



SIEMENS

Акционерное Общество
Русскихъ Электротехническихъ Заводовъ
СИМЕНСЪ и ГАЛЬСКЕ

Московский Государственный Университет Путей Сообщения (МИИТ) 25.03.2016

«Высокоскоростное железнодорожное движение»
Цикл лекций президента «Сименс» в России Дитриха Мёллера

Содержание цикла лекций



- 09. 12. 2015 Общий обзор высокоскоростного движения, история развития и высокоскоростные поезда в Германии;
- 12. 02. 2016 Системы железнодорожной автоматизации и связи;
- **25. 03. 2016 Электрификация и электроснабжение;**
- 15. 04. 2016 Управление и финансирование проектов высокоскоростных магистралей ; проект-менеджмент и социально-экономические аспекты

Содержание лекции



- Краткое содержание предыдущих лекций;
- Развитие тягового электроснабжения
- Sicat - инновационные решения для контактных сетей
- Sicat HA – этапы реализации контактной сети ВСМ;

- Тяговые подстанции 27,5 кВ и 2x25 кВ – основные решения для электроснабжения ВСМ;
- Совершенствование систем тягового электроснабжения - Система 94 кВ;

- Электрификация и электроснабжение для ВСМ - реализованный объект и предложения для проекта Москва-Казань



SIEMENS

Акционерное Общество
Русскихъ Электротехническихъ Заводовъ
СИМЕНСЪ и ГАЛЬСКЕ

Цикл лекций - «Высокоскоростное железнодорожное движение»

Краткое содержание предыдущей лекции

Этапы развития высокоскоростного железнодорожного транспорта

- 1903г. экспериментальный поезд с оборудованием Siemens-Halske развил скорость 206 км./ч.
- 1964г. Япония, высокоскоростной поезд Shinkansen между Токио и Осака, скорость до 210 км./ч.
- Высокоскоростная магистраль Париж-Леон с поездами TGV, скорость до 260 км./ч.
- 1991г. Линия Ганновер-Вюрцбург с поездами ICE1, скорость до 280 км./ч.
- 1992г. Высокоскоростная магистраль Мадрид-Севилья
- 2009 г. - регулярное сообщение высокоскоростных поездов «Сапсан», скорость до 250 км./ч..
(Электропоезда ЭР200 находились в эксплуатации с 1984г. до 2008г.)

1903 -
Германия

1964 -
Япония

1981 -
Франция

1991 -
Германия

1992 -
Испания

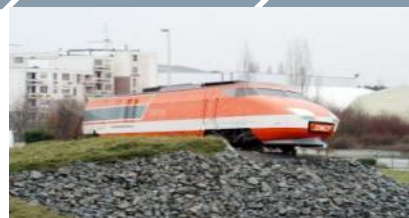
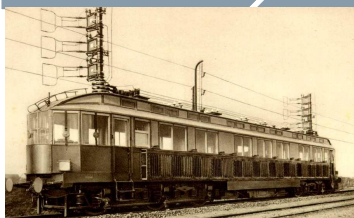
2001 -
Италия

2004 -
Корея

2008 -
Китай

2009 -
Россия

2014 -
Турция



Высокоскоростные железные дороги Германии



ICE 1



ICE 2



ICE 3



ICE T(TD)



Velaro D



ICE 4

Мировой опыт «Сименс» в проектах высокоскоростных поездов

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

ICE T / ICT 2 / ICE TD, с
1991г.

11 x 5-car EMU

60 x 7-car EMU

20 x 4-car DMU



ICE 3 + option
67 x 8-car EMU



Velaro D, 2014
16 x 8-car EMU



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

Россия, 2006

Velaro RUS

16 x 10-car EMU



Китай, 2005

Velaro CN

60 x 8-car EMU

Components for 237 EMU



Турция 2013

Velaro Turkey

7 x 8-car EMU



Англия 2013

Velaro e320

10 x 16-car EMU



Испания 2007

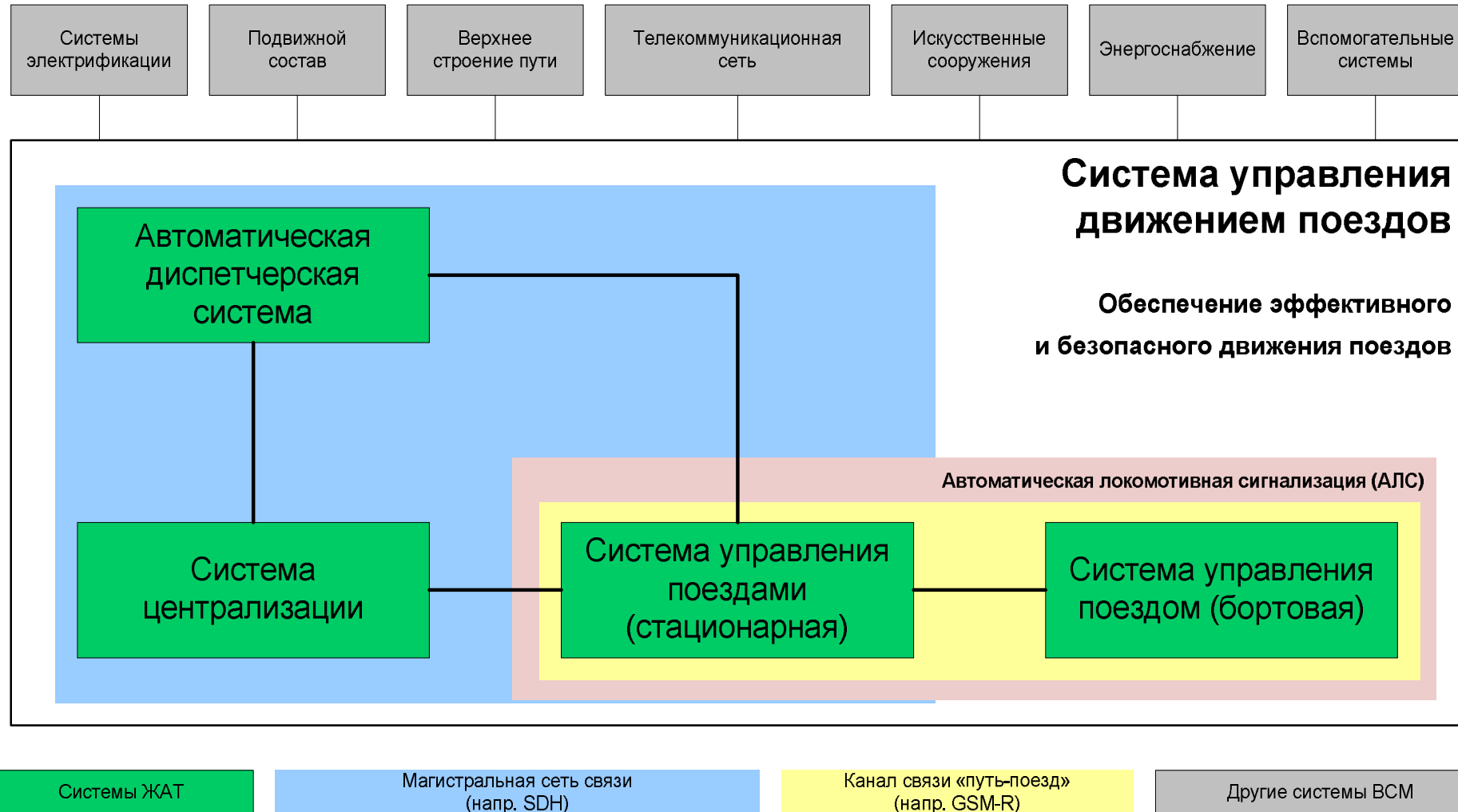
Velaro E / E2

26 x 8-car EMU



ICE® is a registered trademark of DB AG

Система железнодорожной автоматики и управления движением поездов в контексте высокоскоростного движения



The Siemens logo is displayed in a white box in the top left corner of the image. It consists of the word "SIEMENS" in a bold, teal, sans-serif font.

Акционерное Общество
Русскихъ Электротехническихъ Заводовъ
СИМЕНСЪ и ГАЛЬСКЕ

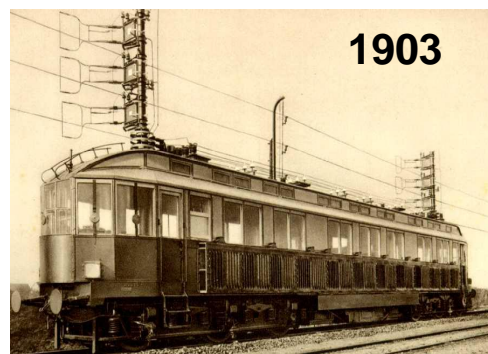
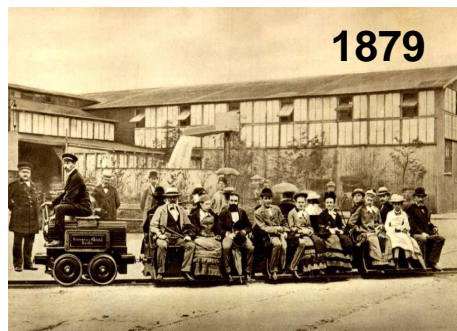
Цикл лекций - «Высокоскоростное железнодорожное движение»

Развитие тягового электроснабжения

Электрифицированные железные дороги

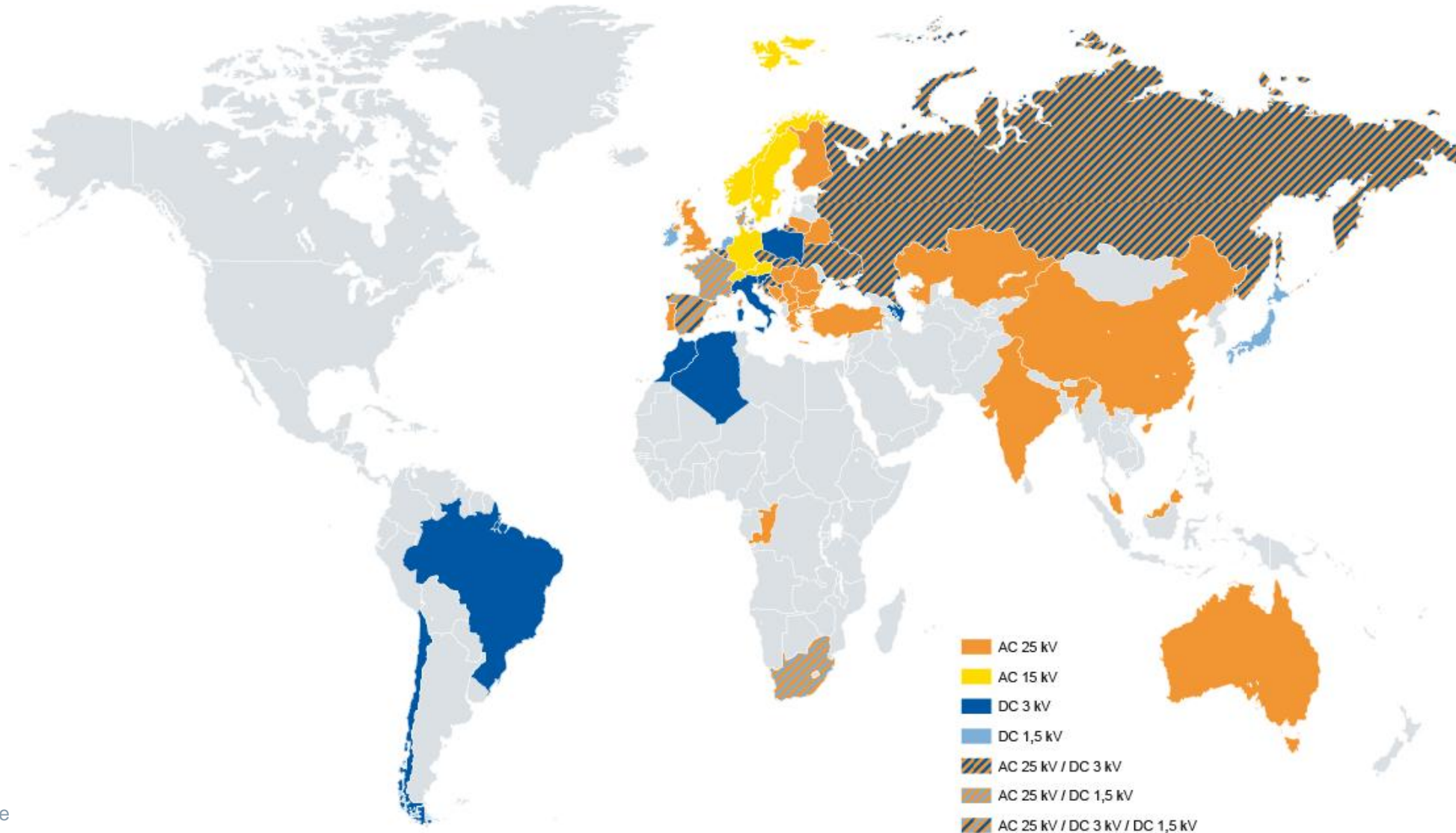


Этапы развития систем тягового электроснабжения

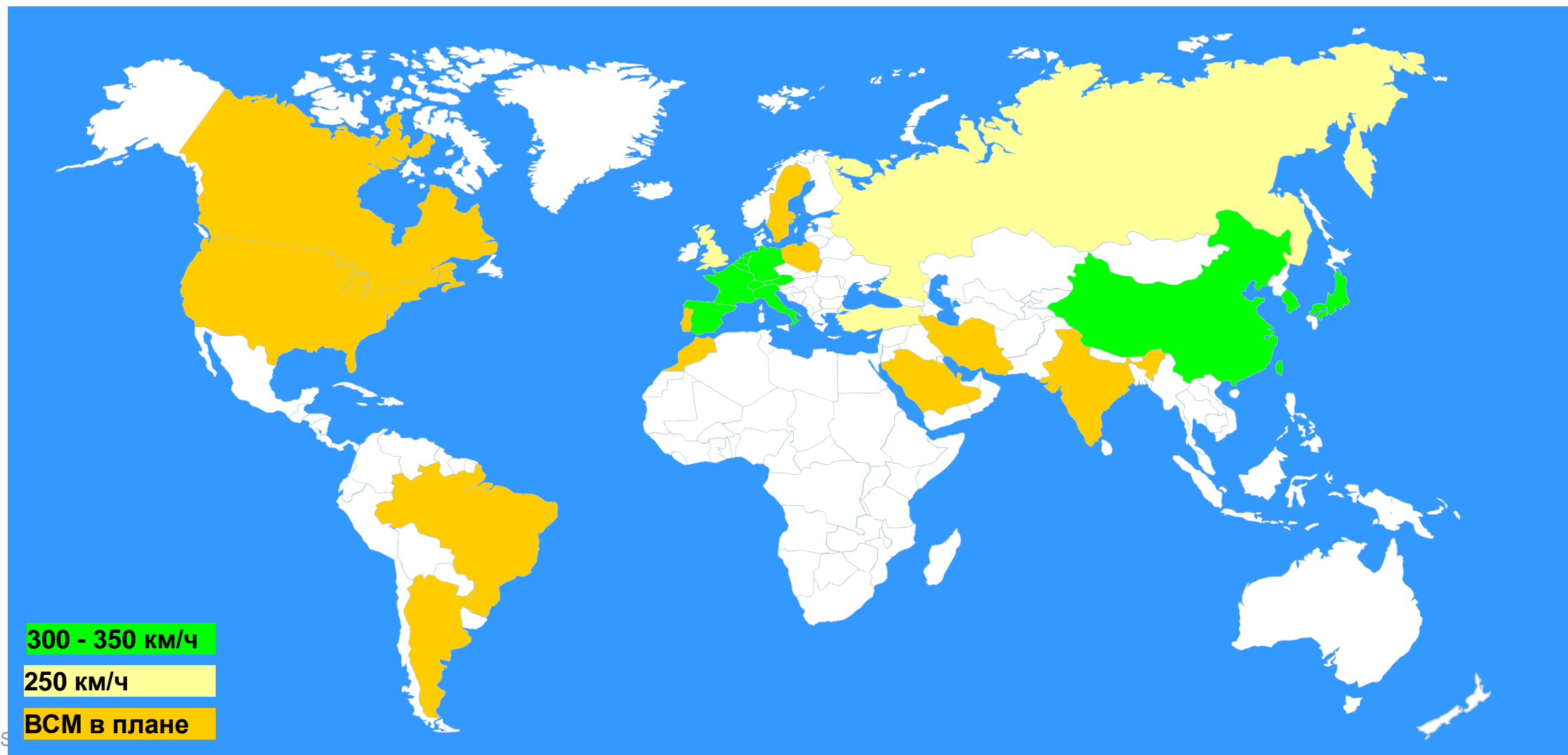


Первый локомотив на электрической тяге	1879
3-х фазный высокоскоростной поезд (210 км/ч)	1903
Первая GRP контактная сеть Siemens	1908
Первый статический частотный преобразователь	1933
Контактная сеть 200 км/ч	1970
Микропроцессорный терминал защиты	1991
Первое КРУЭ для тяговых подстанций	1997
Контактная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

