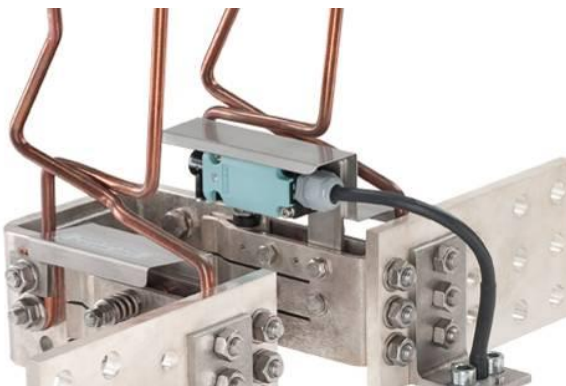
Sicat DMS – система мониторинга разъединителя

Sicat DMS – система мониторинга
разъединителей контактной сети

Назначение:

Мониторинг следующих
устройств и
компонентов:

- Положение
разъединителя;
- Целостность тяги;
- Работоспособность
привода.



Sicat AES – система автоматического заземления контактной сети

SIEMENS

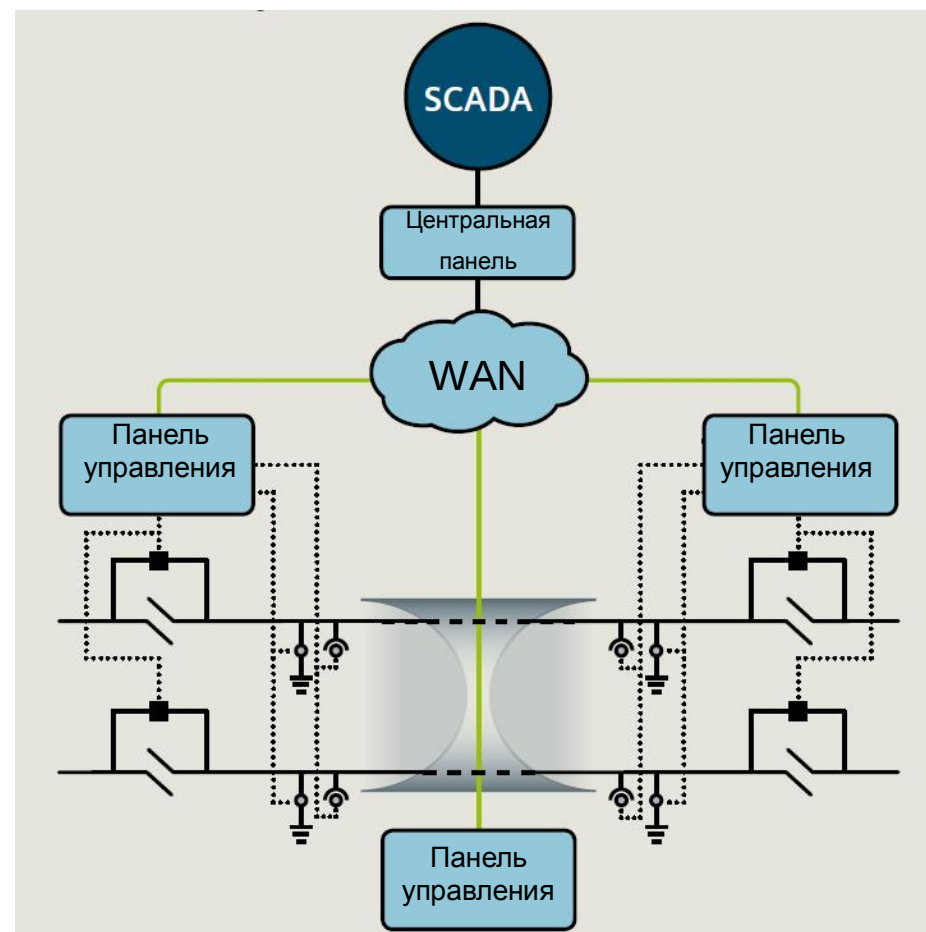
Sicat AES – система автоматического заземления контактной сети тоннельных комплексов

Назначение:

1. Двухстороннее отключение контактной сети тоннеля от источника питания;
2. Защита от АПВ (автоматическое повторное включение);
3. Заземление тоннельного участка контактной сети;
4. Самодиагностика и мониторинг.

Преимущества:

1. Быстрое отключение от источника питания;
2. Быстрое и безопасное обслуживание контактной сети;
3. Sitras AES подходит как для систем постоянного, так и для систем переменного тока;
4. Использование только стандартных элементов контактной сети без дополнительных разработок.



Тяговые подстанции 27,5 кВ и 2х25 кВ – основное решение для электроснабжения ВСМ

Цикл лекций – «Высокоскоростное железнодорожное движение»