Страны с электрифицированными железнодорожными линиями

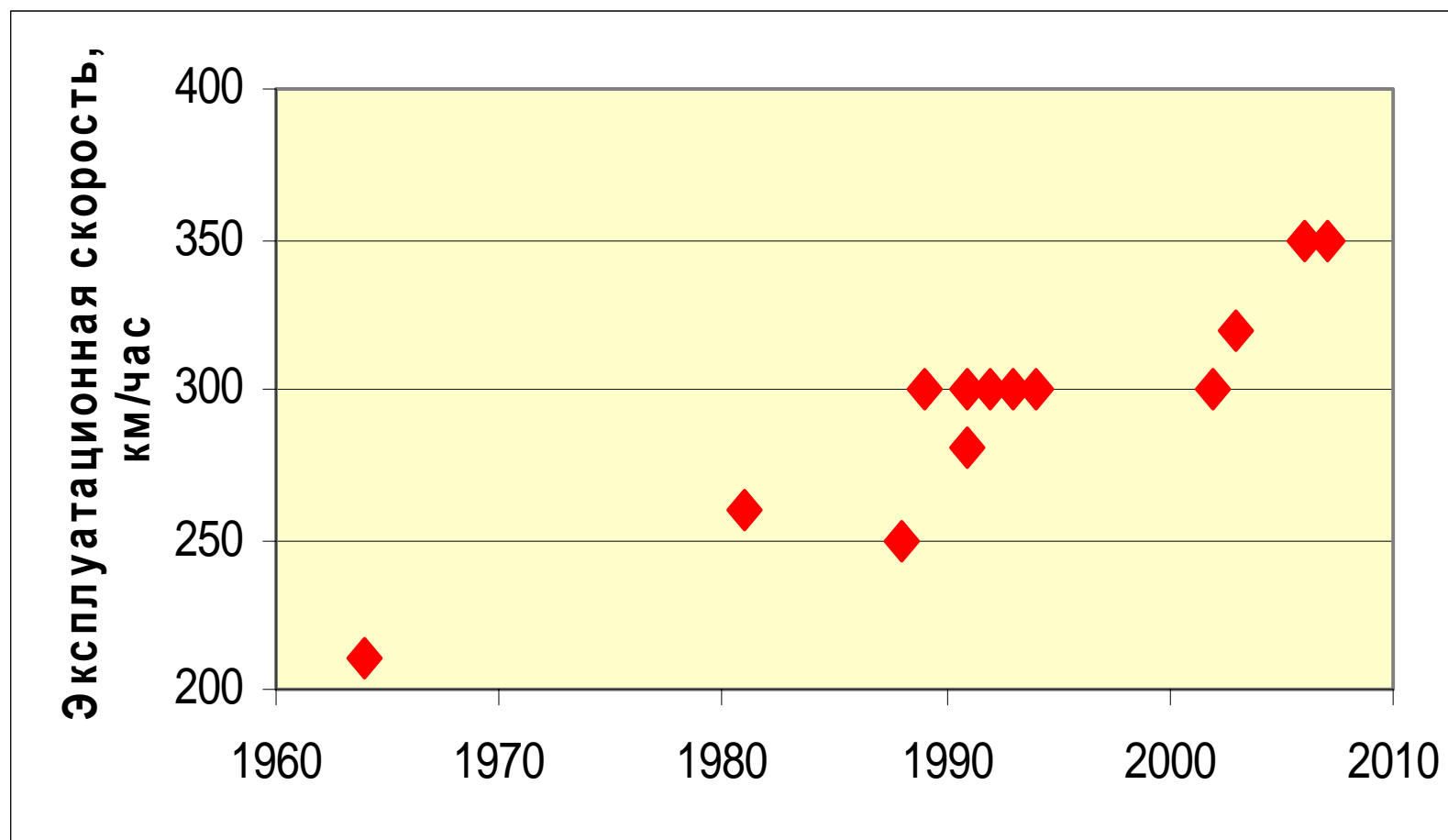


Страны с высокоскоростным движением 250-350 км/ч



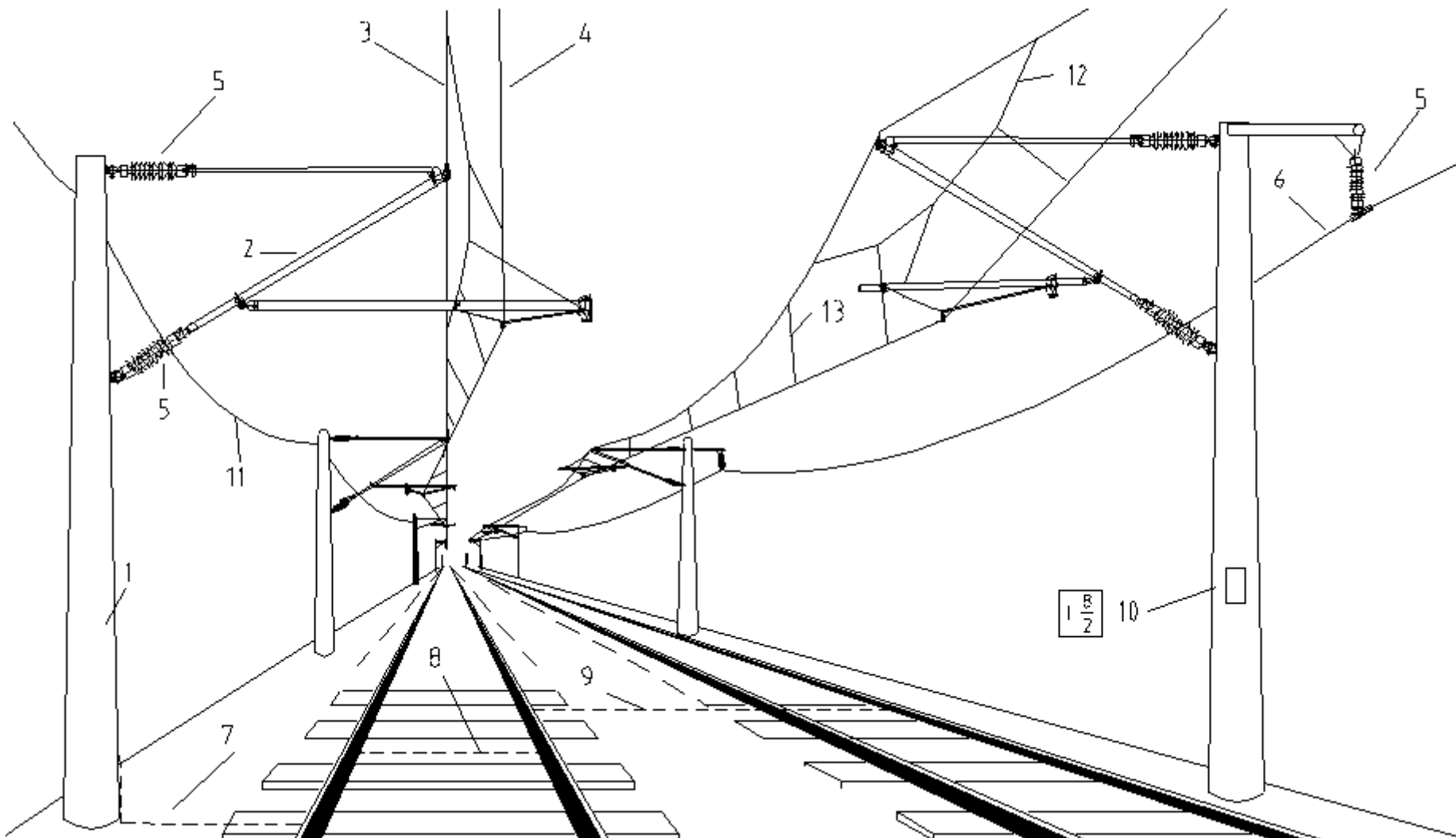
Этапы развития ВСМ в мире (по скорости)

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



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



SIEMENS

Акционерное Общество
Русскихъ Электротехническихъ Заводовъ
СИМЕНСЪ и ГАЛЬСКЕ

Цикл лекций - «Высокоскоростное железнодорожное движение»

Sicat – инновационные решения для контактных сетей

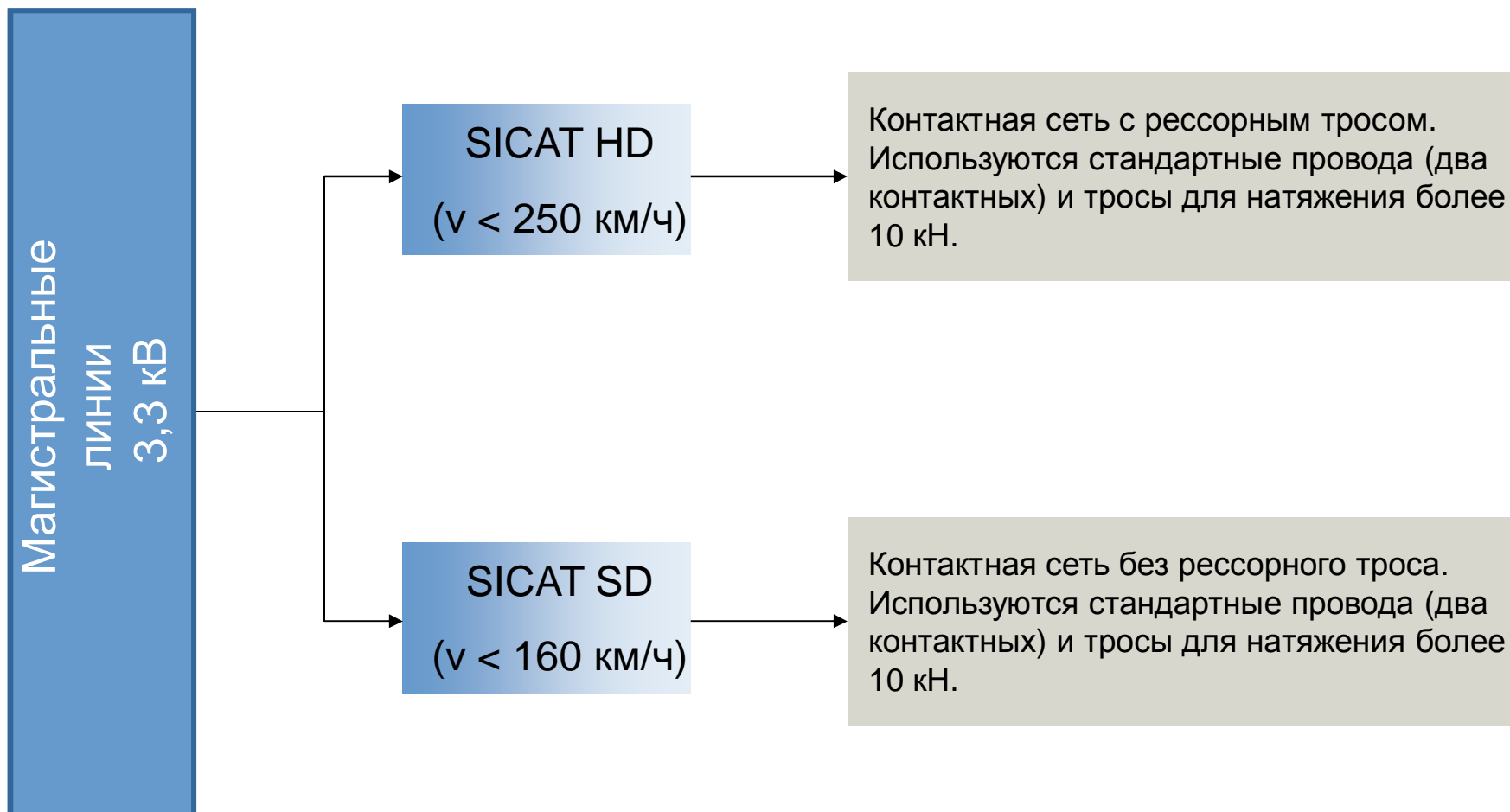
Sicat – инновационные решения для контактных сетей

Sicat = **Siemens Catenary System**



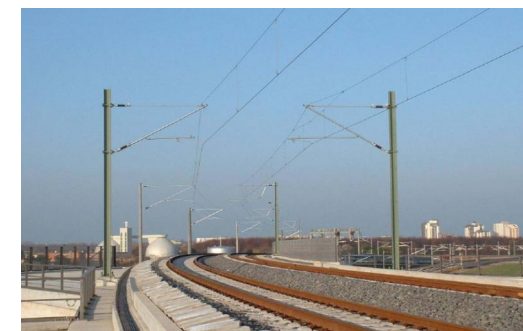
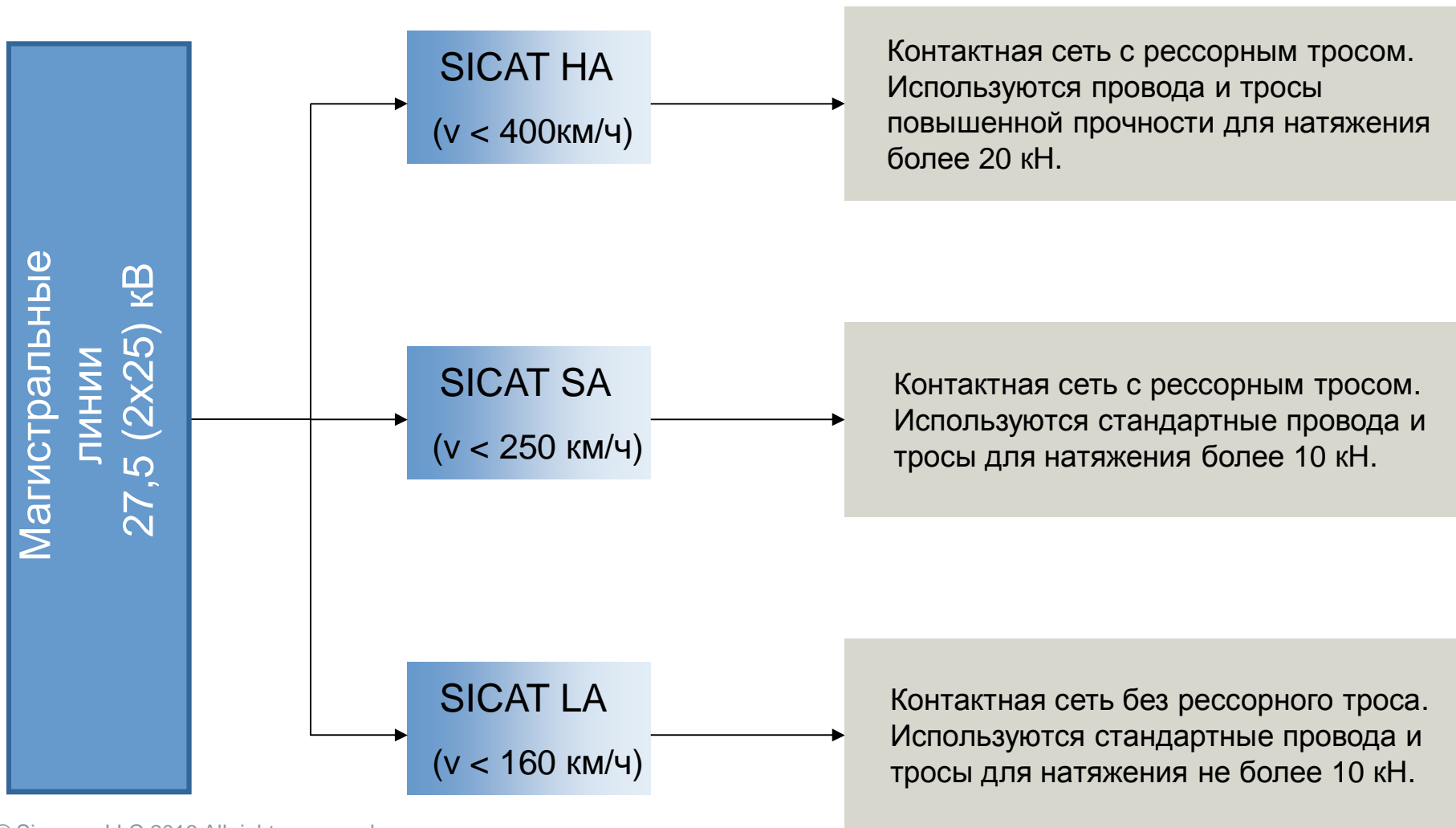
Sicat – инновационные решения для контактных сетей

Контактные сети постоянного тока



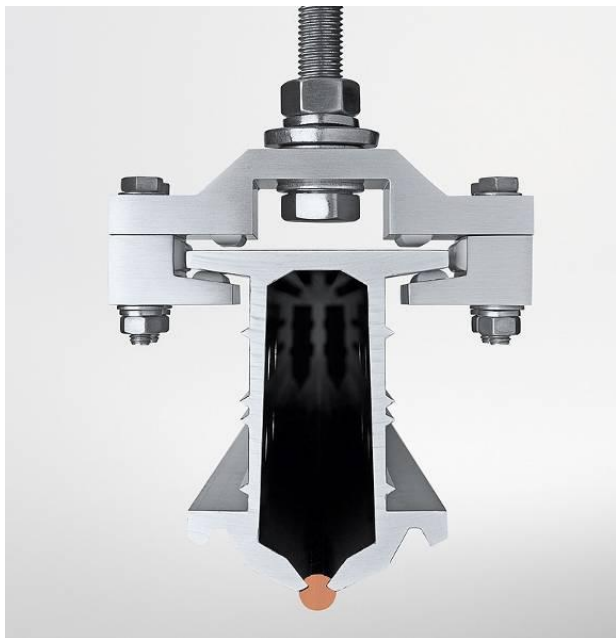
Sicat – инновационные решения для контактных сетей

Контактные сети переменного тока



Sicat – инновационные решения для контактных сетей

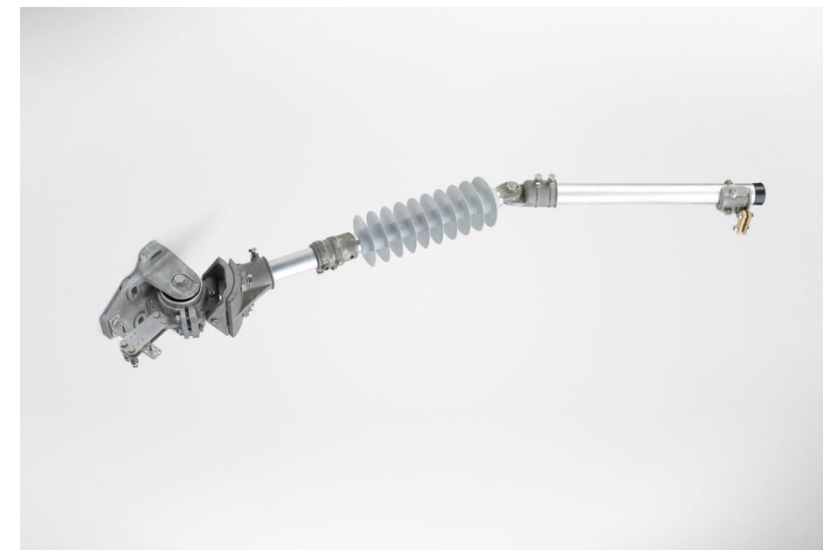
Специальные решения



Sicat SR – система жёсткой контактной подвески



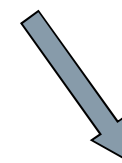
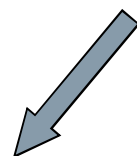
Sicat SX – система контактной подвески с увеличенной длиной пролёта



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

Типы тяговых подстанций

Тяговые подстанции



Переменный ток

60 Гц

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

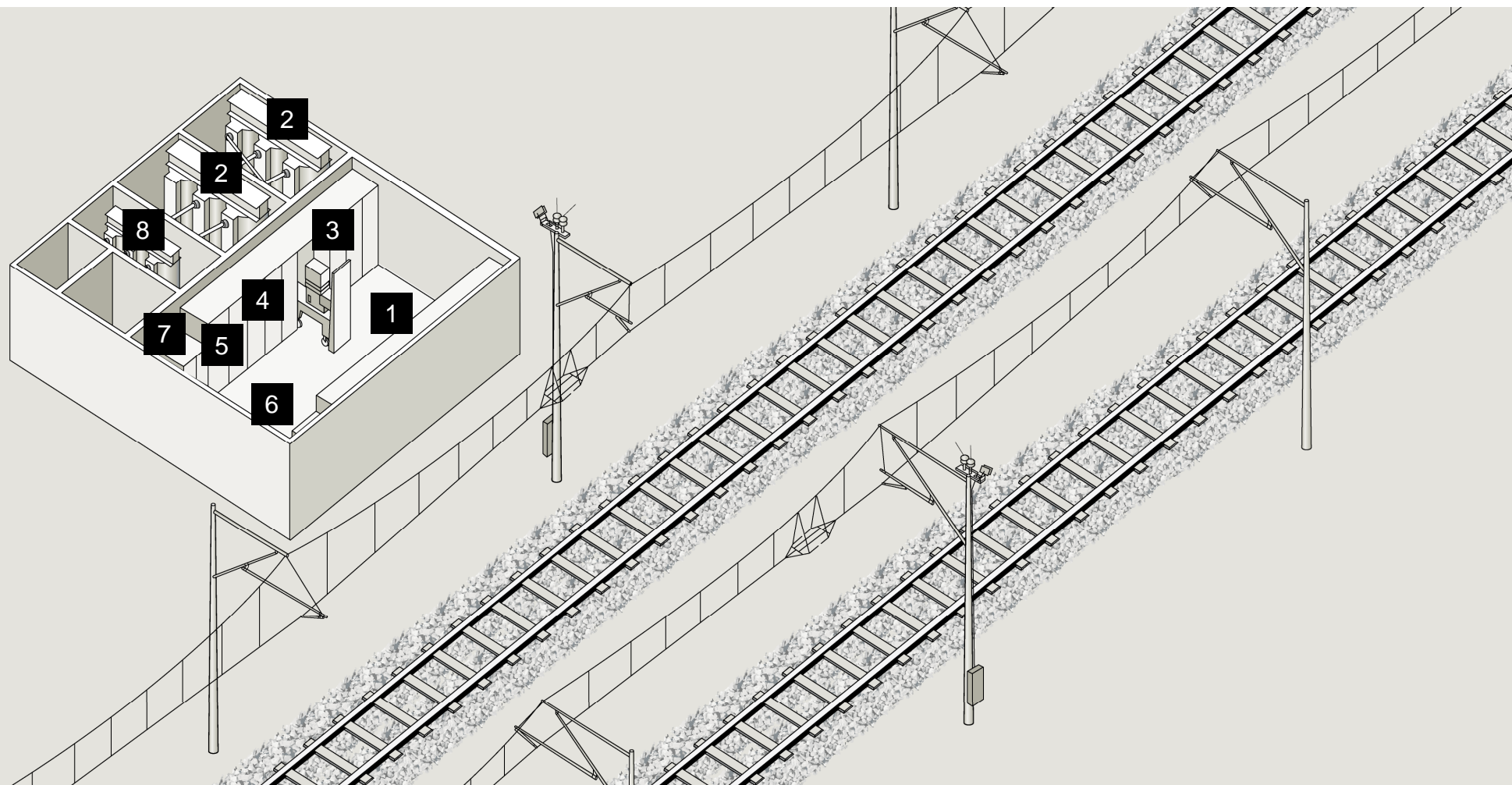
600 В
750 В
825 В
1500 В

Магистральные
линии

3,3 кВ

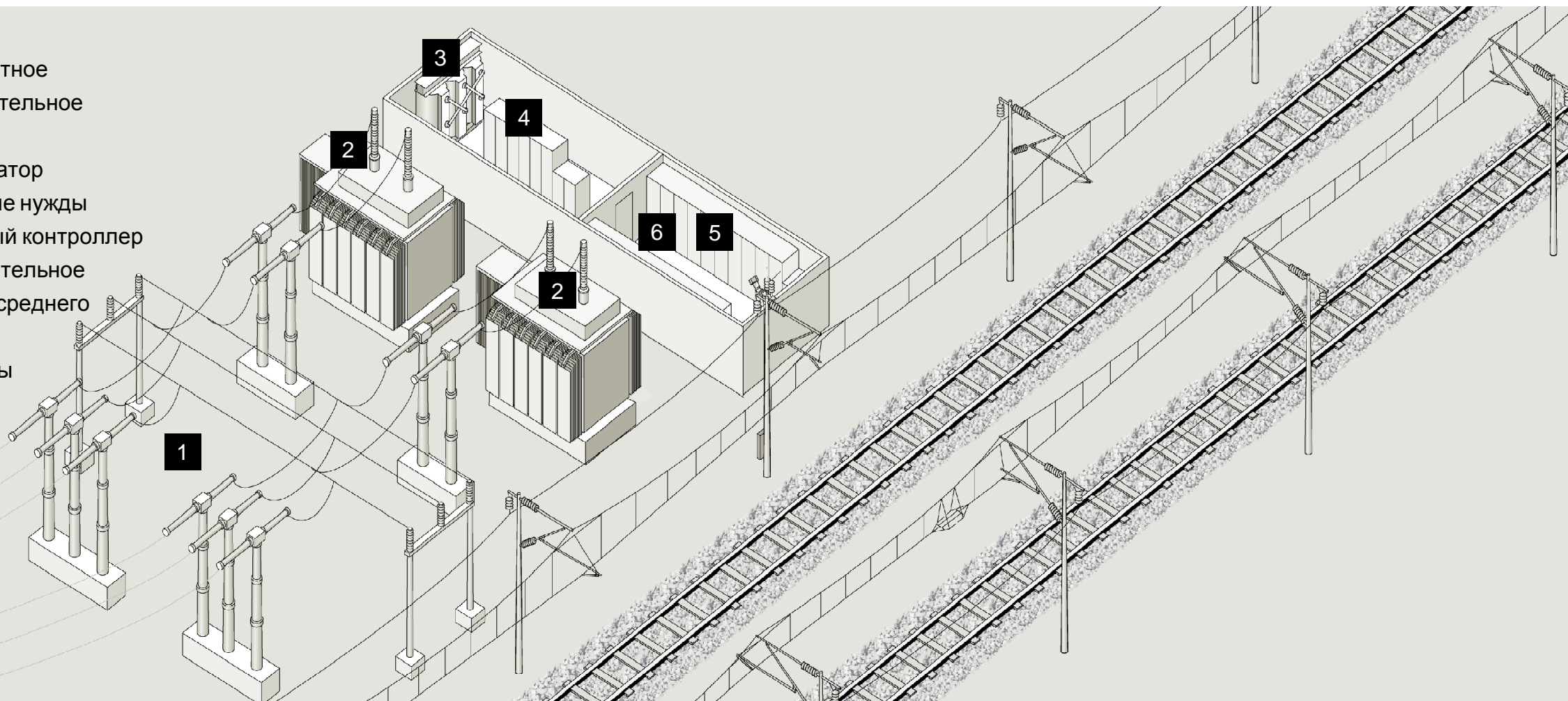
Тяговые подстанции Постоянный ток

- 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

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





SIEMENS

Акционерное Общество
Русскихъ Электротехническихъ Заводовъ
СИМЕНСЪ и ГАЛЬСКЕ

Цикл лекций - «Высокоскоростное железнодорожное движение»