Системные требования для тяговых подстанций BSM

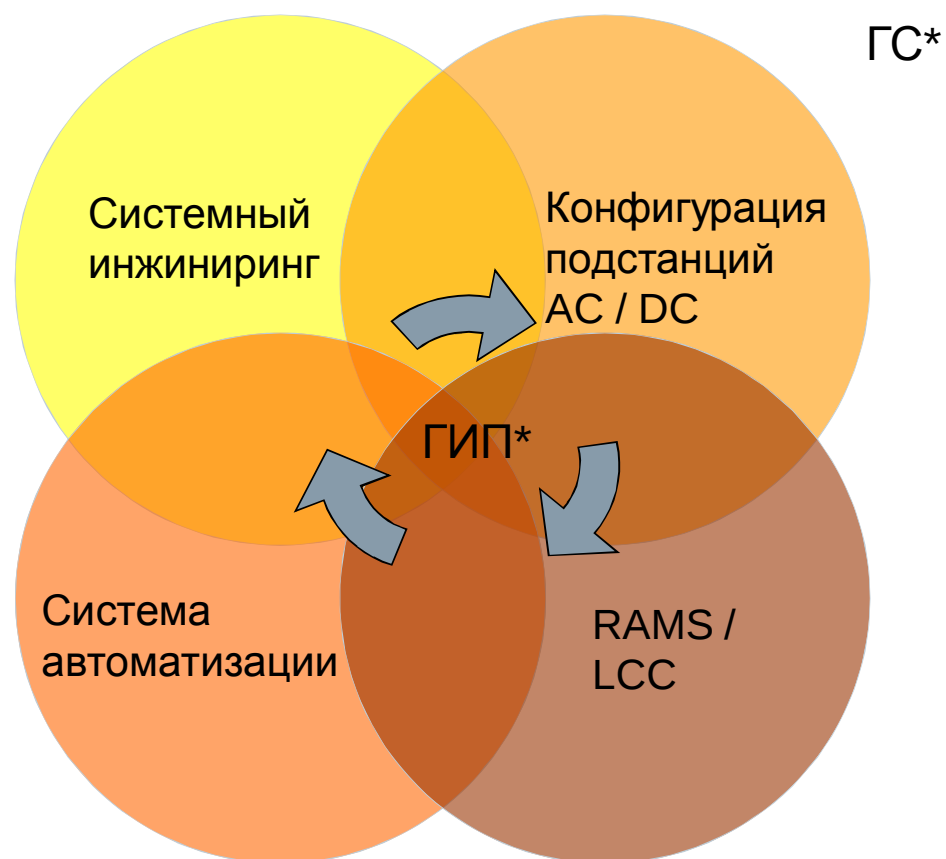


Организация:

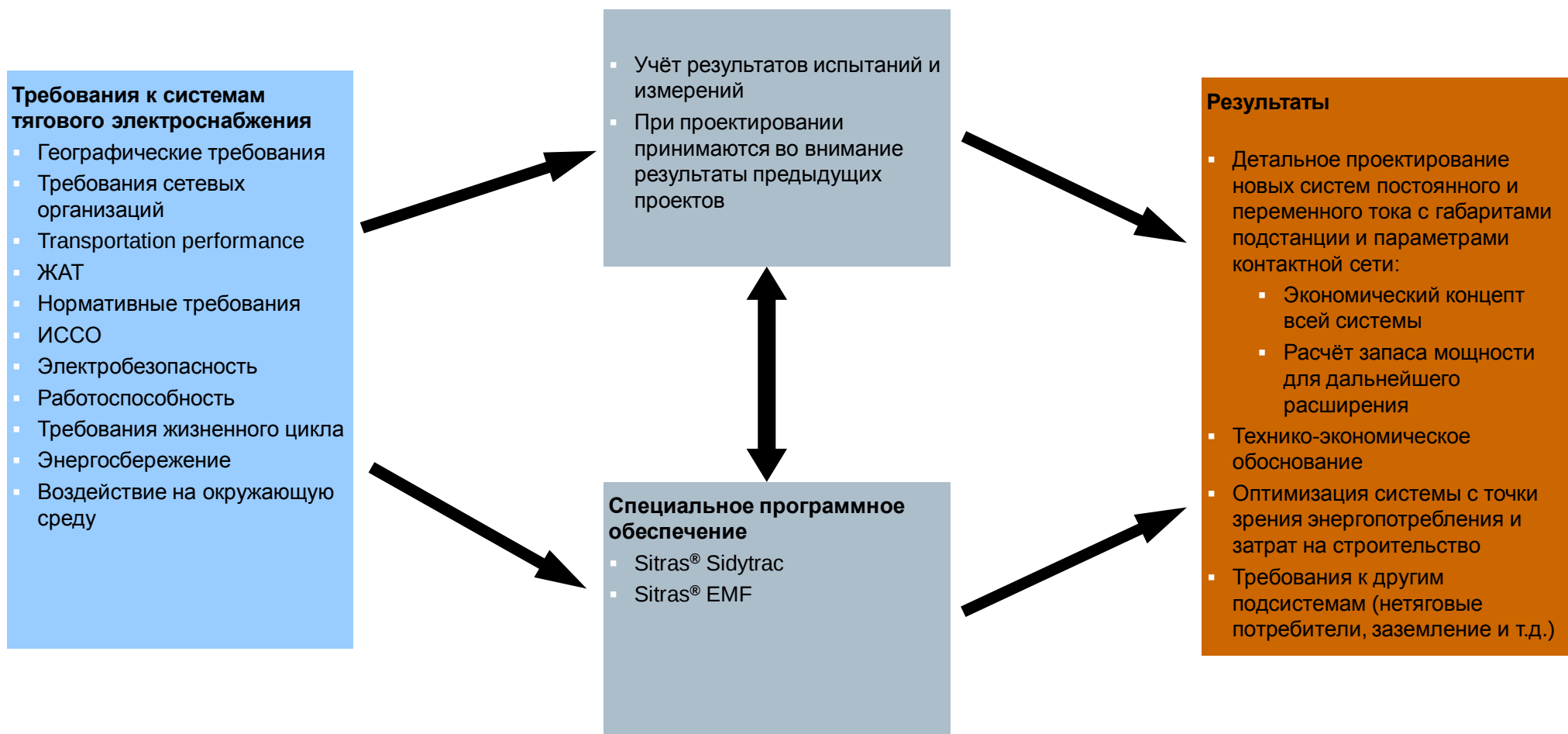
- Системный инжиниринг
- Конфигурация подстанций (постоянный ток)
- Конфигурация подстанций (переменный ток)
- Система автоматизации
- RAMS/LLC

ГИП* - Главный инженер проекта

ГС* - Главный специалист по системам тягового электроснабжения



Системное проектирование тяговых подстанций



Sitras Sidytrac – программное обеспечение для расчёта систем тягового электроснабжения

SIEMENS

С помощью программы **Sitras® Sidytrac** проектирование становится более универсальным и автоматизированным, поэтому возрастает эффективность работы и уменьшается вероятность возникновения ошибок

■ Общая структура системы:

- Моделирование подвижного состава и сетевой расчёт систем постоянного/переменного тока;
- Оптимизация концепта электроснабжения;
- Определение места расположения подстанций;
- Расчёт энергопотребления ж/д линии;
- Расчёт и оценка непредвиденных работ;
- Расчёт нагрузок контактной сети, шин, распределительных устройств и трансформаторов;
- Расчёт полных сопротивлений системы и распределения потенциала вдоль линии;
- Оценка эффективности применения инверторов и накопителей энергии (для систем постоянного тока);
- Расчёт токораспределения в контактной сети.



Критерии выбора основного оборудования

Критерии выбора (на основе моделирования в Sidytrac)

Термические:

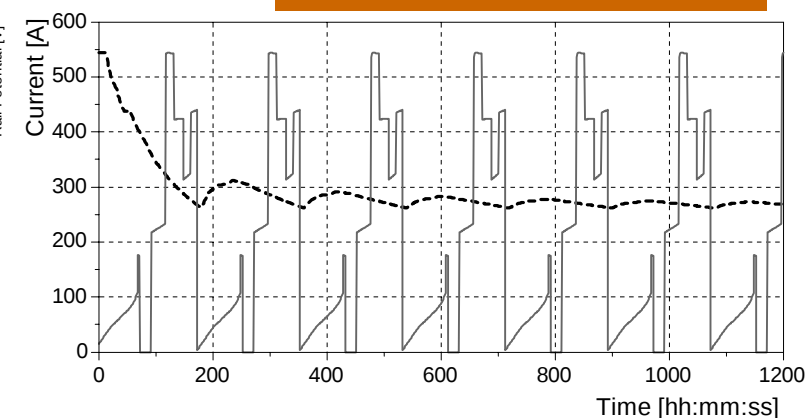
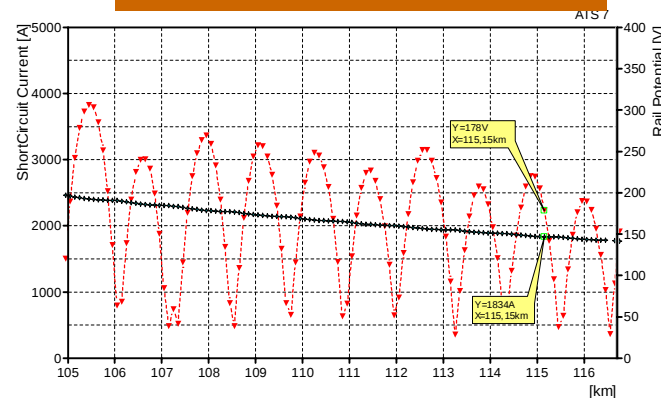
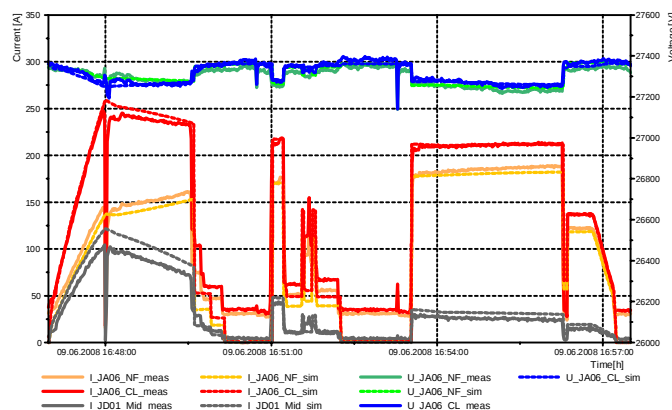
1. Эксплуатационные нагрузки и перегрузки
2. Термический ток короткого замыкания

Механические:

1. Динамический ток короткого замыкания

Электрические:

1. Изоляция
2. Перенапряжения

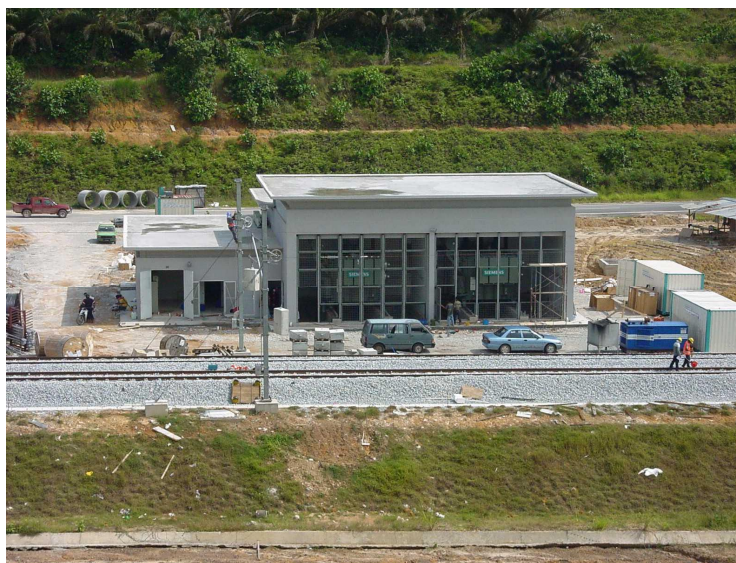


Распределительные устройства 110/220 кВ

SIEMENS



ОРУ (открытые распределительные устройства)



ЗРУ (закрытые распределительные устройства)



КРУЭ (комплектные распределительные устройства с элегазовой изоляцией)