Этапы реализации контактной сети ВСМ

Нормативная база

Система

- TSI Energy
- EN 50121/443-Электромагнитная совместимость
- EN 50124-Изоляция
- EN 50125- Условия окр. среды
- EN 50126-RAMS
- **IEC 60850-Уровни напряжения**

Подсистема

- **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

Компонент

- **IEC 62917-Контактные провода**
- **IEC 62621-Полимерные изоляторы**
- EN 50152-Разъединители
- EN 50206-Пантограф

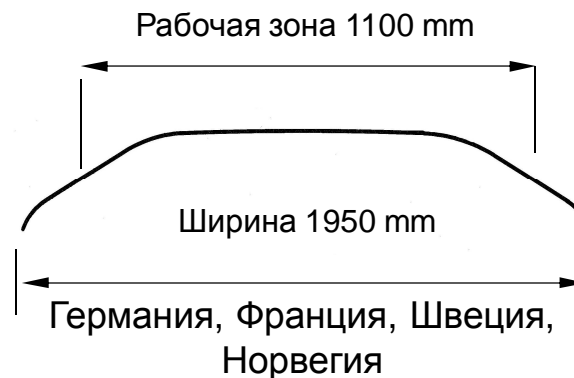
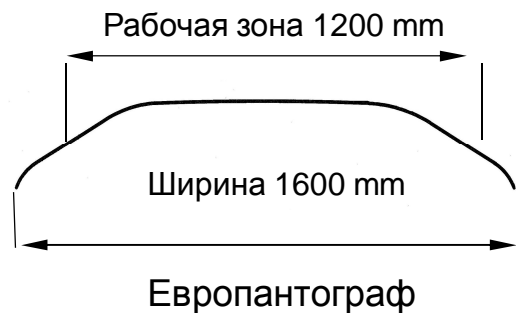
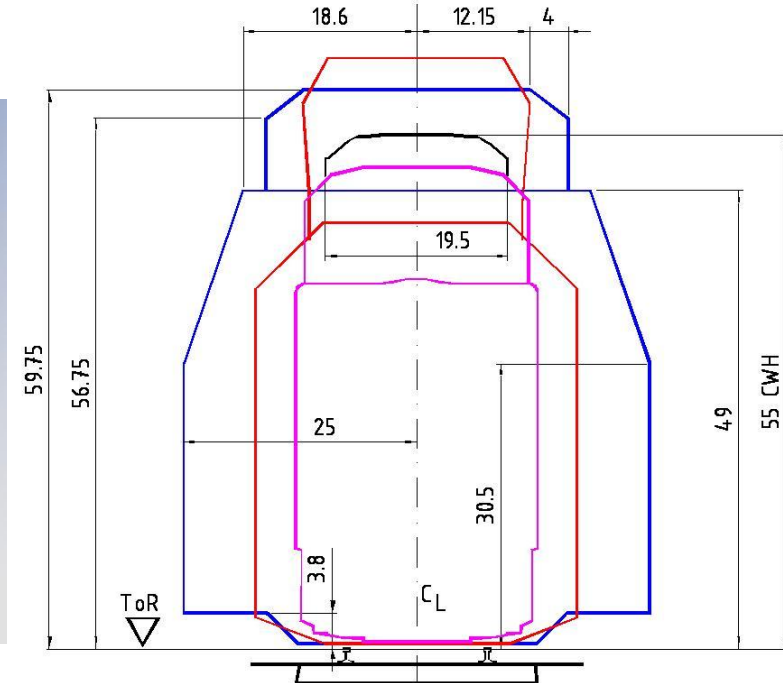
Во всех рабочих группах по стандартизации в области электрификации железных дорог участвуют представители ведущих мировых электротехнических компаний. Siemens не является исключением.

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

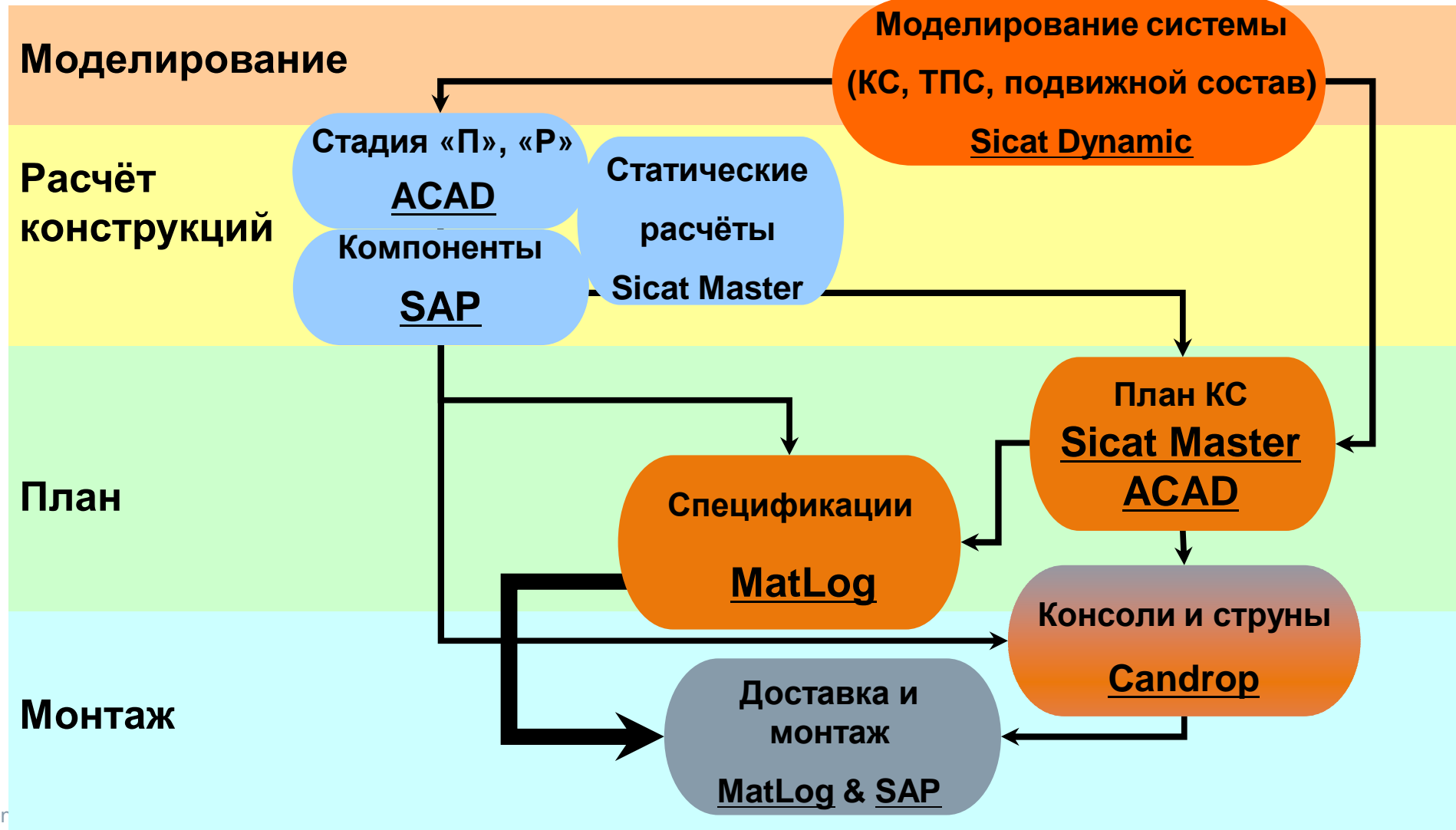
Влияние подвижного состава на контактную сеть

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

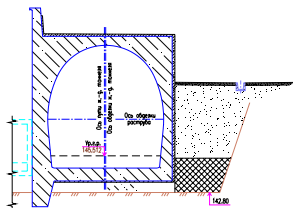


Алгоритм реализации системы контактной сети

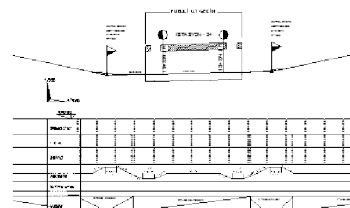


Sicat Master – специальное ПО для разработки системы контактной сети

CAD (чертежи)

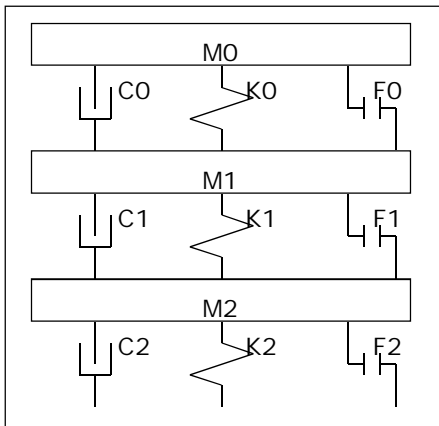


План пути



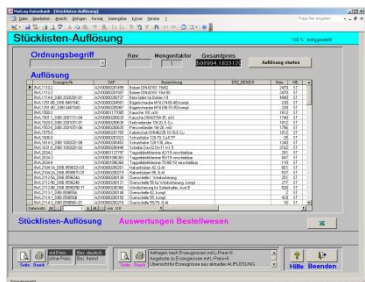
Excel (таблицы)

Track	from Mast	Termination MW	to Mast	Termination MW	Fixpoint MW	Fixpoint MW	Length CW	Material/Cross-section	Category	Remark
S01weat	228-07	M	M	229-15	M	228-27	129.9	1281.5 RM 120	Bz II 120	SICAT HAC
S02weat	228-08	M	M	229-16	M	228-28	129.9	1281.5 RM 120	Bz II 120	SICAT HAC
S01weat	229-09	M	M	230-16	M	229-30	123.2	1205.0 RM 120	Bz II 120	SICAT HAC
S02weat	229-10	M	M	230-16	M	229-30	123.2	1205.0 RM 120	Bz II 120	SICAT HAC
S01weat	230-09	F	F	230-33	M	-	238.0	706.0 RM 120	Bz II 120	SICAT HAC
S02weat	230-10	F	F	230-34	M	-	238.0	706.0 RM 120	Bz II 120	SICAT HAC
S01weat	230-23	M	M	231-21	M	231-03	116.2	846.0 RM 120	Bz II 120	SICAT HAC
S02weat	230-24	M	M	231-22	M	231-04	116.2	846.0 RM 120	Bz II 120	SICAT HAC
S01weat	231-11	M	M	232-19	M	231-33	126.6	1280.0 RM 120	Bz II 120	SICAT HAC
S02weat	231-12	M	M	232-20	M	231-34	126.6	1280.0 RM 120	Bz II 120	SICAT HAC
S01weat	232-13	F	F	233-03	M	-	696.5	866.5 RM 120	Bz II 120	SICAT HAC
S02weat	232-14	M	M	233-10	M	232-26	115.1	801.0 RM 120	Bz II 120	SICAT HAC
S01weat	232-25	M	M	234-05	M	233-19	112.0	1322.0 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
S02weat	233-04	F	F	233-28	M	-	639.5	839.5 RM 120	Bz II 120	SICAT HAC
S02weat	233-18	M	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
S01weat	233-31	F	F	234-21	M	-	696.0	896.0 RM 120	Bz II 120	SICAT HAC
S01weat	234-15A	M	M	235-11	M	234-29	130.7	972.0 RM 120	Bz II 120	SICAT HAC
S02weat	234-16	M	M	235-16	M	235-02	130.2	962.5 RM 120	Bz II 120	SICAT HAC
S01weat	235-05	M	M	235-17	M	235-25	130.2	1323.5 RM 120	Bz II 120	SICAT HAC
S02weat	235-10	M	M	235-18	M	235-26	125.2	1204.0 RM 120	Bz II 120	SICAT HAC

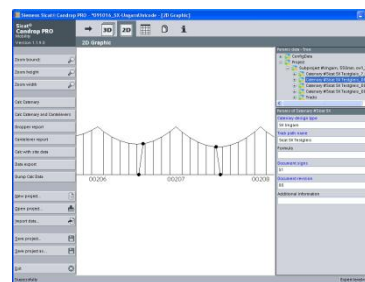


Sicat Master

Sicat Dynamic

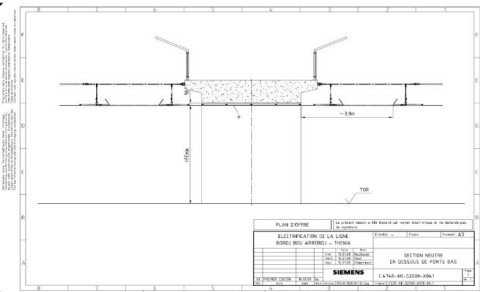


Matlog



Candrop

Разработка плана контактной сети



Путь
Топография

Климатические
условия

Строительные чертежи

Параметры
контактной сети

Заземление

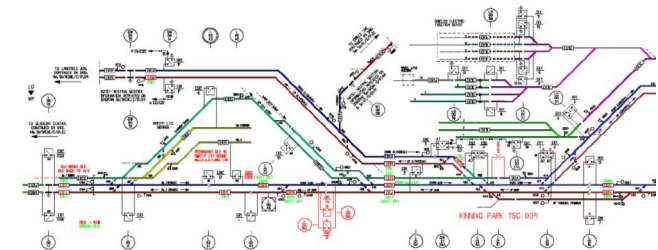
**План
контактной сети**

Искусственные сооружения

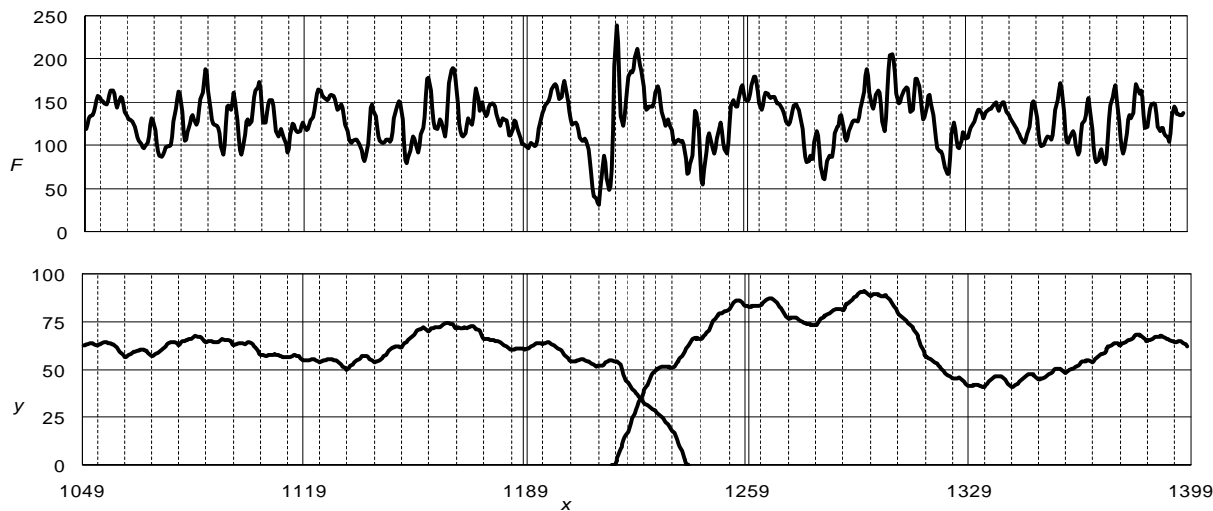
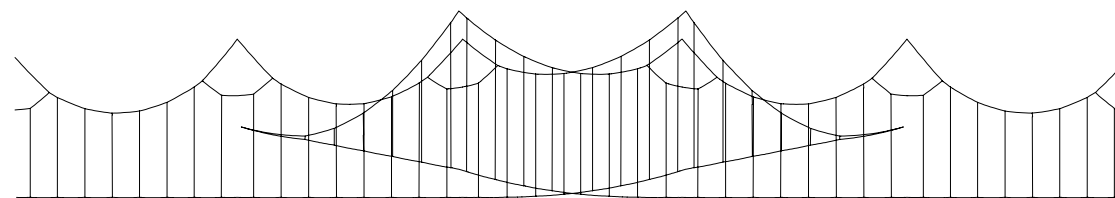
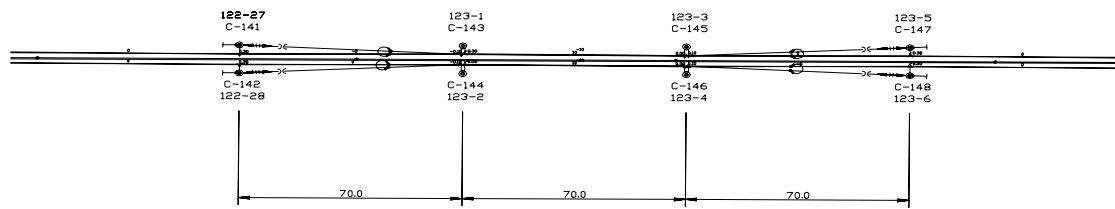
Подвижной состав

Расположение
подстанций

Схема питания и
секционирования



Sicat Dynamic – ПО для моделирования взаимодействия контактной сети и токоприёмника