Тяговые понижающие трансформаторы

SIEMENS



Трёхфазный трансформатор с масляной изоляцией 110/35/27,5 кВ



Однофазный тяговый трансформатор с масляной изоляцией 110/27,5 кВ

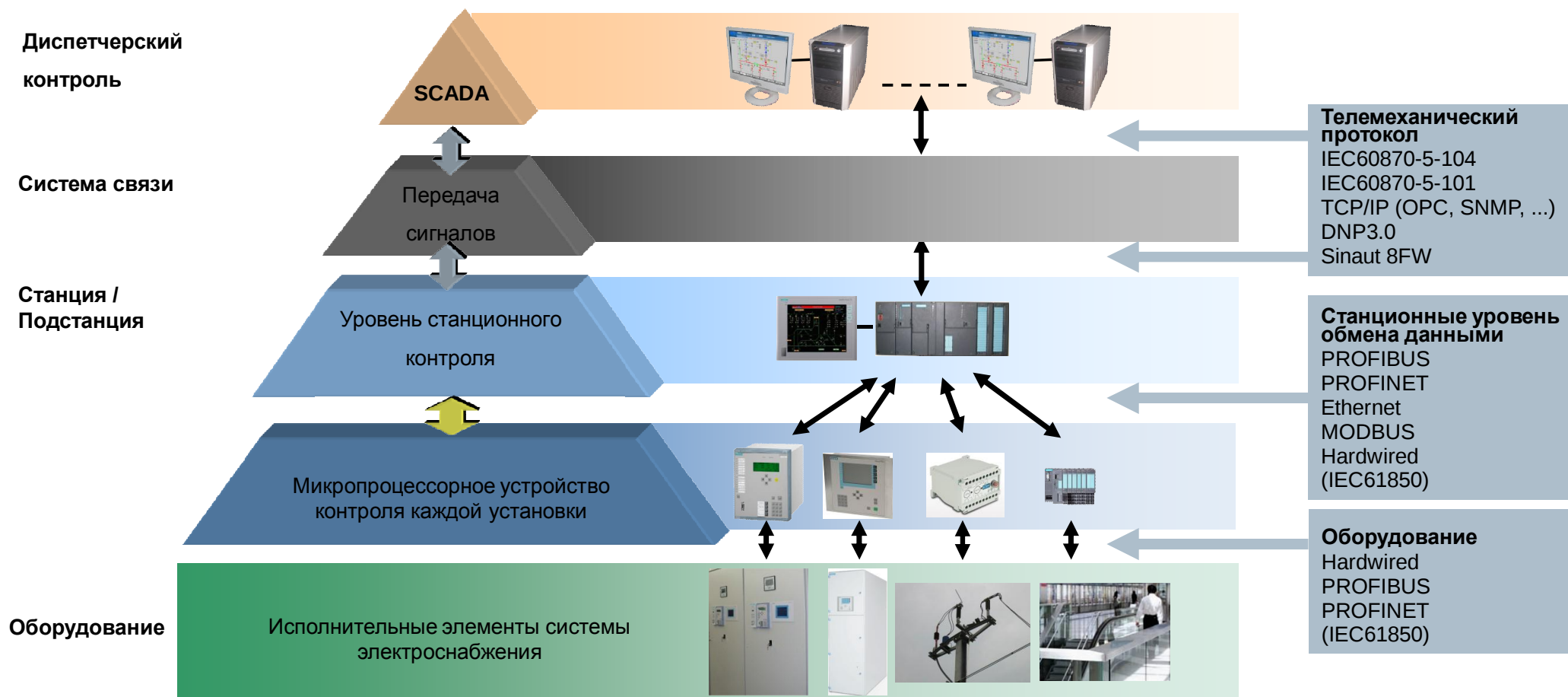
Тяговые распределительные устройства 27,5 и 2х25 кВ

SIEMENS



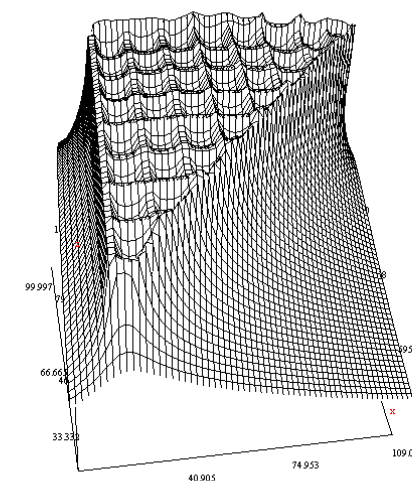
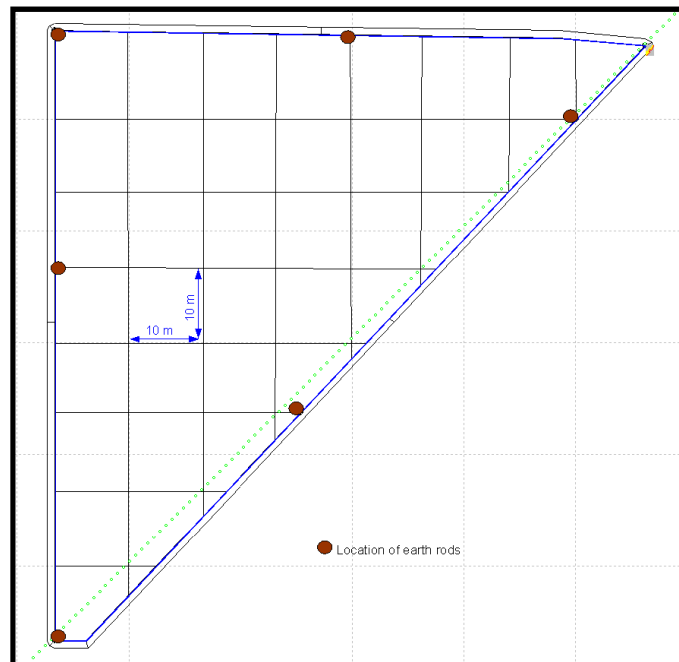
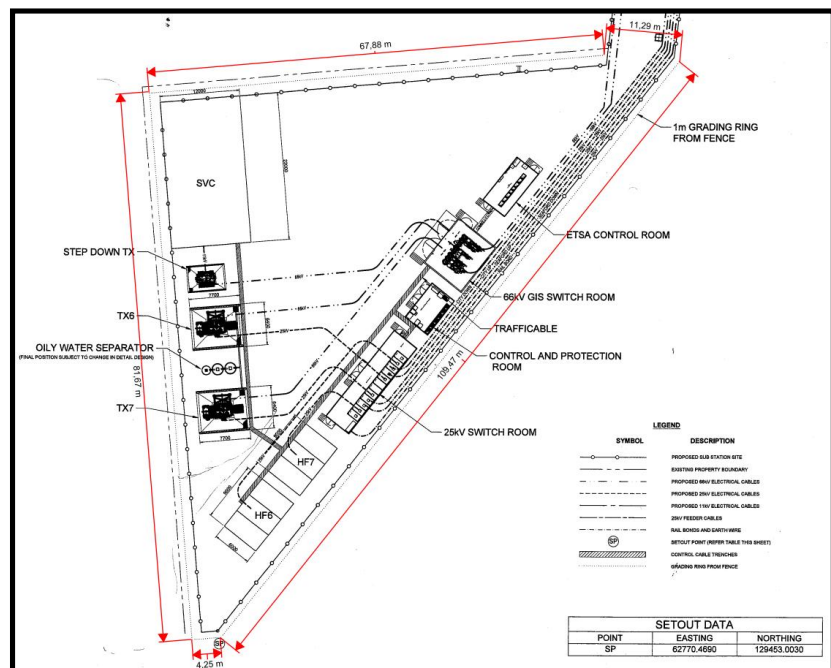
Тяговые распределительные устройства с твёрдой, элегазовой и воздушной изоляцией

Система дистанционного контроля



Организация контура заземления

SIEMENS



Планировка подстанции

Контур заземления

Распределение потенциала

Специальные решения для тяговых подстанций ВСМ

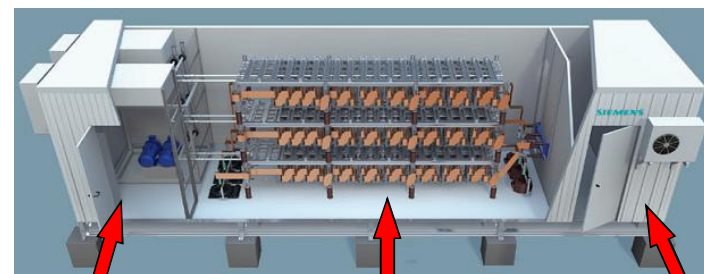
Цикл лекций – «Высокоскоростное железнодорожное движение»

Siemens SVC plus R– компенсатор реактивной мощности

SIEMENS



Назначение – обеспечение качества характеристик напряжения в точке подключения тяговой подстанции к питающей сети 110 (220) кВ.