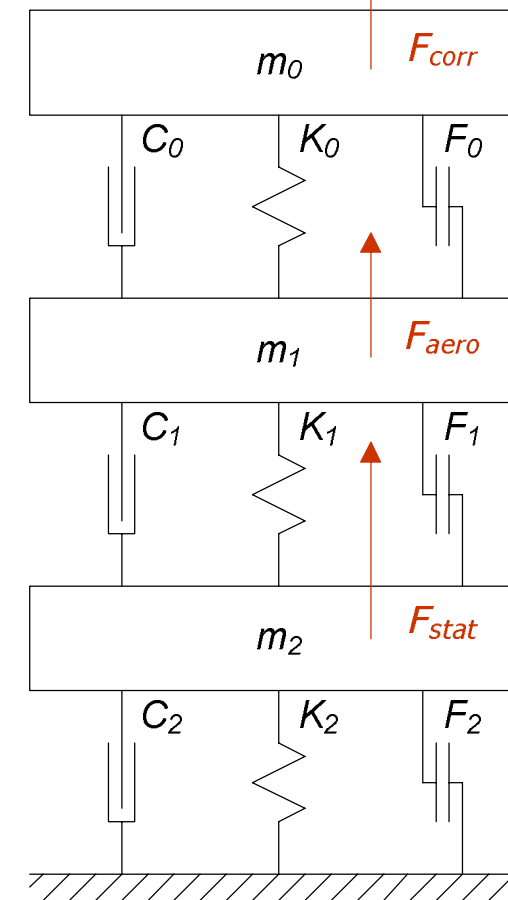


План КС

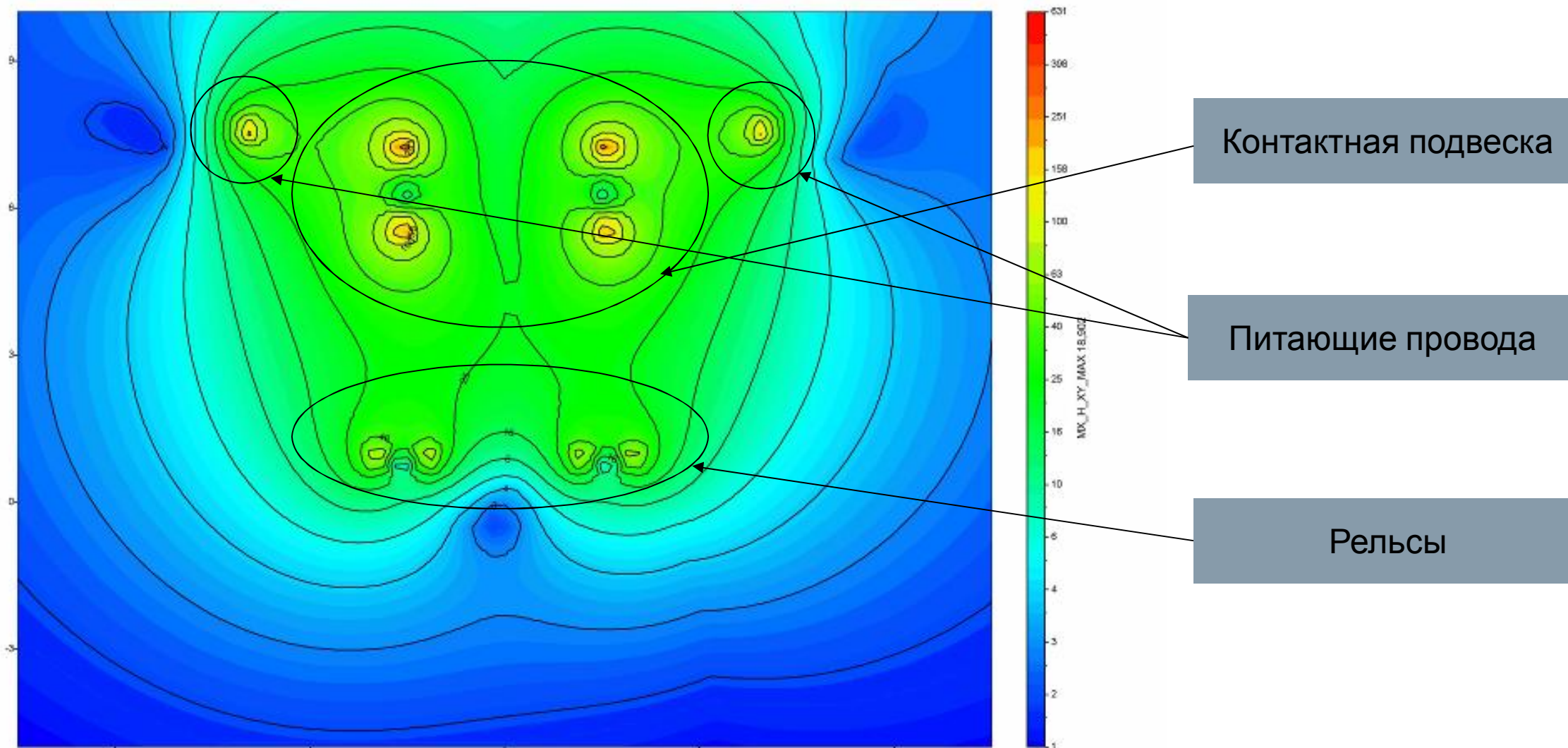
Модель

Результаты

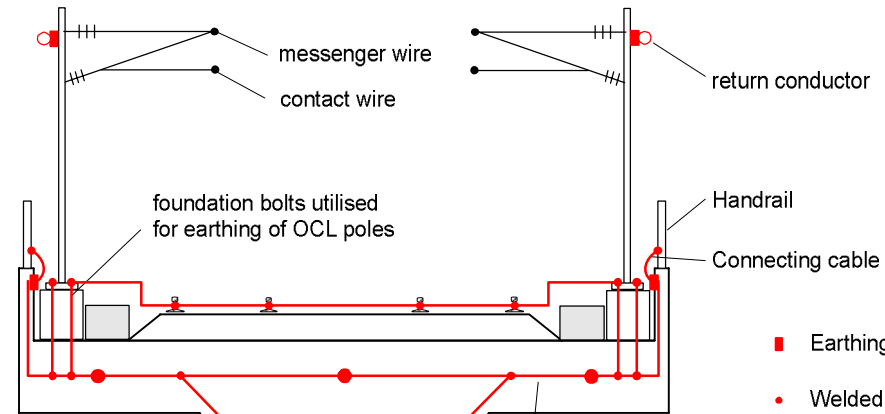
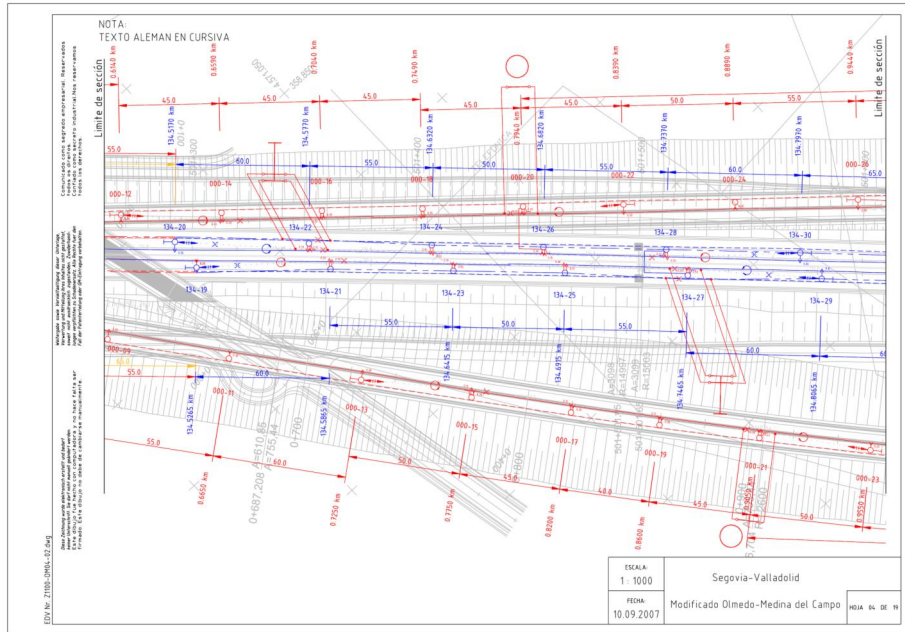
Модель токоприёмника



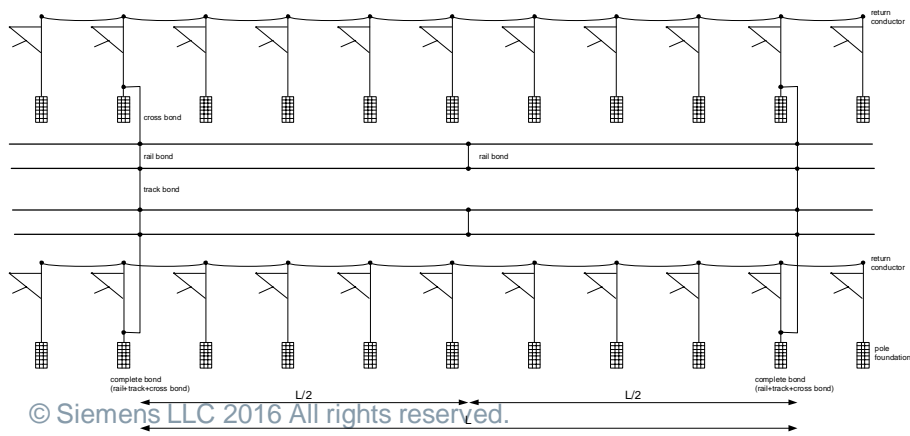
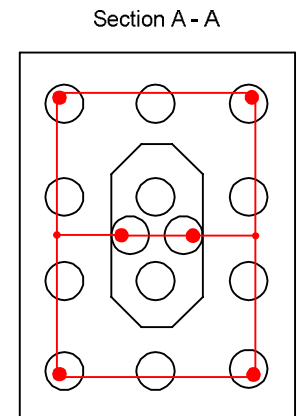
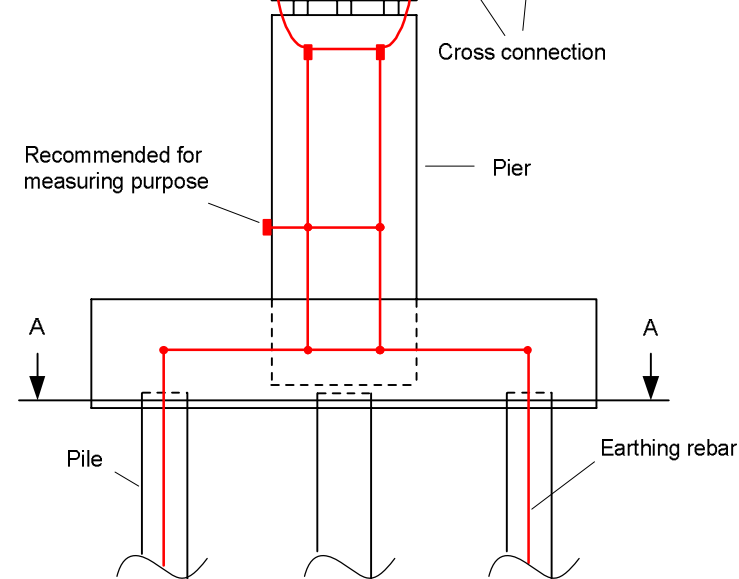
Исследование электромагнитных полей



Проектирование схемы заземления

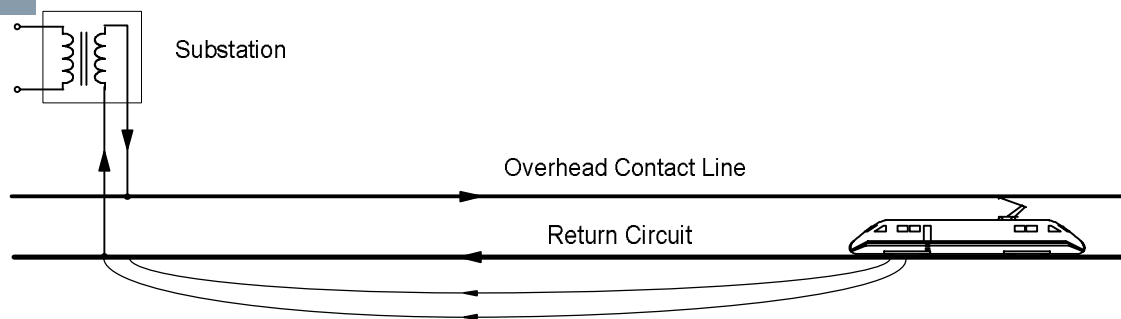


- Earthing terminal
- Welded connection
- Earthing rebar welded to cross connection
- return conductor
- Pile

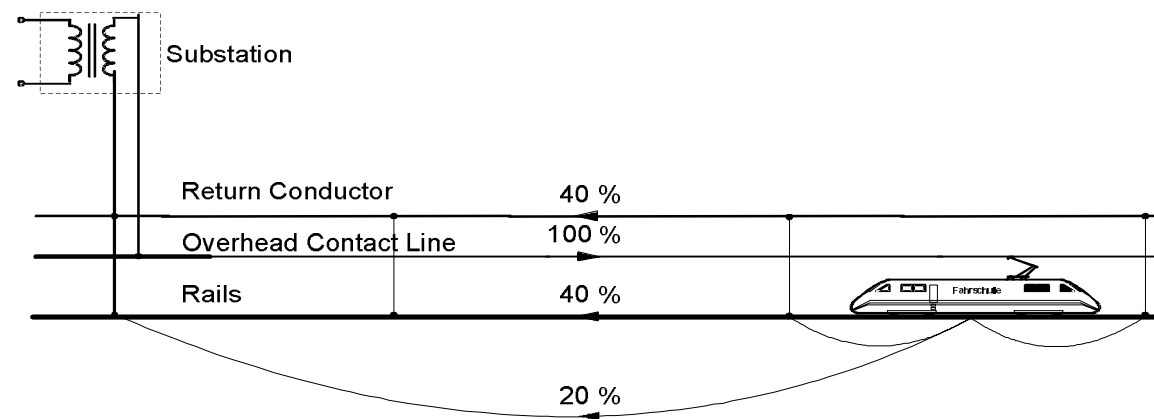


Проектирование цепи возврата тягового тока

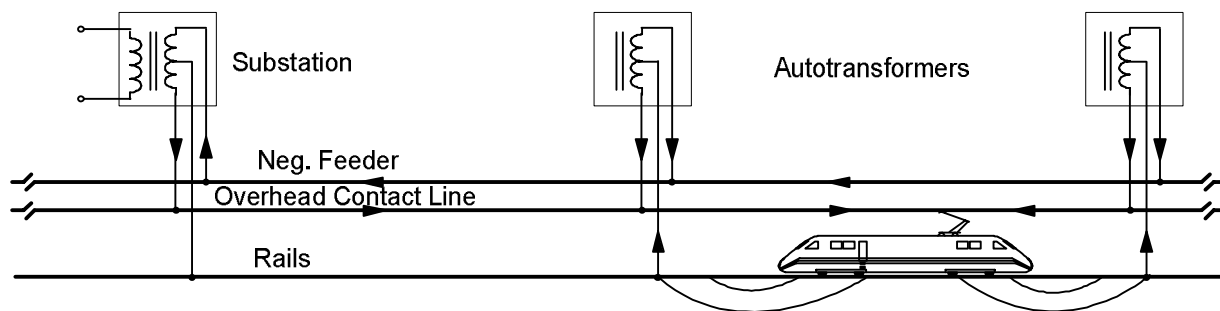
1



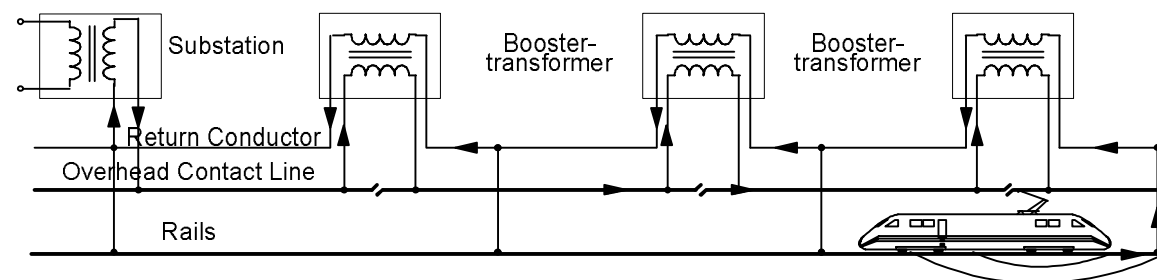
2



3



4



MatLog – ПО для формирования спецификаций основных компонентов

MatLog-Datenbank - [Mastdaten_Bearbeitung : Formular]

Baunummer: 21224 BetriebsNr: Standort Km: 212.6801 LSW: Überhöhung: 100 SCA: CC4
 MVK-Maß: -3 FDK-SD: 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	Stützrohr	D.0092-EL-C1200-A127
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	Diagonalrohr	D.0092-EL-C1140-A007
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: 5244 Ident-Nr

Datensatz Löschen | Datensatz anfügen | Rückgängig | Baugruppen | Stückliste | Vorlage | Exit

Datensatz: 4 von 554 Formularansicht

MatLog-Datenbank - [Stücklisten-Auflösung]

100 % fertiggestellt

Ordnungsbegriff Rev: Mengenfaktor: 1 Gesamtpreis: 508994,1833120 **Auflösung starten**

Auflösung

Erzeugnis-Nr.	SAP	Bezeichnung	ERZ_BENE01	Men.	ME
8wL1110-2	A2/00000201499	Bolzen DIN43161-19x52		2470	ST
8wL1112-2	A2/00000201507	Bolzen DIN43161-19x100		2470	ST
8wL1114-8_DBB:202020x-01	A2/00000200737	Beta-Splint für Bolzen 19		4940	ST
8wL1251-8B_DBB:046154C	A2/00000204501	Bügelerschraube M16 (74-60-48) kompl.		228	ST
8wL1251-8D_DBB:046154D	A2/00000205957	Bügelerschraube M16 (90-70-35) kompl.		228	ST
8wL1500-2	A2/00001177085	Kausche 10f. nrSt		1812	ST
8wL1501-1_DBB:200111x-04	A2/00000200639	Kausche DIN43154-35, nrSt		1740	ST
8wL1520-0_DBB:200107x-01	A2/00000200630	Kerbverbinder 10f-20, E-Cu		1812	ST
8wL1553-0_DBB:200107x-06	A2/00000200635	Pressverbinder 16f-20, nrSt		1756	ST
8wL1575-0	A2/00000201765	Kabelschuh DIN46235-10-16-E-Cu		1812	ST
8wL1606-0	A2/00000201823	Schutzhülse 120-70, Cu-ETP		28	ST
8wL1614-3_DBB:100202x-08	A2/00000200453	Schutzhülse 120-130, Alcu		1240	ST
8wL1631-0_DBB:100202x-02	A2/00000200448	Scheibe Da=22 Di=11 t=1,5		2162	ST
8wL2034-2	A2/00001127797	Tragselldrehklemme 42/19 verschiebbar		281	ST
8wL2034-3	A2/00001096363	Tragselldrehklemme 55/19 verschiebbar		847	ST
8wL2034-4	A2/00001096364	Tragselldrehklemme 70-80/19 verschiebbar		110	ST
8wL2104-1A_DBB:059832x-01	A2/00000200201	Hakenloben 42, G-Al		661	ST
8wL2104-2A_DBB:059857x-01	A2/00000200219	Hakenloben 55, G-Al		537	ST
8wL2112-5A_DBB:059624A	A2/00000200130	Ösenschele f. Windsicherung		251	ST
8wL2112-5B_DBB:059624B	A2/00000200131	Ösenschele 55 für Windsicherung, kompl.		277	ST
8wL2112-8B_DBB:059825B-71	A2/00000206366	Windsicherung für Seitenhalter, Ausf.B		528	ST
8wL2113-1_DBB:059655A	A2/00000200148	Ösenschele 42, kompl.		2	ST
8wL2114-1_DBB:059656B	A2/00000200150	Ösenschele 55, kompl.		429	ST
8wL2114-3_DBB:059856x-01	A2/00000200218	Ösenschele 55/70, G-Al		16	ST

Datensatz: 1 von 110

Stücklisten-Auflösung Auswertungen Bestellwesen

mit Preis ohne Preis Bez. deutsch Bez. fremd

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

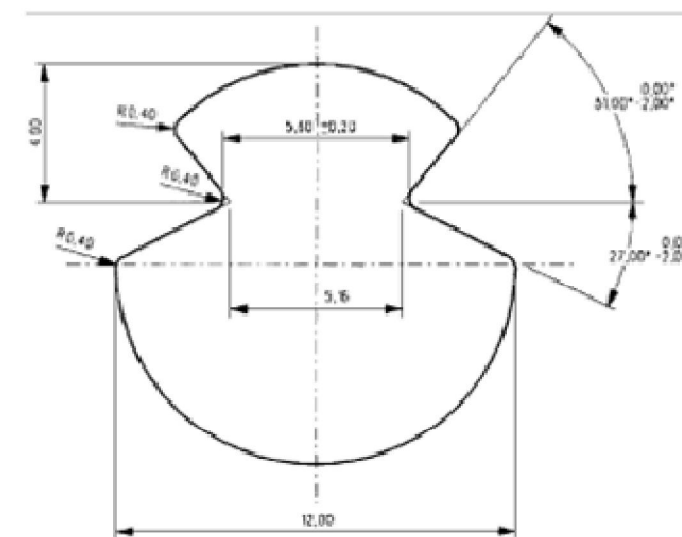
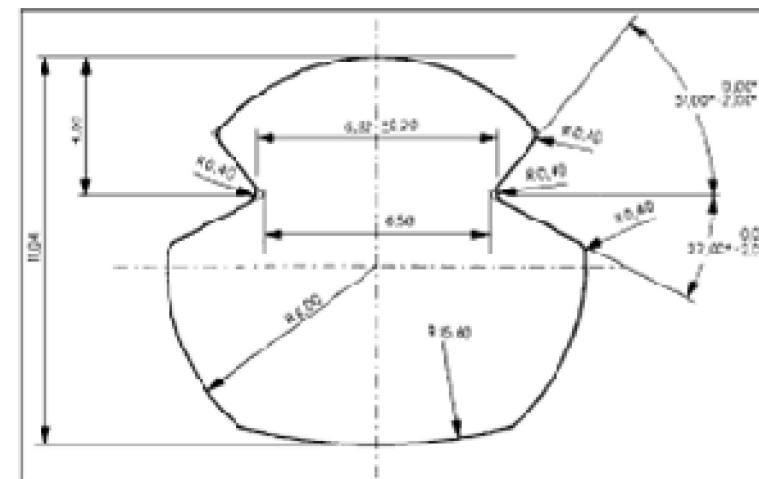
Hilfe Beenden

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

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

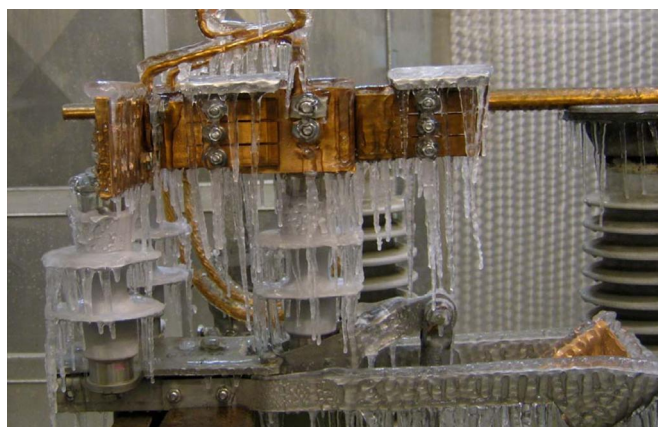
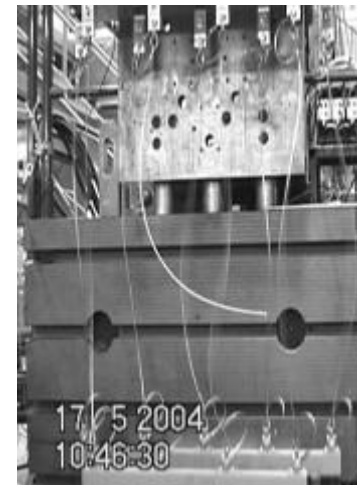


Candrop – ПО для расчёта мерных деталей

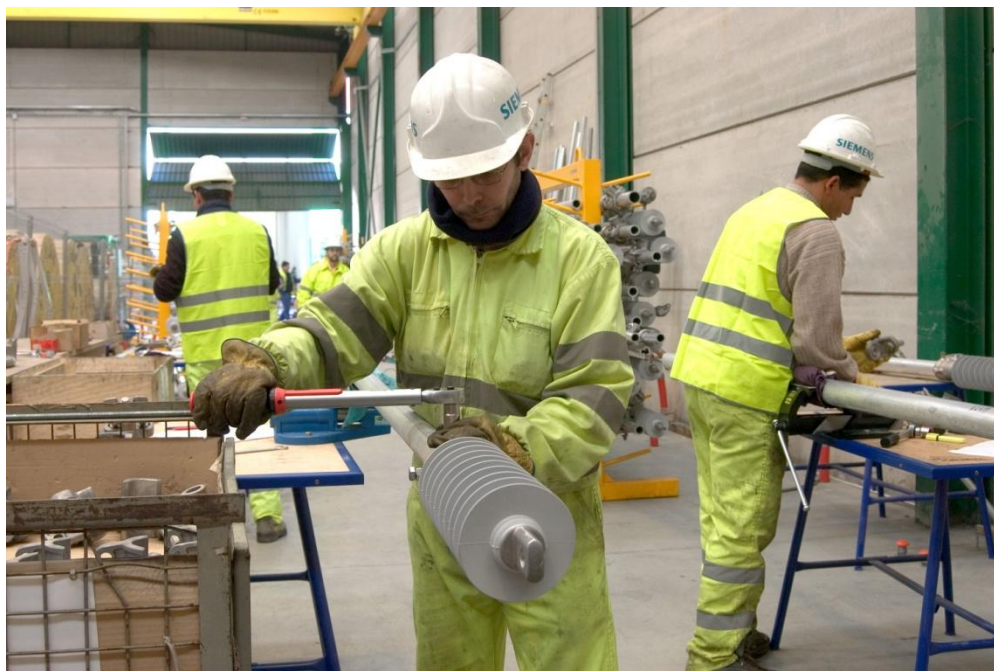
#	Pole no.	Internal chainage	External chainage	Span length	TP	Installation height	Pole inclination
Support #00_00112	00112	1.67150 km	0.00000 km	0.00 m	-3.38 m	2.10 m	4.4 mm
Support #01_00113	00113	1.73660 km	0.00000 km	0.00 m	-3.18 m	1.50 m	15.0 mm
Support #02_00114	00114	1.79660 km	0.00000 km	0.00 m	-3.18 m	1.50 m	9.1 mm
Support #03_00115	00115	1.86200 km	0.00000 km	0.00 m	-3.17 m	1.50 m	16.0 mm
Support #04_00116	00116	1.96110 km	0.00000 km	0.00 m	-3.19 m	1.50 m	7.6 mm
Support #05_00201	00201	2.05980 km	0.00000 km	0.00 m	-3.19 m	1.50 m	15.0 mm
Support #06_00202	00202	2.15890 km	0.00000 km	0.00 m	-3.07 m	1.50 m	5.3 mm
Support #07_00203	00203	2.25250 km	0.00000 km	0.00 m	-3.07 m	1.50 m	9.5 mm
Support #08_00204	00204	2.34420 km	0.00000 km	0.00 m	3.00 m	1.50 m	5.5 mm
Support #09_00205	00205	2.43430 km	0.00000 km	0.00 m	-3.68 m	1.50 m	19.7 mm
Support #10_00206	00206	2.50600 km	0.00000 km	0.00 m	-3.11 m	1.50 m	14.9 mm
Support #11_00207	00207	2.59790 km	0.00000 km	0.00 m	-3.10 m	1.50 m	13.3 mm
Support #12_00208	00208	2.69700 km	0.00000 km	0.00 m	-3.05 m	1.50 m	16.0 mm
Support #13_00209	00209	2.79600 km	0.00000 km	0.00 m	-3.05 m	1.50 m	8.8 mm
Support #14_00210	00210	2.89500 km	0.00000 km	0.00 m	-3.04 m	1.50 m	6.6 mm
Support #15_00211	00211	2.99000 km	0.00000 km	0.00 m	-3.00 m	1.50 m	8.0 mm
Support #16_00301	00301	3.08880 km	0.00000 km	0.00 m	-3.10 m	1.50 m	8.9 mm
Support #17_00302	00302	3.18810 km	0.00000 km	0.00 m	-3.08 m	1.50 m	8.3 mm
Support #18_00303	00303	3.28710 km	0.00000 km	0.00 m	-3.18 m	1.50 m	6.6 mm
Support #19_00304	00304	3.38210 km	0.00000 km	0.00 m	-3.08 m	1.50 m	8.7 mm
Support #20_00305	00305	3.48050 km	0.00000 km	0.00 m	-3.16 m	1.50 m	5.5 mm
Support #21_00306	00306	3.56540 km	0.00000 km	0.00 m	-3.12 m	1.50 m	16.2 mm
Support #22_00307	00307	3.65040 km	0.00000 km	0.00 m	-3.33 m	2.10 m	3.7 mm

Span ID	Type	Length	TP	Height	TP	Height	TP	Height
00306	Span	1.58 m	-3.38 m	2.10 m	-3.38 m	2.10 m	-3.38 m	2.10 m
00307	Span	1.58 m	-3.18 m	1.50 m	-3.18 m	1.50 m	-3.18 m	1.50 m
00308	Span	1.58 m	-3.17 m	1.50 m	-3.17 m	1.50 m	-3.17 m	1.50 m
00309	Span	1.58 m	-3.19 m	1.50 m	-3.19 m	1.50 m	-3.19 m	1.50 m
00310	Span	1.58 m	-3.07 m	1.50 m	-3.07 m	1.50 m	-3.07 m	1.50 m
00311	Span	1.58 m	3.00 m	1.50 m	3.00 m	1.50 m	3.00 m	1.50 m
00312	Span	1.58 m	-3.68 m	1.50 m	-3.68 m	1.50 m	-3.68 m	1.50 m
00313	Span	1.58 m	-3.11 m	1.50 m	-3.11 m	1.50 m	-3.11 m	1.50 m
00314	Span	1.58 m	-3.10 m	1.50 m	-3.10 m	1.50 m	-3.10 m	1.50 m
00315	Span	1.58 m	-3.05 m	1.50 m	-3.05 m	1.50 m	-3.05 m	1.50 m
00316	Span	1.58 m	-3.05 m	1.50 m	-3.05 m	1.50 m	-3.05 m	1.50 m
00317	Span	1.58 m	-3.04 m	1.50 m	-3.04 m	1.50 m	-3.04 m	1.50 m
00318	Span	1.58 m	-3.00 m	1.50 m	-3.00 m	1.50 m	-3.00 m	1.50 m
00319	Span	1.58 m	-3.10 m	1.50 m	-3.10 m	1.50 m	-3.10 m	1.50 m
00320	Span	1.58 m	-3.08 m	1.50 m	-3.08 m	1.50 m	-3.08 m	1.50 m
00321	Span	1.58 m	-3.16 m	1.50 m	-3.16 m	1.50 m	-3.16 m	1.50 m
00322	Span	1.58 m	-3.12 m	1.50 m	-3.12 m	1.50 m	-3.12 m	1.50 m
00323	Span	1.58 m	-3.33 m	2.10 m	-3.33 m	2.10 m	-3.33 m	2.10 m

Лабораторные испытания компонентов контактной сети



Сборка и хранение компонентов



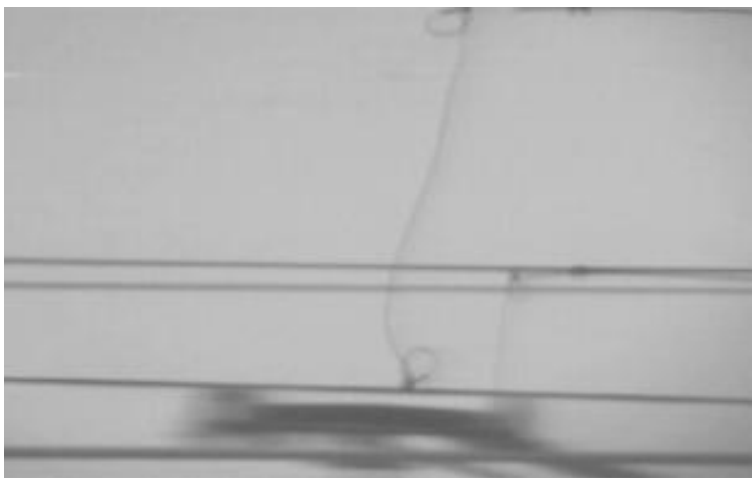
Сборка компонентов контактной сети (в особенности струн и консолей) осуществляется на основе результатов, полученных в программе Sandrop. Управление процессом складирования, хранения и распределения происходит через программу SAP.

Монтаж контактной сети

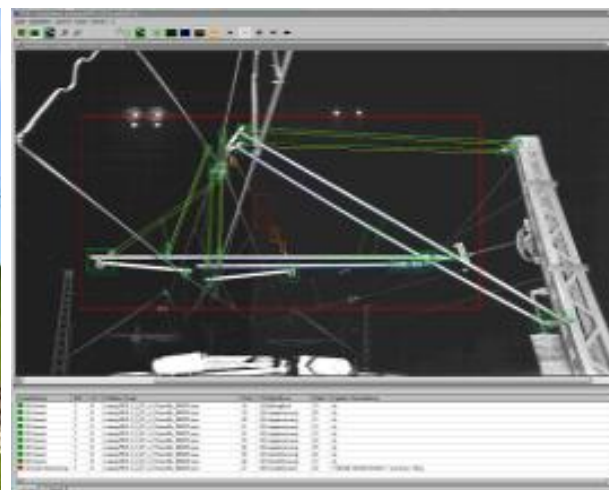


Специальные методы, инструменты и механизмы для монтажа контактной сети ВСМ для достижения наибольшей точности расположения проводов и тросов в плане и более точной величины натяжения

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

Примеры реализованных объектов



- 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 (350км/ч)



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

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.

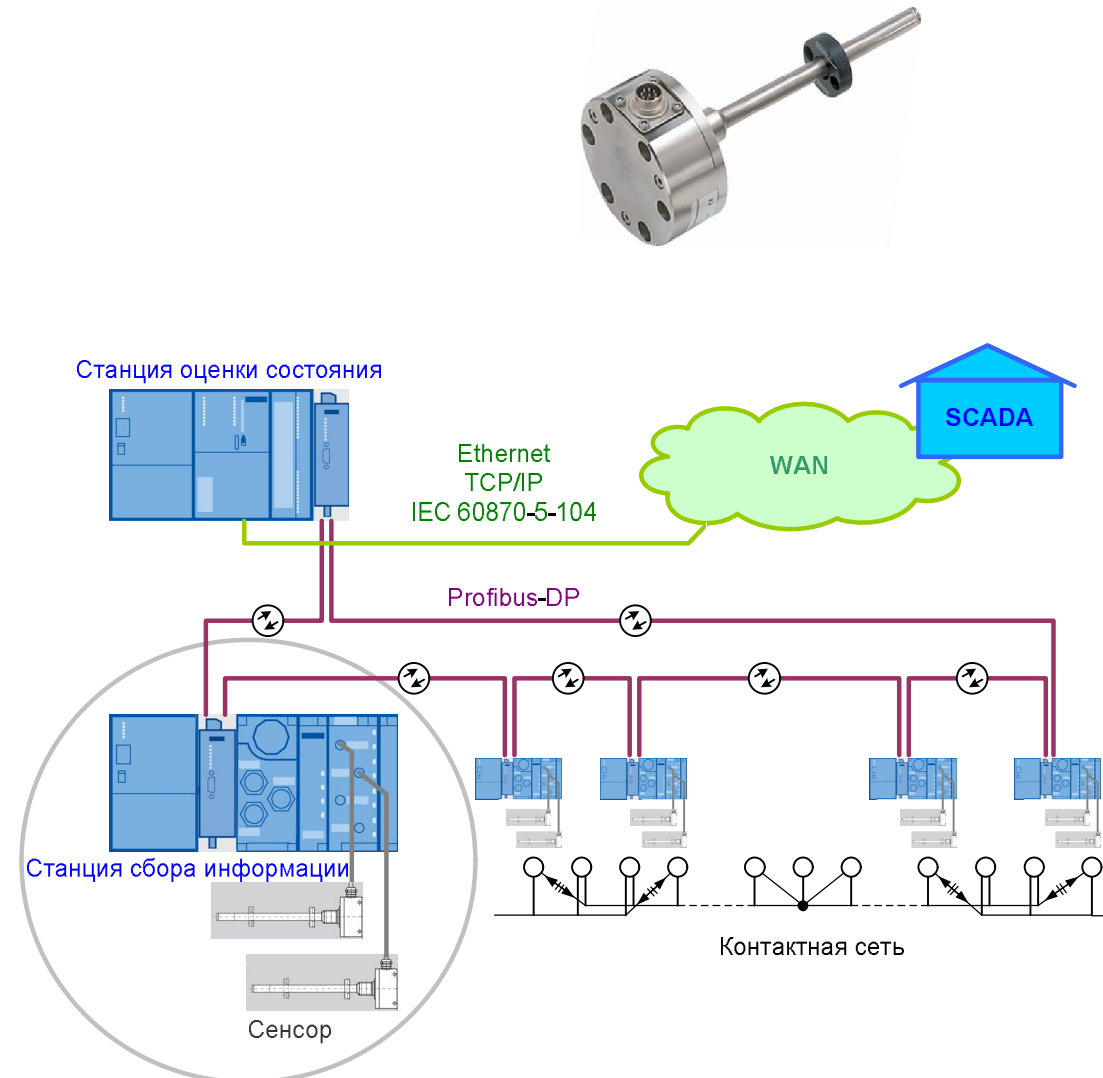
**Одна монтажная бригада может эффективно
обслуживать 280 км. ВСМ**



Sicat CMS – система мониторинга контактной сети

Назначение:

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



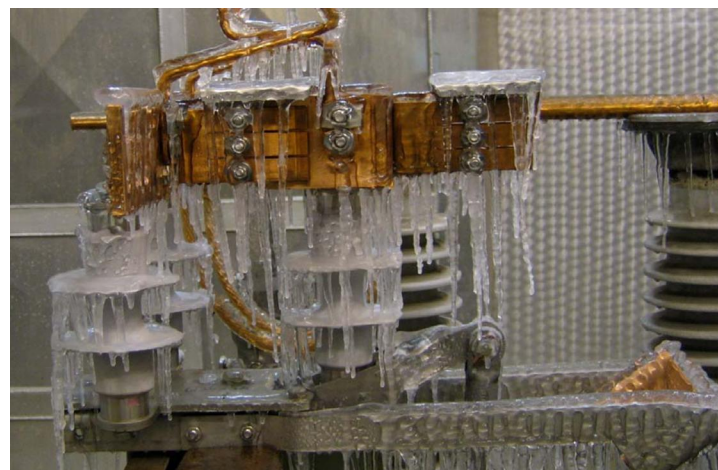
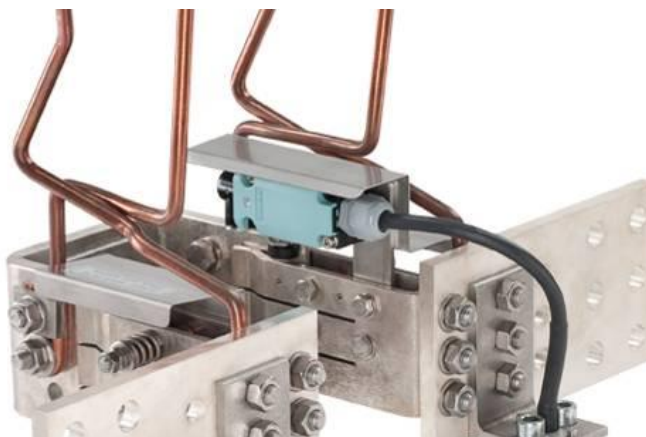
Sicat DMS – система мониторинга разъединителя

**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

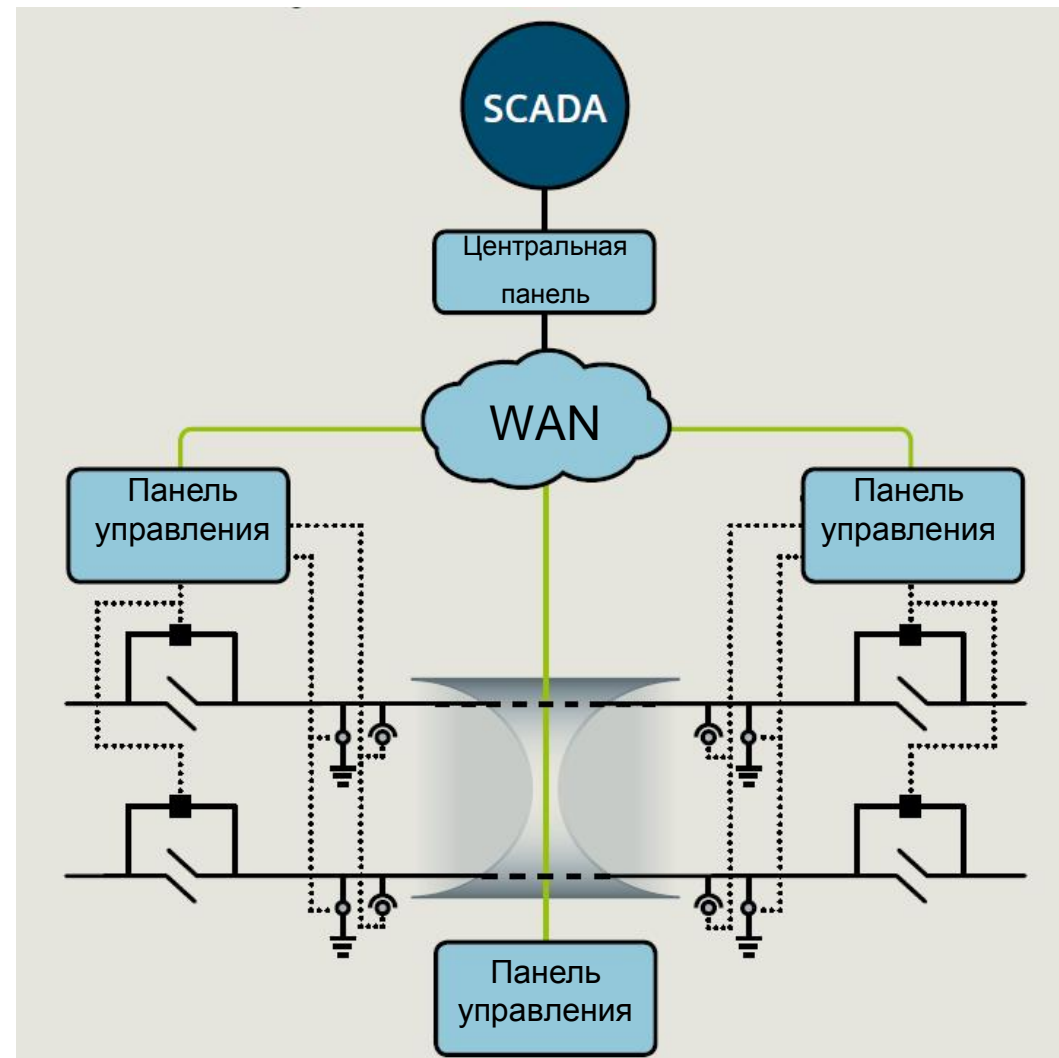
Sicat AES – система автоматического заземления контактной сети тоннельных комплексов

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. Sicat AES подходит как для систем постоянного, так и для систем переменного тока;
4. Использование только стандартных элементов контактной сети без дополнительных разработок.