Охлаждение



IGBT модуль



Управление

Sitras SAB– активное симметрирующее устройство

SIEMENS



Назначение – контроль токовой нагрузки по вводам тяговой подстанции (или тягового РУ). Обеспечение активного контроля равномерного распределения однофазной тяговой нагрузки по трем питающим фазам подстанции. Компенсация реактивной мощности.

IGBT модуль



Силовой блок

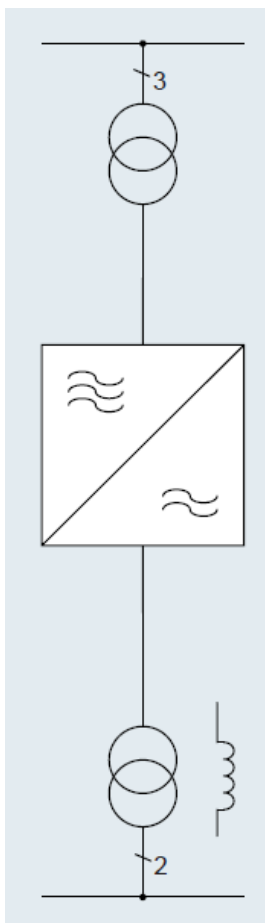


Преобразователь

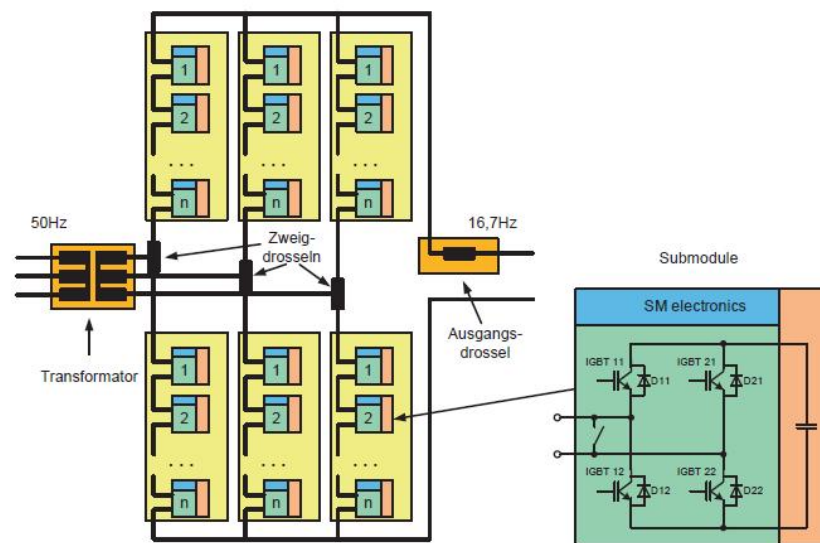


Станция преобразования частоты Sitras SFC

SIEMENS



Трёхфазная питающая сеть 10 – 400 кВ
Частота 50/60 Гц

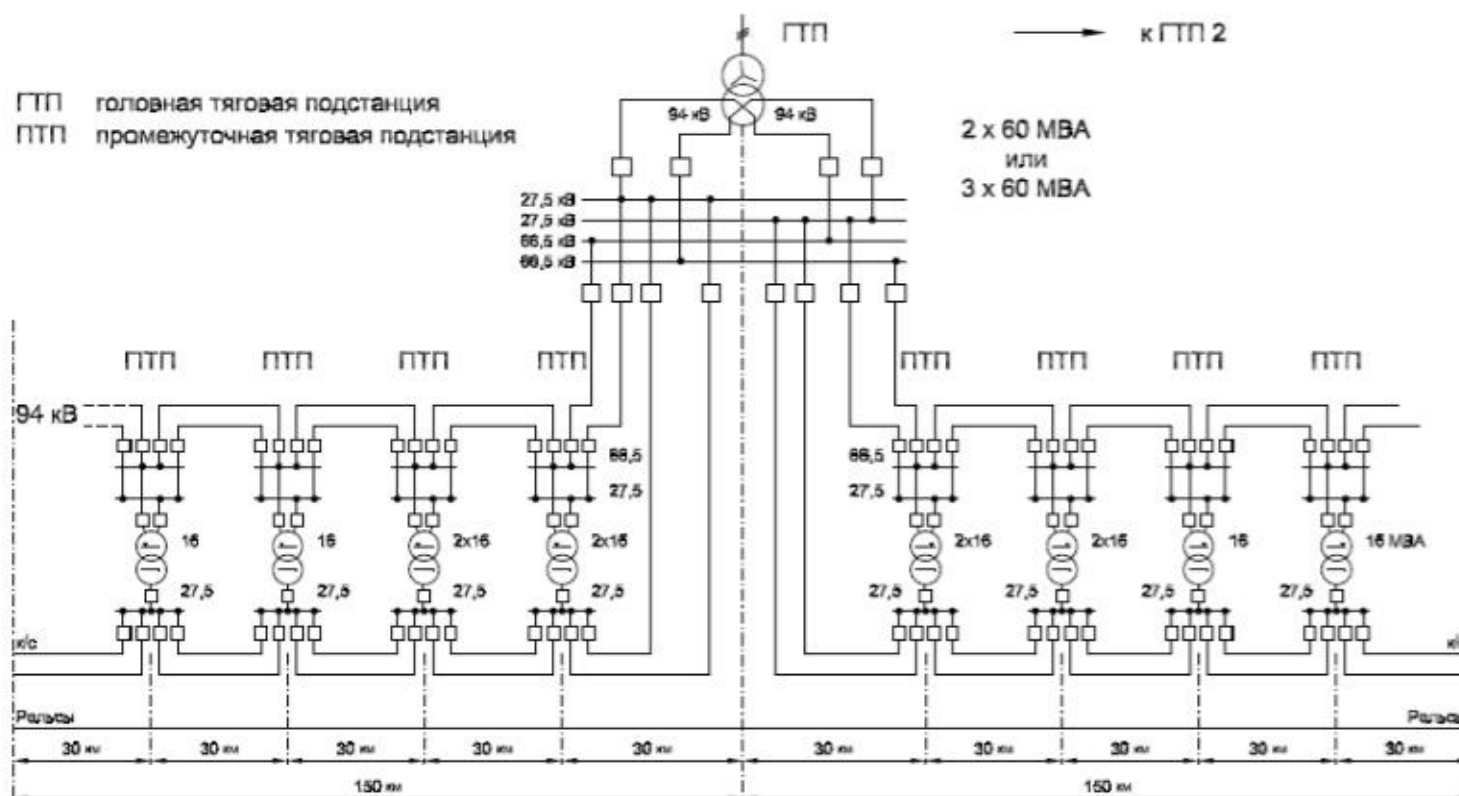


Однофазная тяговая сеть с частотой