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 street with a few figures and a horse-drawn carriage is visible. The river in the background is filled with various sailing ships and boats. The overall scene depicts a bustling industrial hub of the late 19th century.

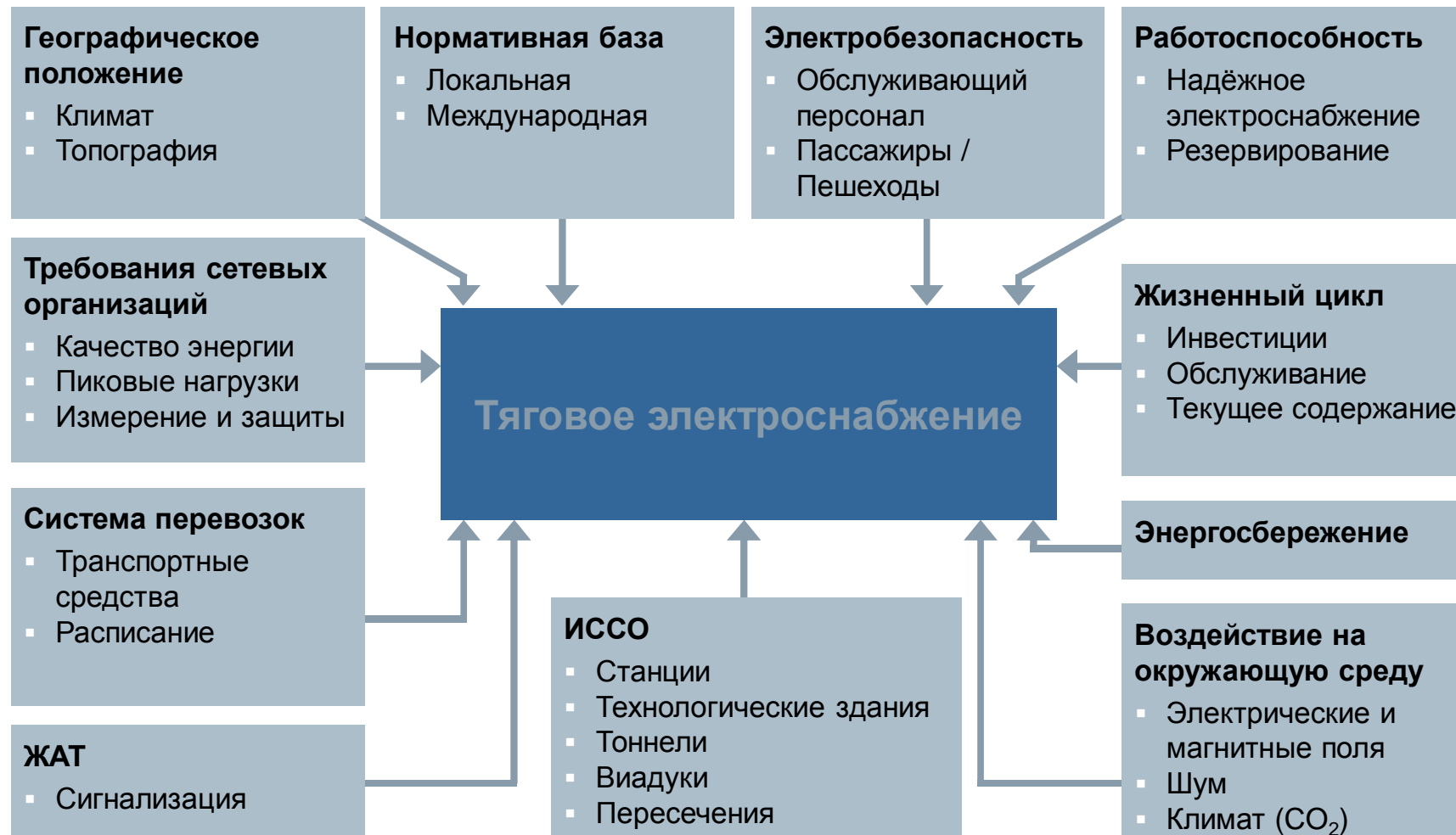
SIEMENS

Акционерное Общество
Русскихъ Электротехническихъ Заводовъ
СИМЕНСЪ и ГАЛЬСКЕ

Цикл лекций - «Высокоскоростное железнодорожное движение»

Тяговые подстанции 27,5 кВ и 2x25 кВ – основное решение для электроснабжения ВСМ

Системные требования для тяговых подстанций ВСМ



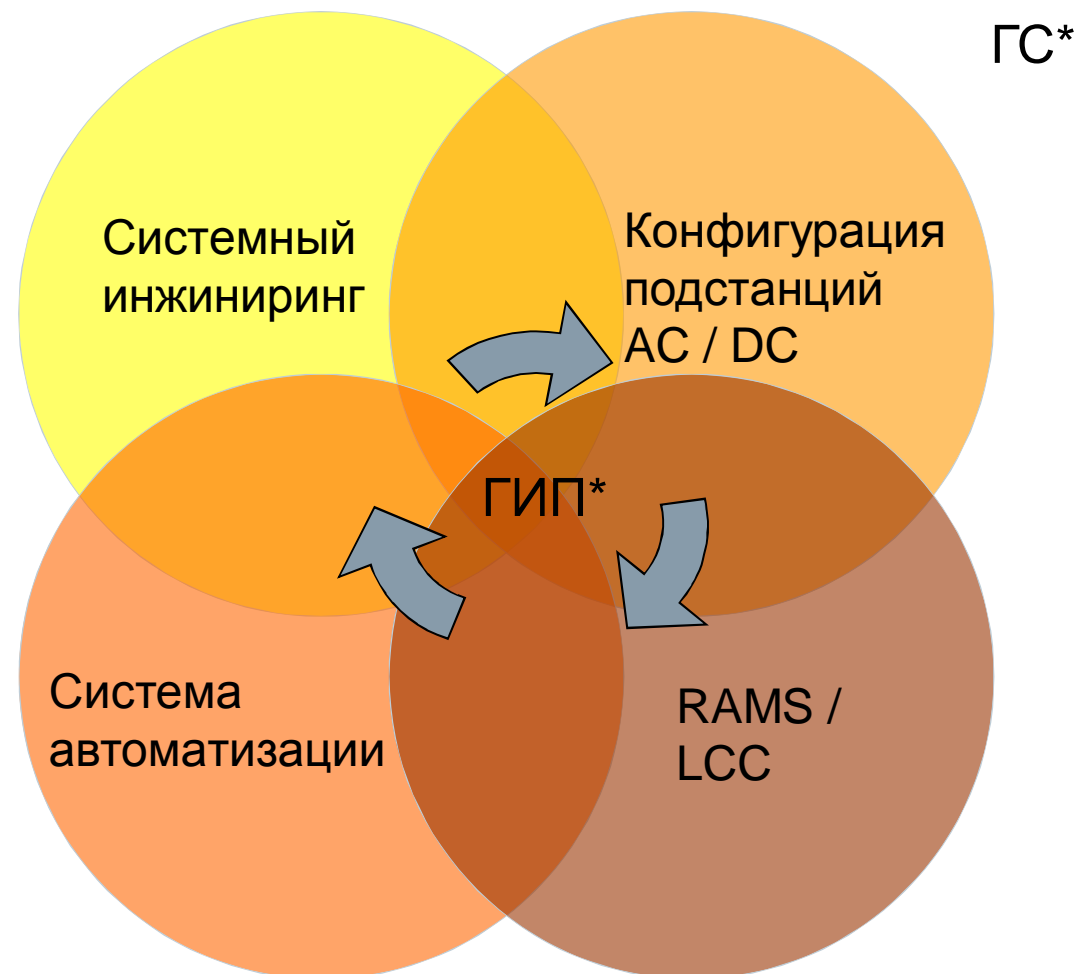
Организация инжиниринга

Организация:

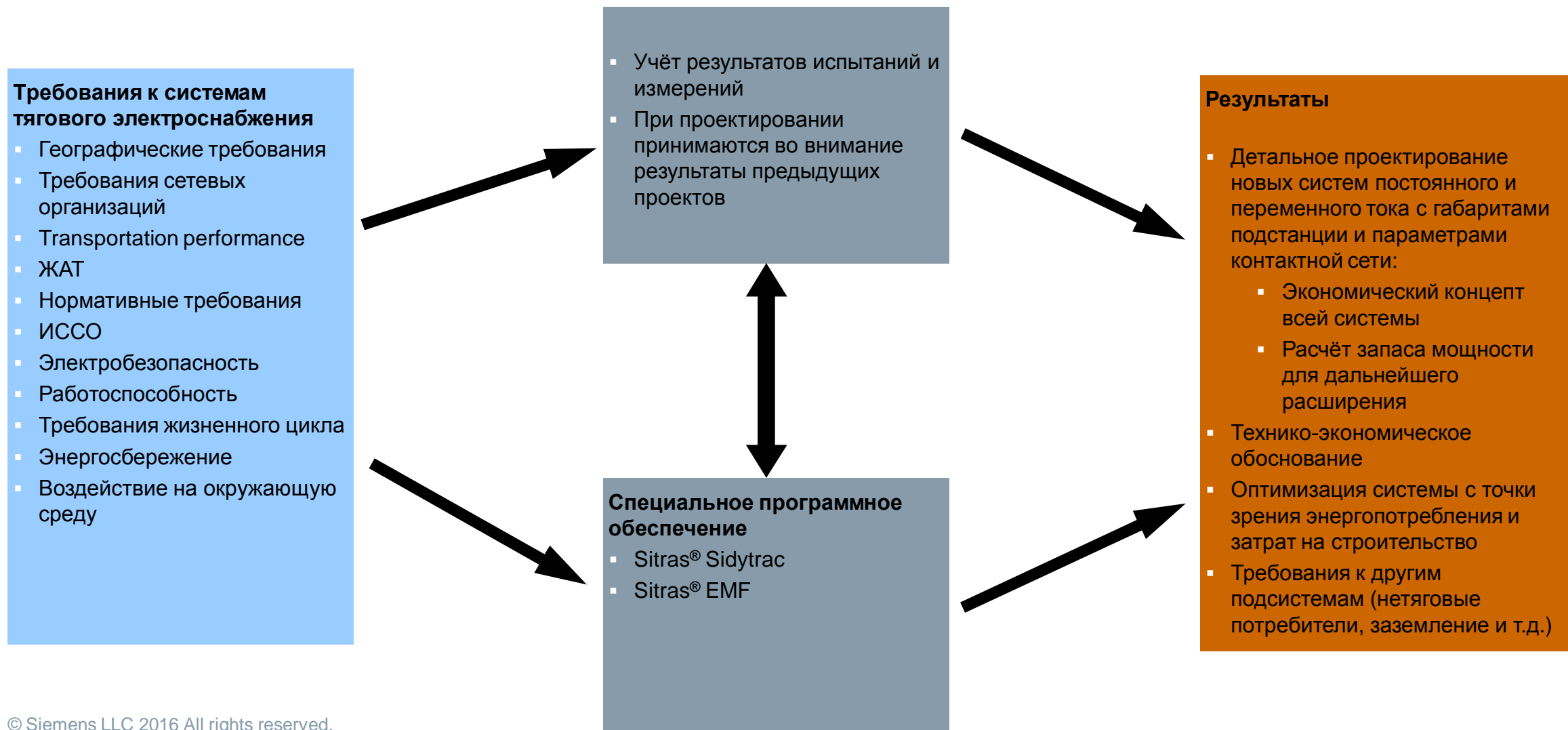
- Системный инжиниринг
- Конфигурация подстанций (постоянный ток)
- Конфигурация подстанций (переменный ток)
- Система автоматизации
- RAMS/LLC

ГИП* - Главный инженер проекта

ГС* - Главный специалист по системам тягового электроснабжения



Системное проектирование тяговых подстанций



Sitras Sidytrac – программное обеспечение для расчёта систем тягового электроснабжения

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:

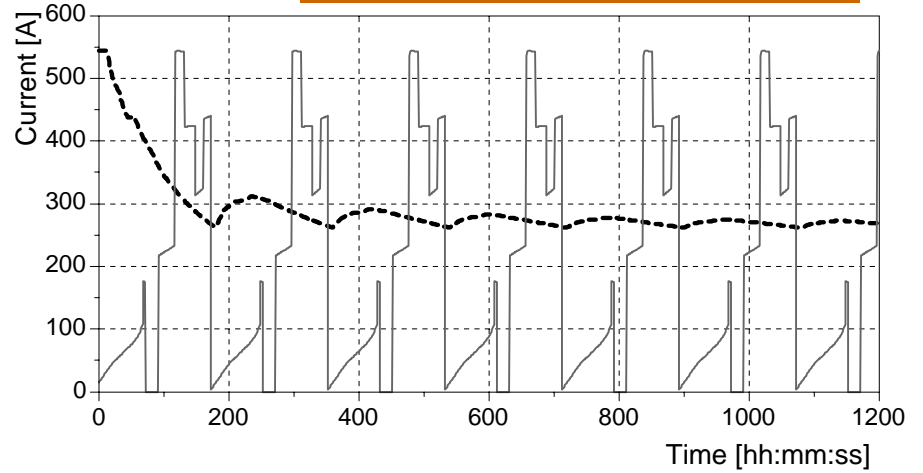
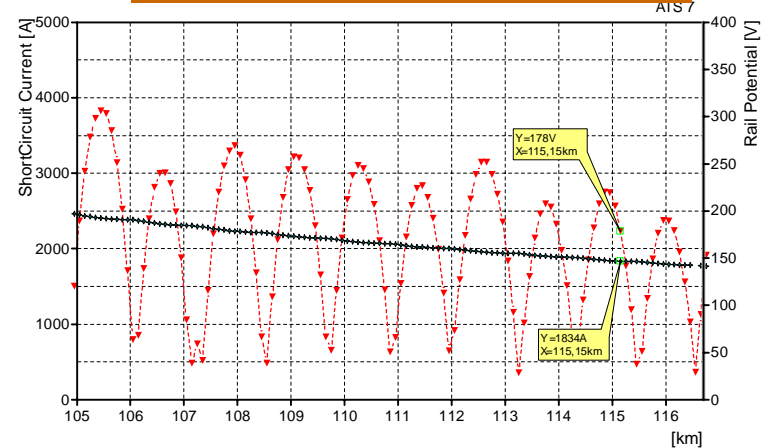
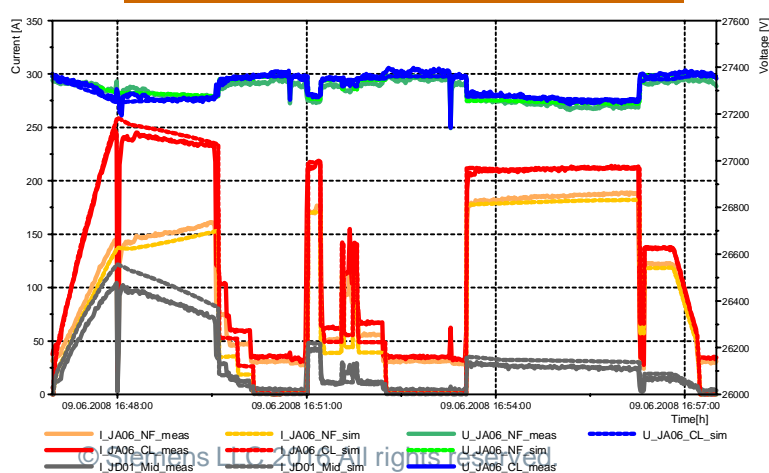
1. Эксплуатационные нагрузки и перегрузки
2. Термический ток короткого замыкания

Механические:

1. Динамический ток короткого замыкания

Электрические:

1. Изоляция
2. Перенапряжения



Распределительные устройства 110/220 кВ



ОРУ (открытые распределительные устройства)



ЗРУ (закрытые распределительные устройства)



КРУЭ (комплектные распределительные устройства с элегазовой изоляцией)

Тяговые понижающие трансформаторы



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 2x25 кВ



Тяговые распределительные устройства с твёрдой, элегазовой и воздушной изоляцией

Релейная защита и автоматика 110/220 кВ



Базовый модуль

Передние панели

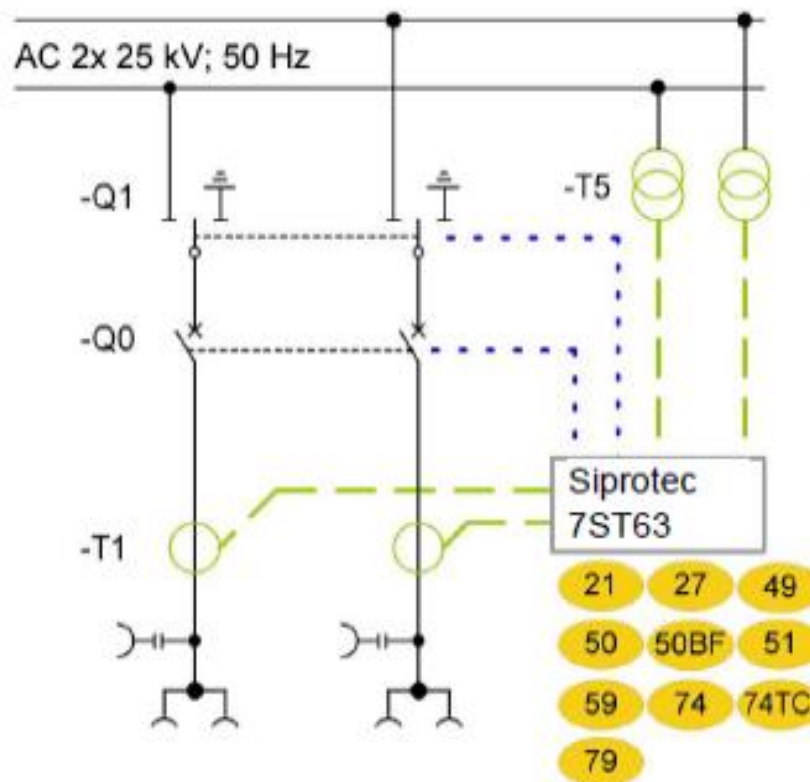
Модули расширения

Модули связи

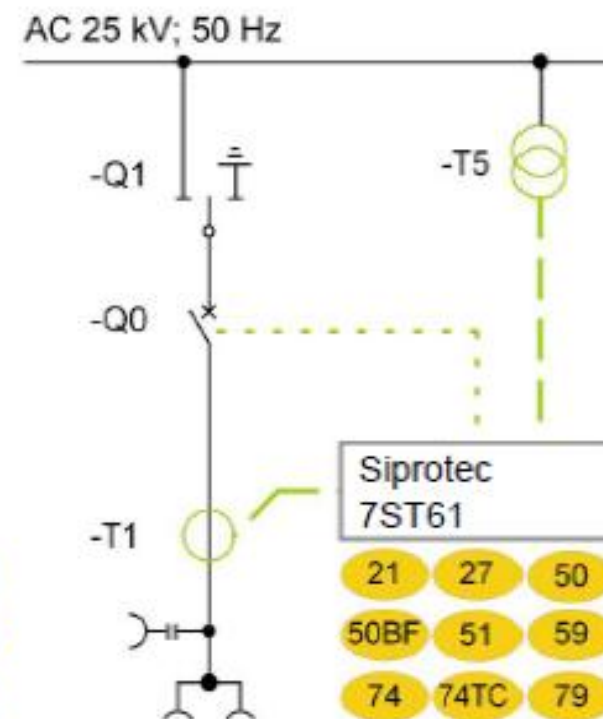
Модульный блок релейной защиты нового поколения Siprotec 5



Релейная защита и автоматика тяговых распределительных устройств переменного тока

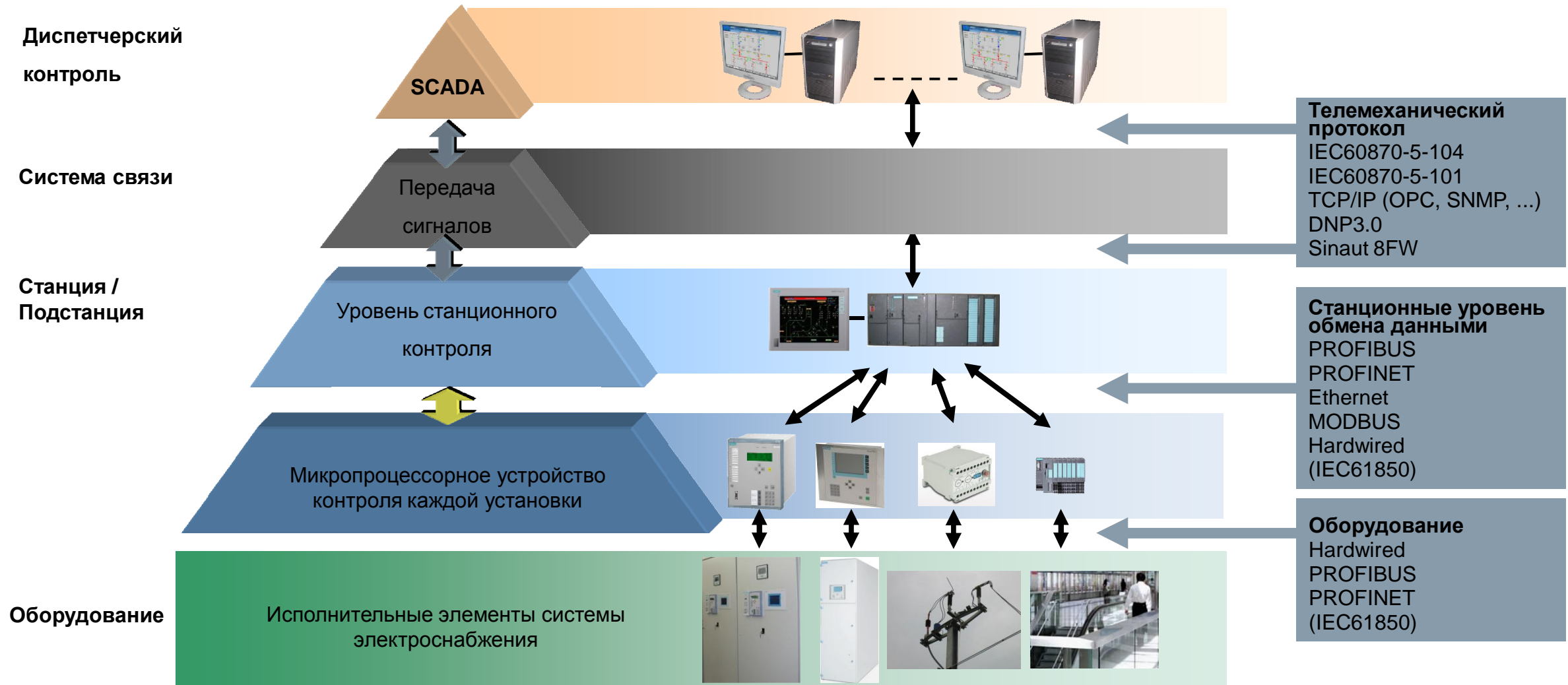


Цифровое реле защиты и управления контактной сети (система с автотрансформатором)

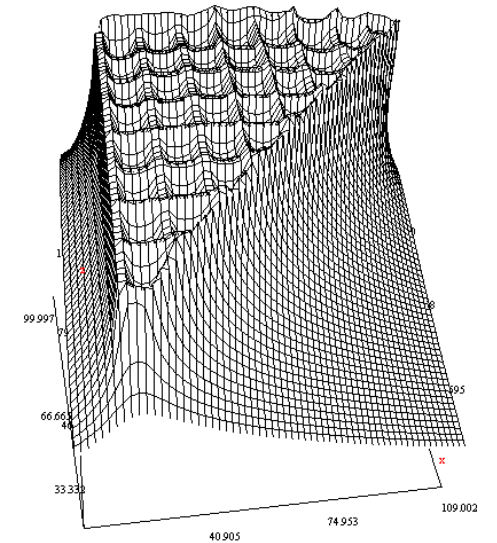
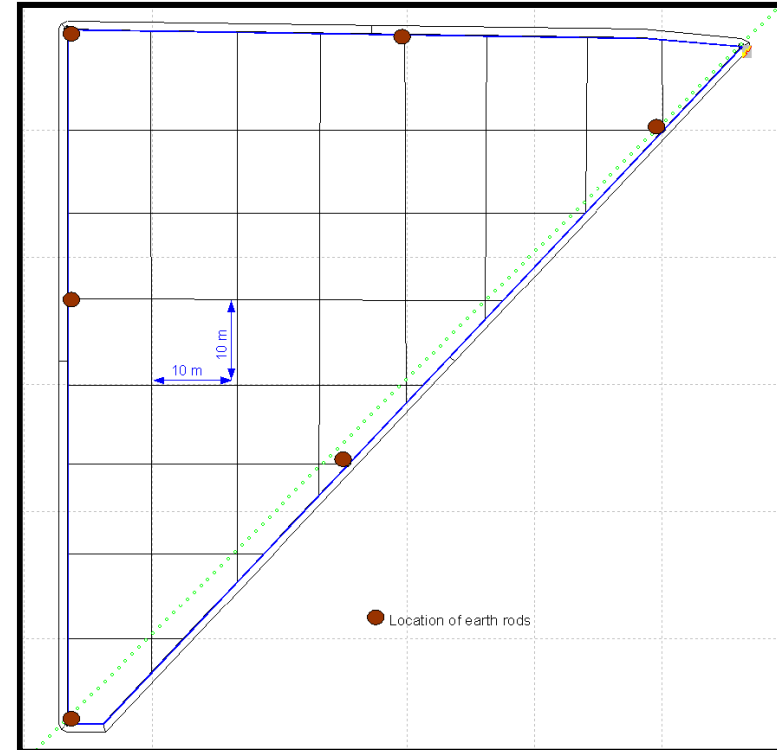
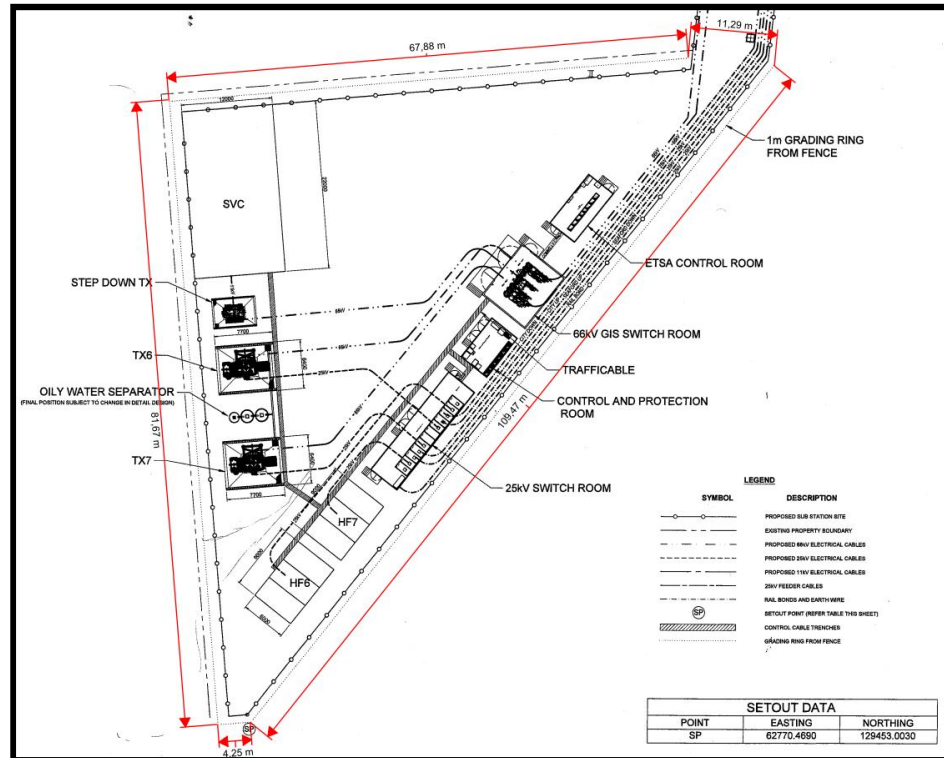


Цифровое реле защиты контактной сети (однофазная система)

Система дистанционного контроля



Организация контура заземления

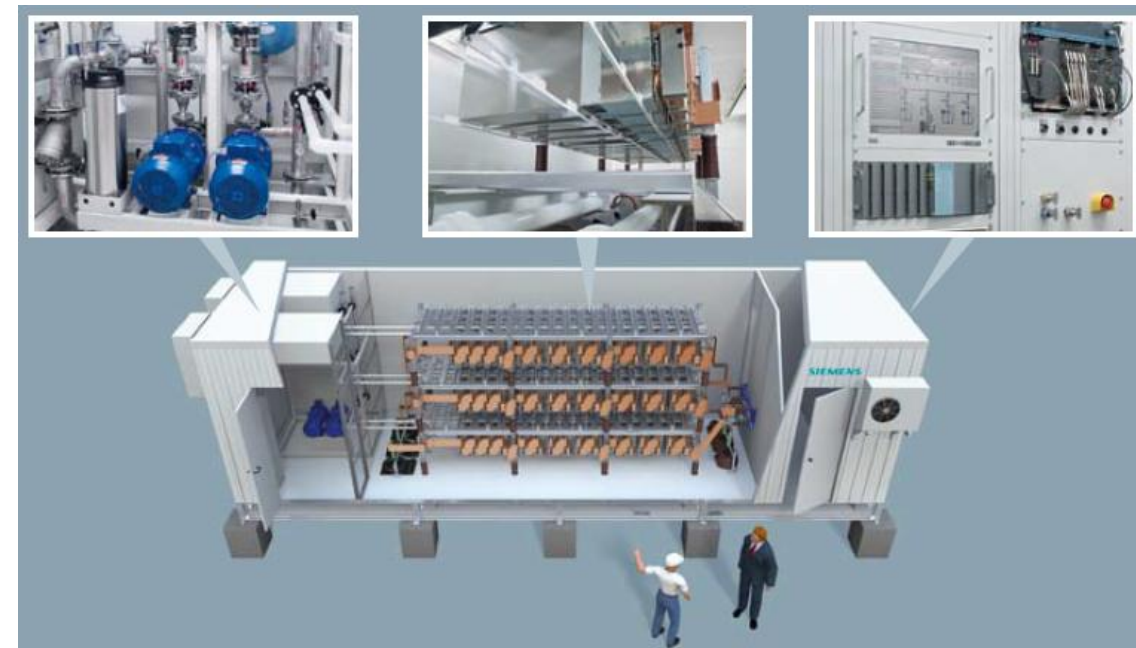


Планировка подстанции

Контур заземления

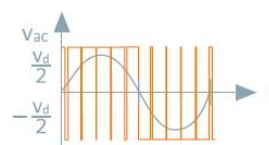
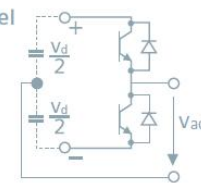
Распределение потенциала

Siemens SVC plus R – компенсатор реактивной мощности

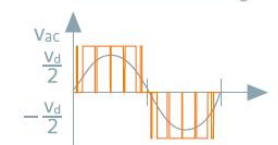
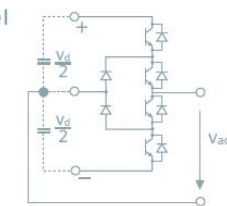


Назначение – обеспечение качества характеристик напряжения в точке подключения тяговой подстанции к питающей сети 110 (220) кВ.

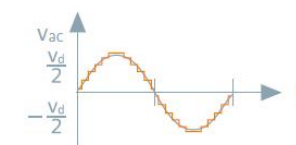
Two level



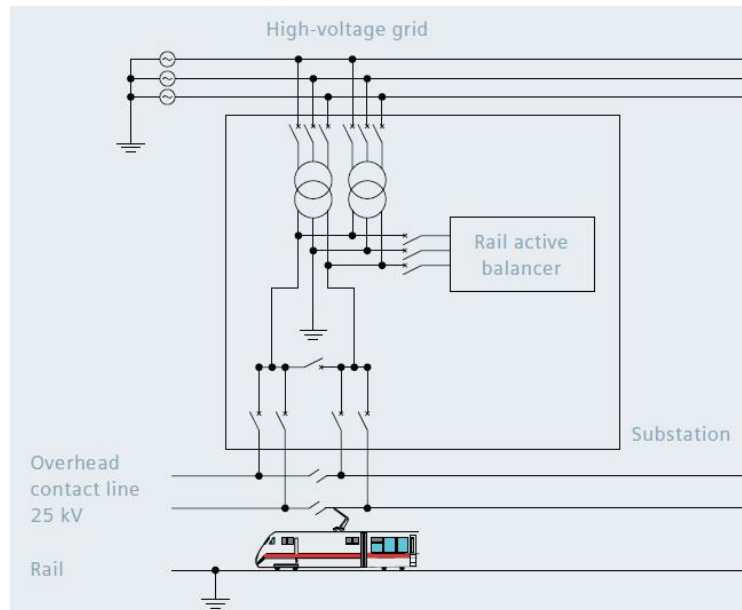
Three level



Multilevel



Sitras RAB – активное симметрирующее устройство

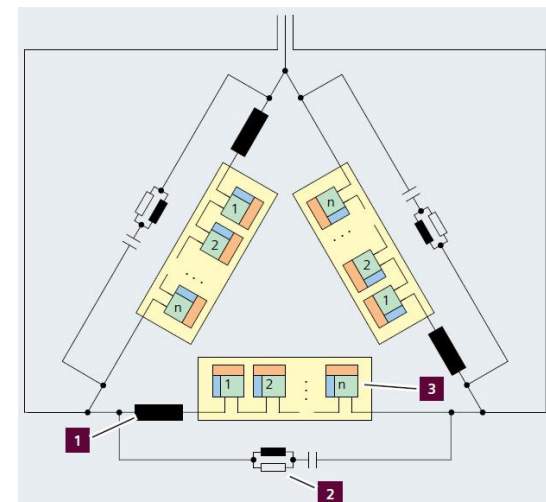
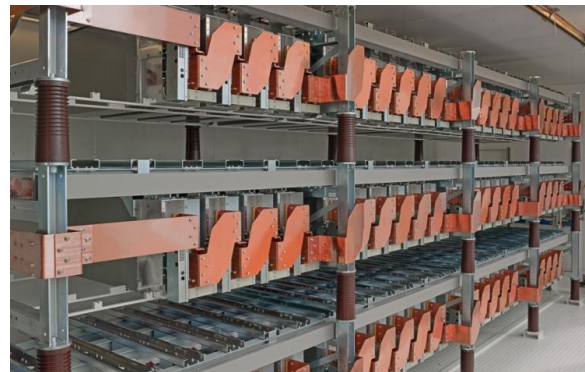


Назначение – контроль токовой нагрузки по вводам тяговой подстанции (или тягового РУ). Обеспечение активного контроля равномерного распределения однофазной тяговой нагрузки по трем питающим фазам подстанции. Компенсация реактивной мощности.

IGBT модуль

Силовой блок

Преобразователь





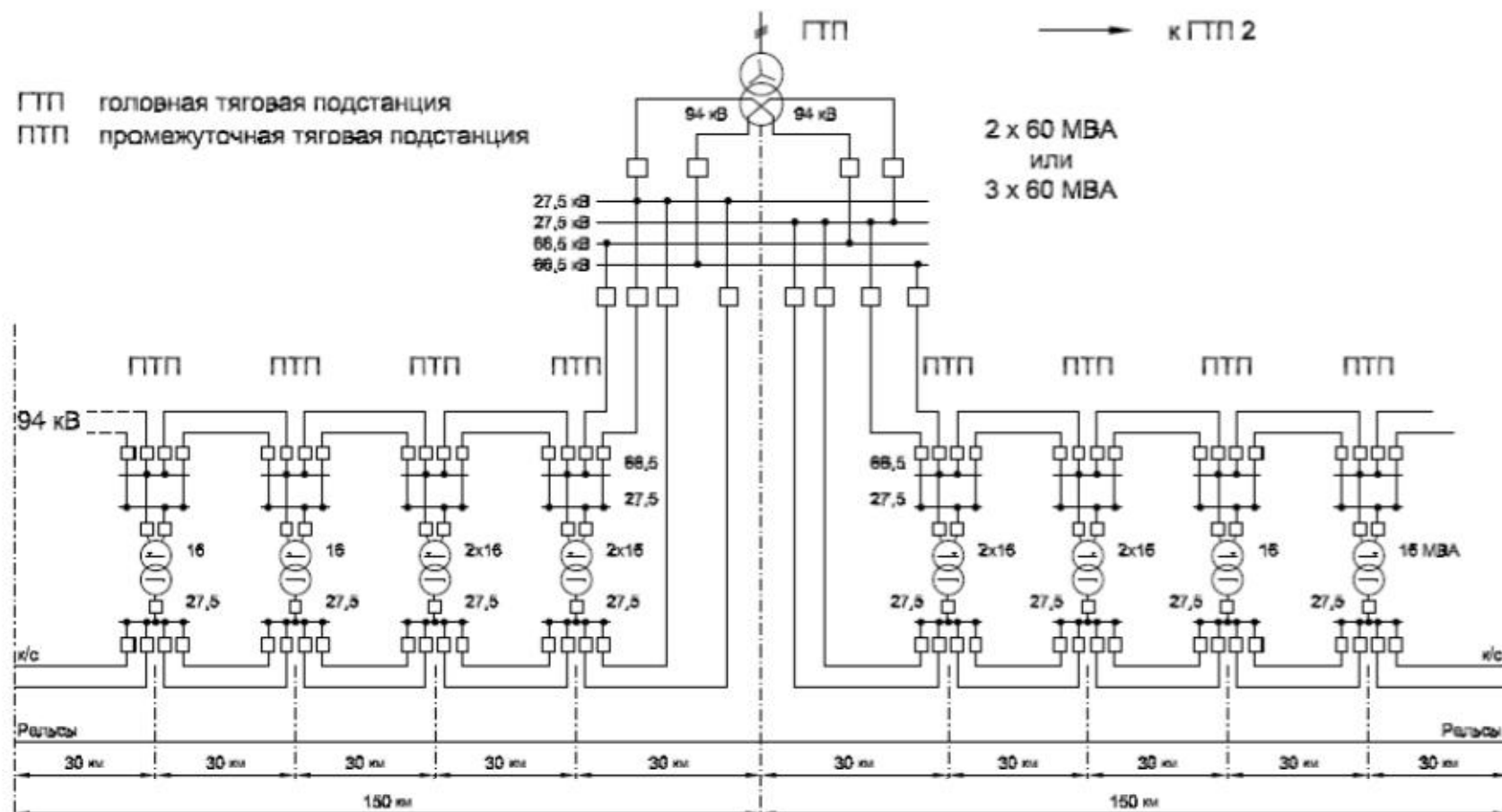
SIEMENS

Акционерное Общество
Русскихъ Электротехническихъ Заводовъ
СИМЕНСЪ и ГАЛЬСКЕ

Цикл лекций - «Высокоскоростное железнодорожное движение»

Совершенствование систем тягового электроснабжения - Система 94 кВ

Основная информация

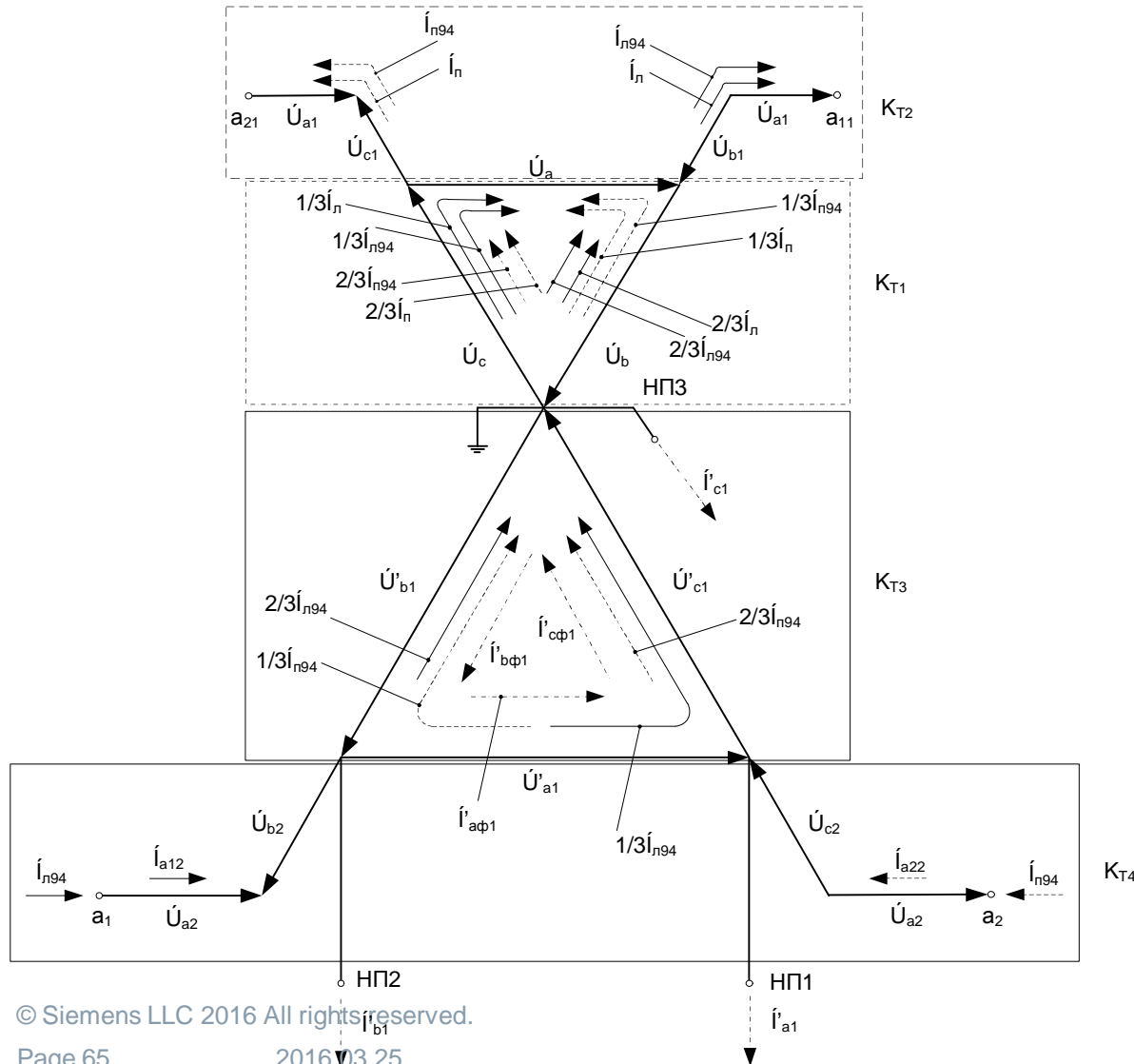


Система тягового электроснабжения 94 кВ – система с симметрирующим трансформатором, расположенным на головной тяговой подстанции (ГТП), и промежуточными тяговыми подстанциями (ПТП).