16,7/25/50/60 Гц

Совершенствование систем тягового электроснабжения. Система 94 кВ – новое решение в электроснабжении

Цикл лекций – «Высокоскоростное железнодорожное движение»

Основная информация



Система тягового электроснабжения 94 кВ – система с симметрирующим трансформатором, расположенным на головной тяговой подстанции (ГТП), и промежуточными тяговыми подстанциями (ПТП).

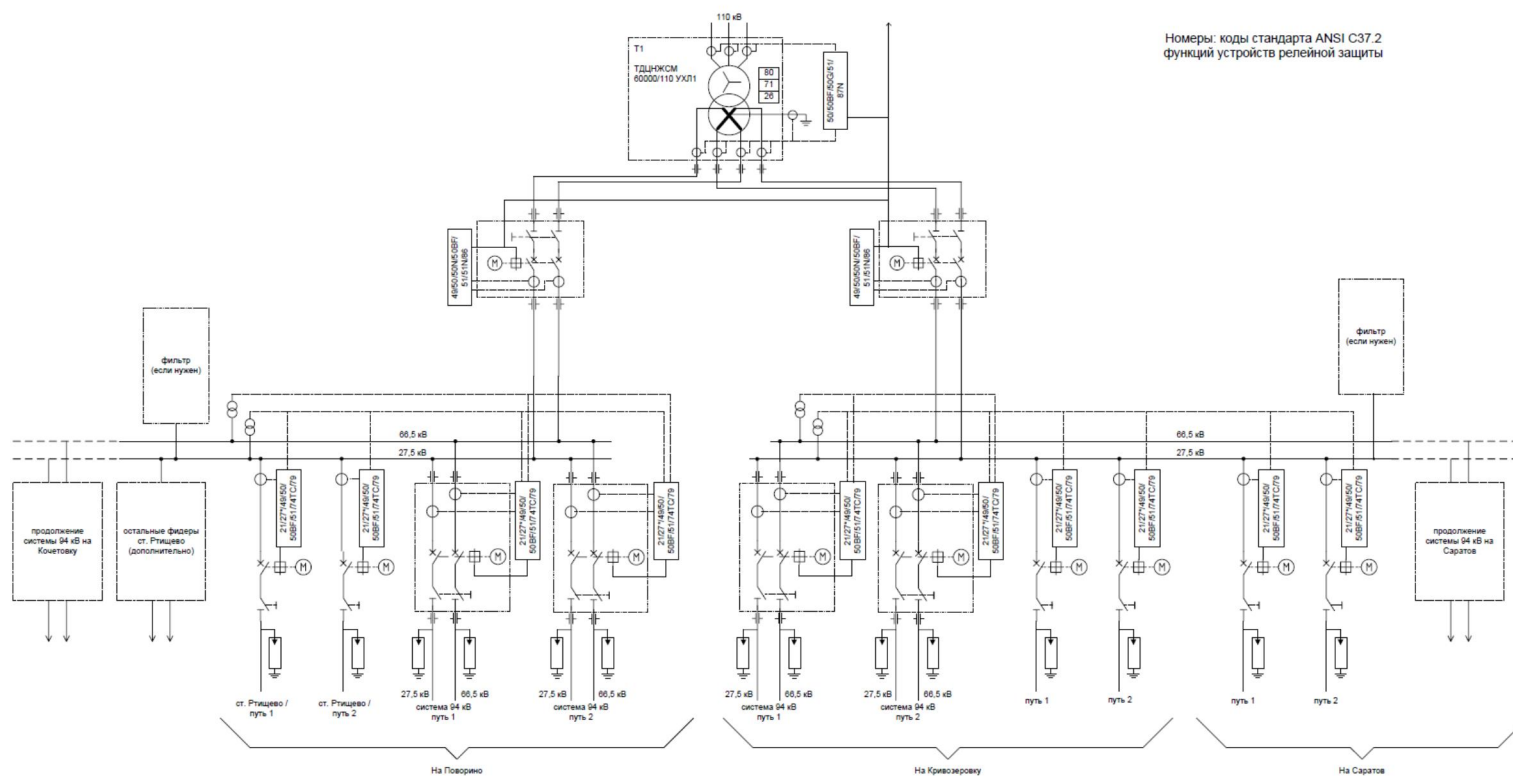
Особенности:

1. Плечё питания – 200-300 км.
2. Продольные питающие линии повышенного напряжения (94 кВ).
3. Стандартный подвижной состав.
4. Равномерная нагрузка питающей сети.
5. Минимизация количества нейтральных вставок.