Особенности:

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

Симметрирующий трансформатор



Двухкаскадный тяговый симметрирующий трансформатор. Общее количество обмоток – 14 (без учёта первичной обмотки).

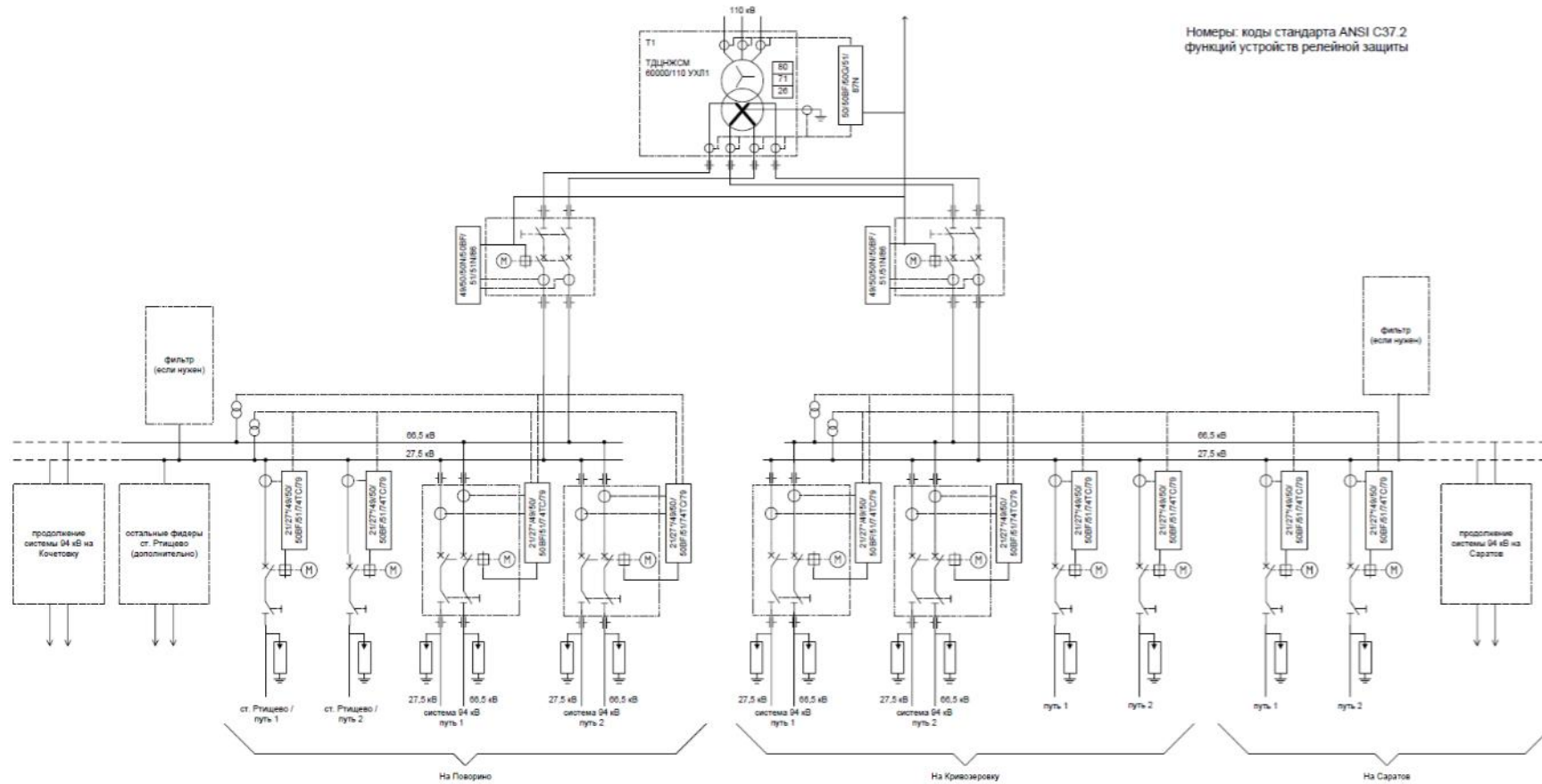
Стандартные уровни напряжения каскадов (35 кВ и 110 кВ), что позволяет применять уже существующие нормы проектирования и приёмо-сдаточных испытаний.

Два варианта исполнения:

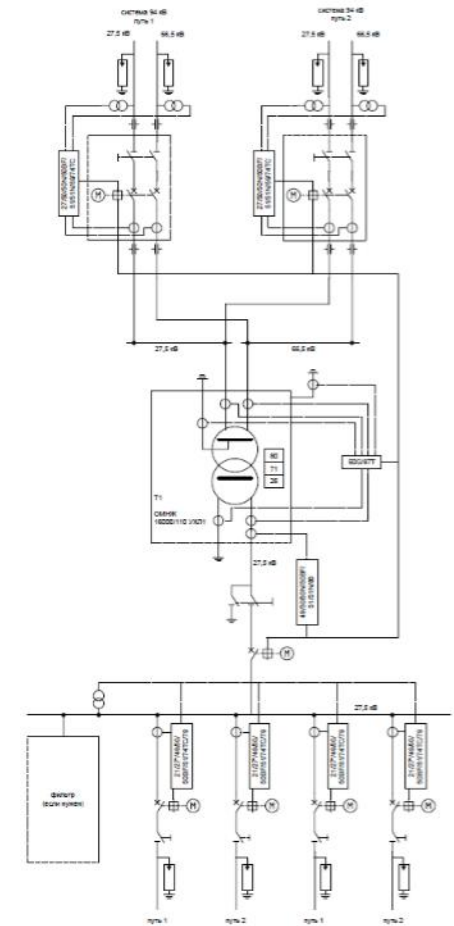
1. Единые обмотки в одном кожухе.
2. Два отдельных трансформатора (верхний тяговый каскад и нижний каскад питания продольной линии) с соединением выводов подключаемых в рельс.

Конфигурация ГТП и ПТП

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

A historical black and white illustration of a large industrial factory complex, likely the Siemens works in Moscow, 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 river in the background is filled with various sailing ships and boats. The overall scene depicts a busy industrial hub of the late 19th century.

SIEMENS

Акционерное Общество
Русскихъ Электротехническихъ Заводовъ
СИМЕНСЪ и ГАЛЬСКЕ

Цикл лекций - «Высокоскоростное железнодорожное движение»

Электрификация и электроснабжение для ВСМ - реализованный объект и предложения для проекта Москва-Казань

Проект «VSM – Объединение Германии VDE 8.2»



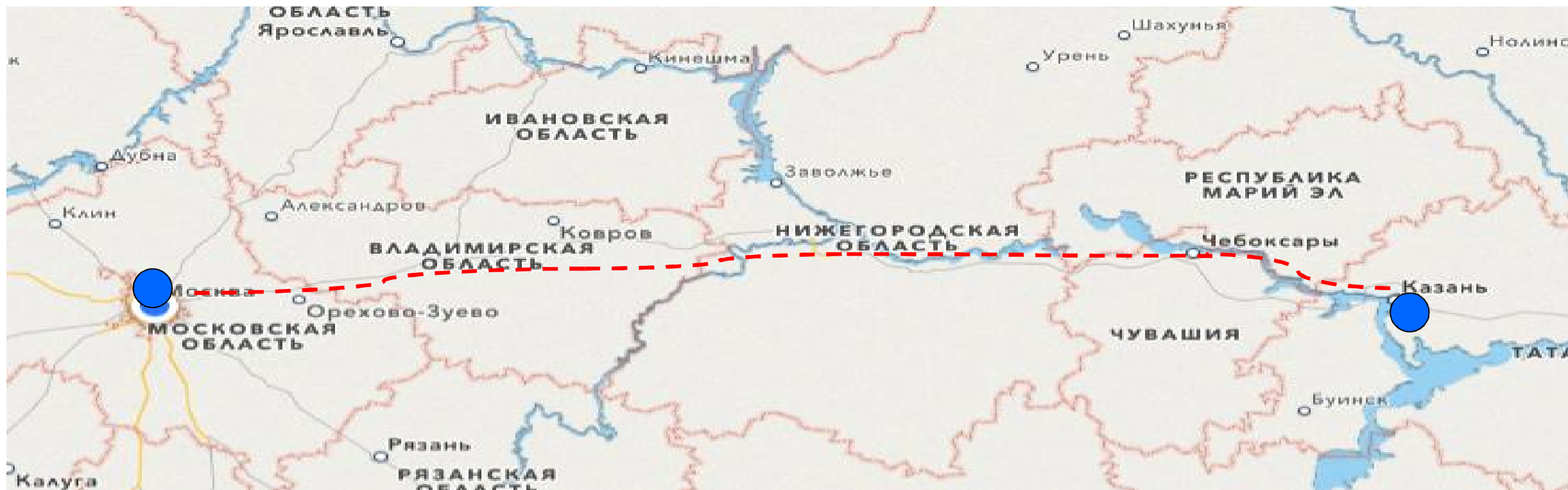
Длина участка (Лейпциг – Эрфурт) – 123 км;
 Ширина колеи – 1435 мм;
 Тип пути – безбалластный;
 Интервал движения – до 3 мин;
 Скорость движения – до 300 км/ч;
 Система тягового электроснабжения – 15 кВ, 16,2/3 Гц

Особенности проекта:

- Высокоскоростное пассажирское и грузовое движение;
- Реализация новейших требований безопасности;
- Интеллектуальная система управления и контроля поездов в туннелях.



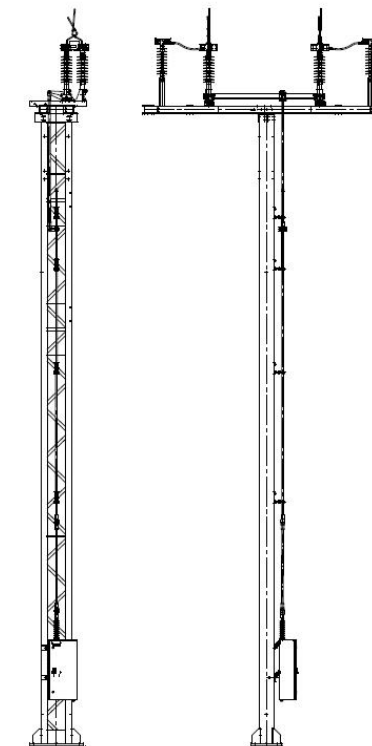
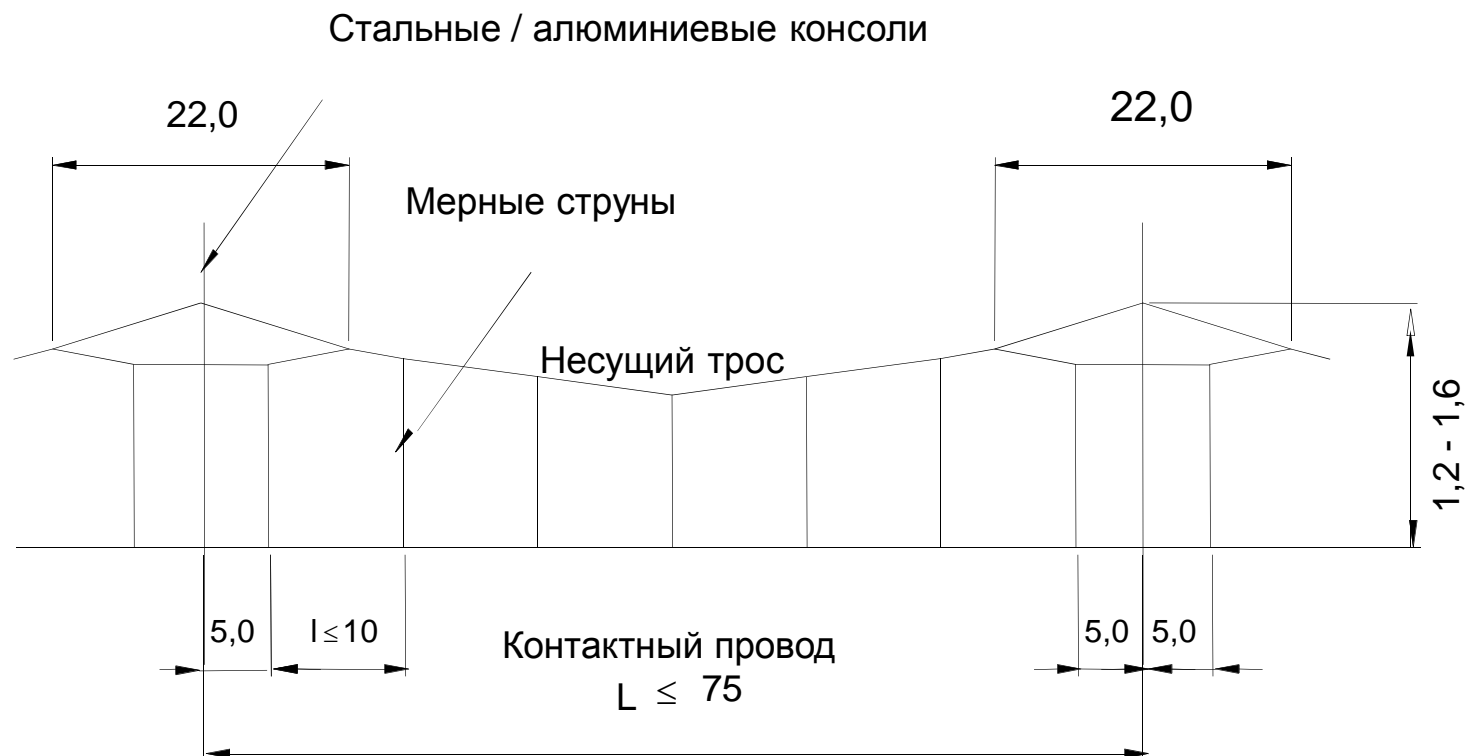
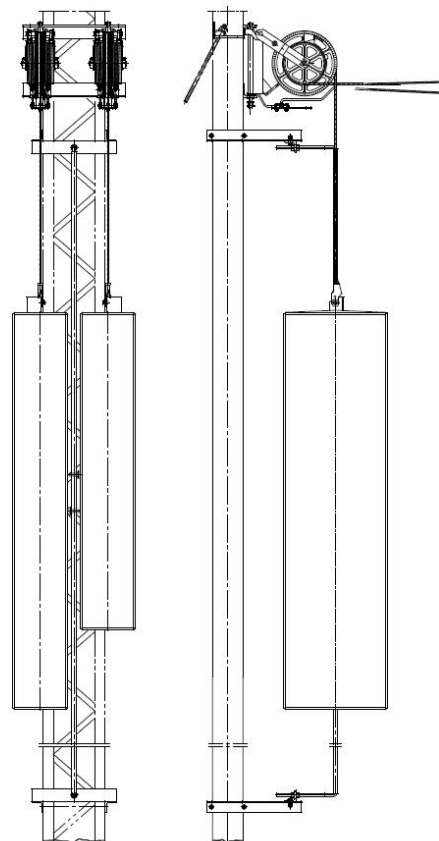
ВСМ Москва-Казань



Длина участка – 770 км
Максимальная скорость ≤ 400 км/ч
Время в пути – 3 часа 30 минут

Более 180 искусственных сооружений
Около 161 разноуровневых пересечений
Пересечения с реками Ока, Сура и Волга

Sicat HA 400 - контактная сеть «Сименс» 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**

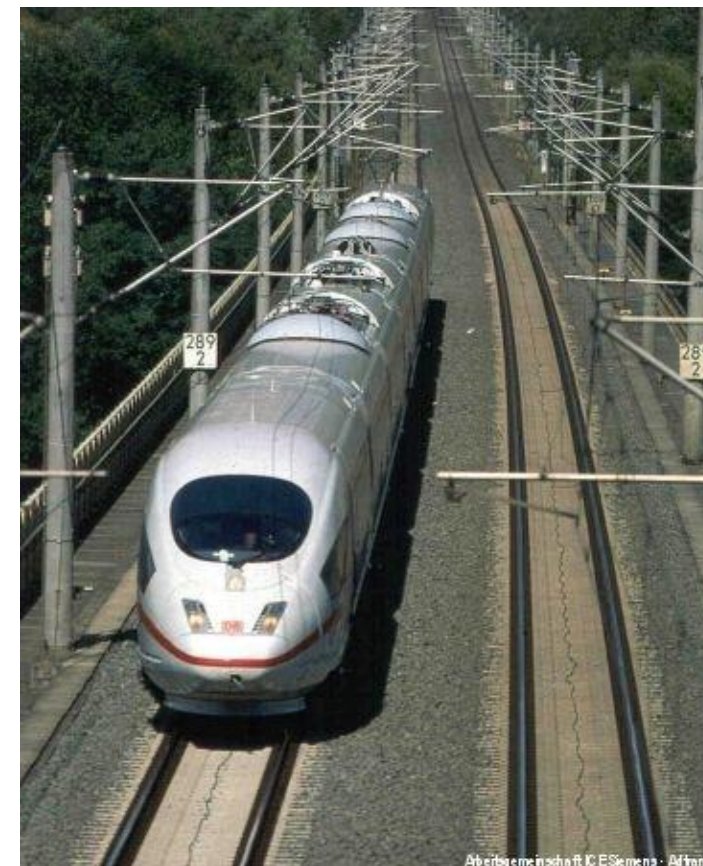
Оборудование тяговых подстанций для ВСМ России

- Распределительные устройства с элегазовой изоляцией (КРУЭ) 110/220 кВ
- Высокоинтегрированные установки 110/220 кВ
- Бачковые выключатели 110/220 кВ
- Колонковые выключатели 110/220 кВ
- Тяговые трансформаторы
- Активные симметрирующие устройства
- Активные компенсаторы реактивной мощности
- Тяговые распределительные устройства с элегазовой изоляцией 27,5, 2x25 кВ
- Системы защиты и автоматики Siprotec 4/Siprotec 5



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.





SIEMENS



Акционерное Общество
Русскихъ Электротехническихъ Заводовъ
СИМЕНСЪ и ГАЛЬСКЕ

Цикл лекций - «Высокоскоростное железнодорожное движение»

Вопросы?