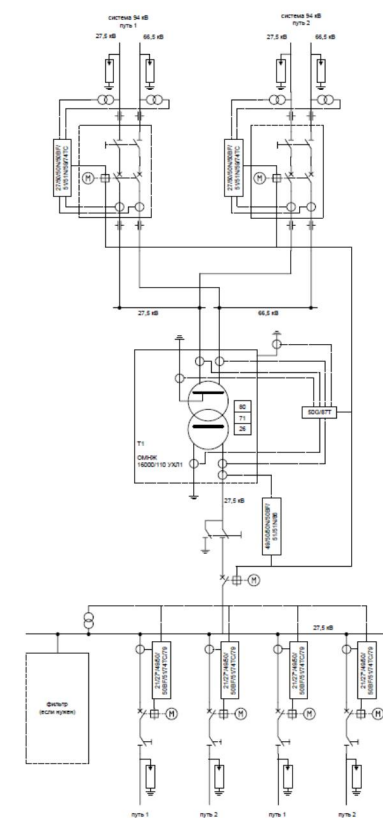
Конфигурация ГТП и ПТП

SIEMENS

ГТП



ПТП



Преимущества перед другими системами

Параметр	94 кВ	27,5 кВ	2x25 кВ
Количество подстанций, питающихся от сетей 220 (110) кВ, шт.	2	9	7
Количество промежуточных подстанций автотрансформаторных станций и постов секционирования, шт.	11	16	40
Общая установленная мощность трансформаторов, включая резервы, мВА	560	800	1160
Несимметрия высоковольтной сети из-за ж/д, %	0,5-0,7	2,5-3	прибл.2
Контактная сеть - контактный провод/ несущий трос/ ДП, шт.	1/1/2	1/1/1	1/1/1
Количество нейтральных вставок в контактной сети	4	18	14
Стоимость линий 110 кВ, необходимых для питания подстанций, млрд.руб.	0,5	1,1	0,9
Стоимость подстанций, автотрансформаторных пунктов млрд.руб.	14,3	14,9	>14,9
Стоимость контактной сети и постов секционирования, млрд.руб.	2,7	2,9	>2,9
Суммарная стоимость, млрд. руб.	17,5	18,9	>18,7

Сравнение проведено на участке Карымская – Забайкальск (353 км) с массой поездов от 1800 до 8000 тонн

Пример реализованного объекта. VSM Zuid, Голландия

Цикл лекций – «Высокоскоростное железнодорожное движение»

Информация о объекте VCM Zuid



- Хоффорд
- Нордельик, Голландия
- Туннель "Groene Hart"
- Мидден, Голландия
- Роттердам
- Барендрехт
- Роттердам
- Голландия, Юг
- Бреда
- Брабант, Север
- Брабант, Юг

Техническая информация

SIEMENS

Двухпутная линия общей протяжённостью 98 км.;

Скорость:

- Международные поезда 350 км\ч;
- Региональные поезда 220 км\ч;

Минимальное время между поездами - 180 секунд;

Максимальная пропускная способность - 20 поездов в час в одном направлении;

Максимальный подъём - 25 ‰;

Протяжённость тоннелей - 17,9 км;

Протяжённость мостов и виадуков - 8,4 км;

Ровная поверхность - 25% общей протяжённости линии;

Сооружения - 75% общей протяжённости линии.



Объём работ

SIEMENS

Разработка, поставка, инсталляция, проектный менеджмент и ввод в эксплуатацию следующих систем:

1. Тяговые подстанции и контактная сеть;

- СТЭ 2X25 кВ переменного тока и 1500 В постоянного тока;
- Автотрансформаторные станции (7 шт.);
- Контактная сеть Sicat HA;
- Участки стыкования двух родов тока (5 шт.);
- Нейтральные вставки (3 шт.);
- Система автоматизации – SCADA.

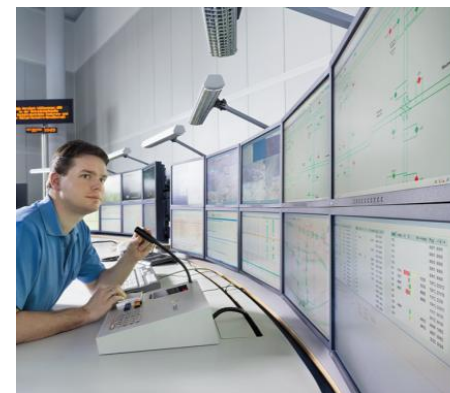
2. Связь;

3. Сигнализация;

4. ETCS;

5. Дополнительное оборудование.

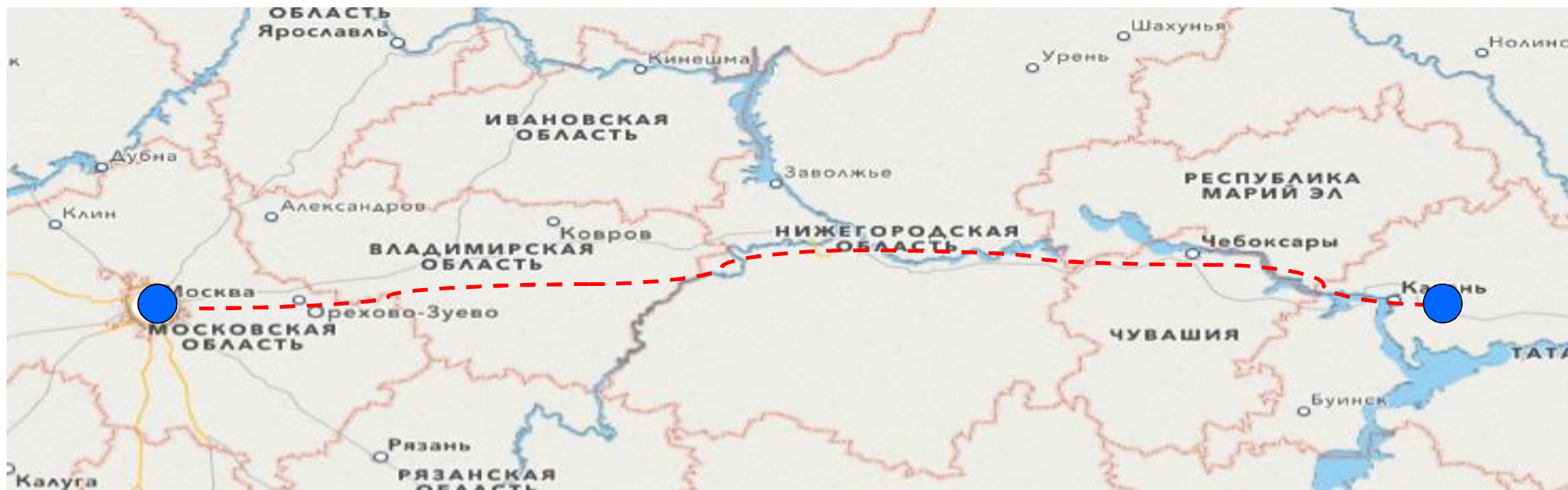
25 лет сервисного обслуживания.



Предложения для проекта ВСМ Москва-Казань

Цикл лекций – «Высокоскоростное железнодорожное движение»

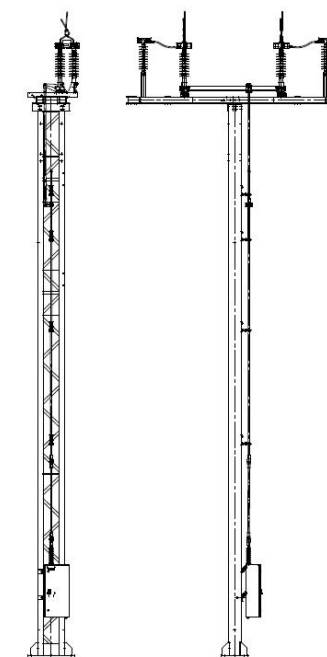
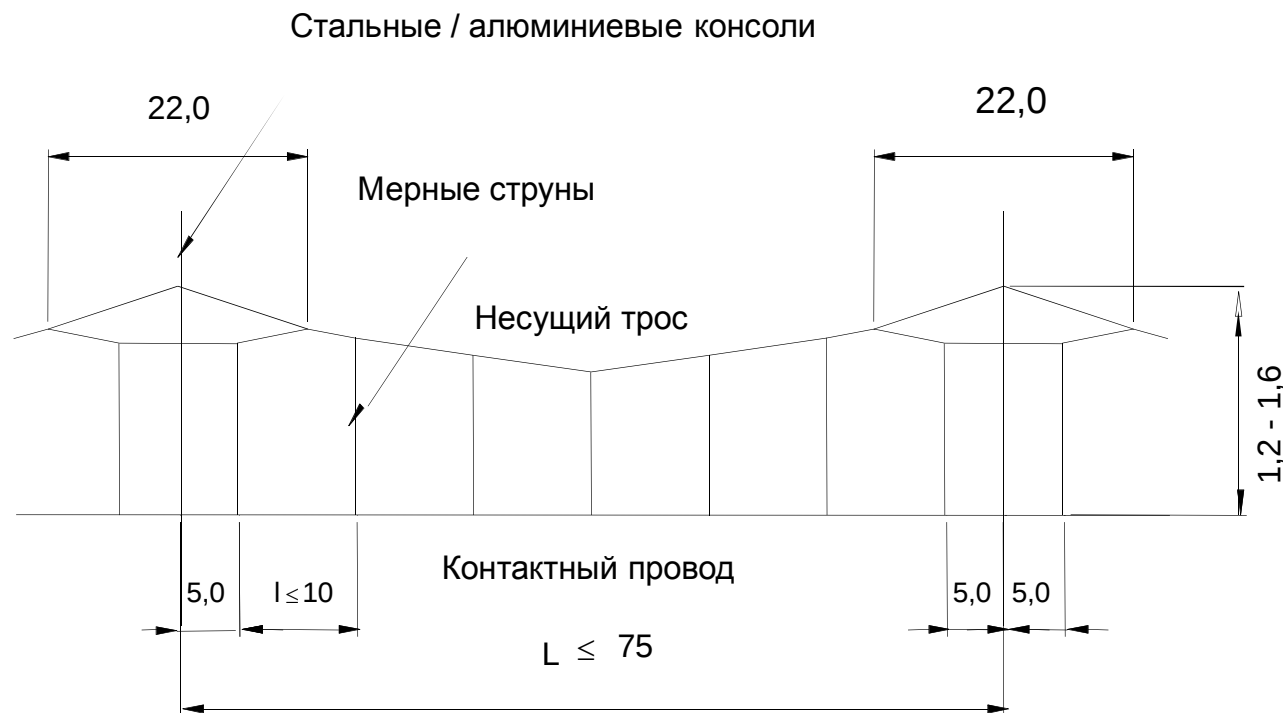
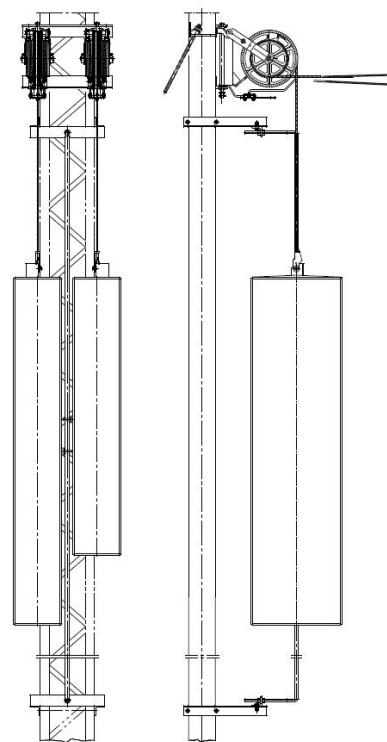
ВСМ Москва-Казань



Длина участка – 756,2 км
Максимальная скорость - <400 км/ч
Время в пути – 3 часа 30 минут

Более 340 искусственных сооружений
Около 800 разноуровневых пересечений
Пересечения с реками Ока, Сура и Волга

Sicat HA 400 - контактная сеть для ВСМ России



Контактный провод:	AC120 CuMg / AC 150 CuMg
Несущий трос:	BzII 120
Максимальная длина анкерного участка:	≤ 2000 м
Максимальная скорость:	400 км/ч
Срок эксплуатации:	> 2 миллиона проходов токоприёмника

**Система полностью
адаптирована для
применения на
территории Российской
Федерации**

Заключение

Цикл лекций – «Высокоскоростное железнодорожное движение»

Заключение

1. Десятилетний опыт испытаний и эксплуатации систем ВСМ по всему миру;
2. Адаптированное к условиям эксплуатации в России оборудование;
3. Sicat HA 400 – контактная сеть ВСМ;
4. Комплексный подход на всех этапах реализации проекта ВСМ;
5. Надёжность всех подсистем инфраструктуры;
6. Долголетнее сотрудничество с университетами, проектными институтами и монтажными организациями.



Вопросы?

Цикл лекций – «Высокоскоростное железнодорожное движение»