



## ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ ПРОВОДОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ И ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ



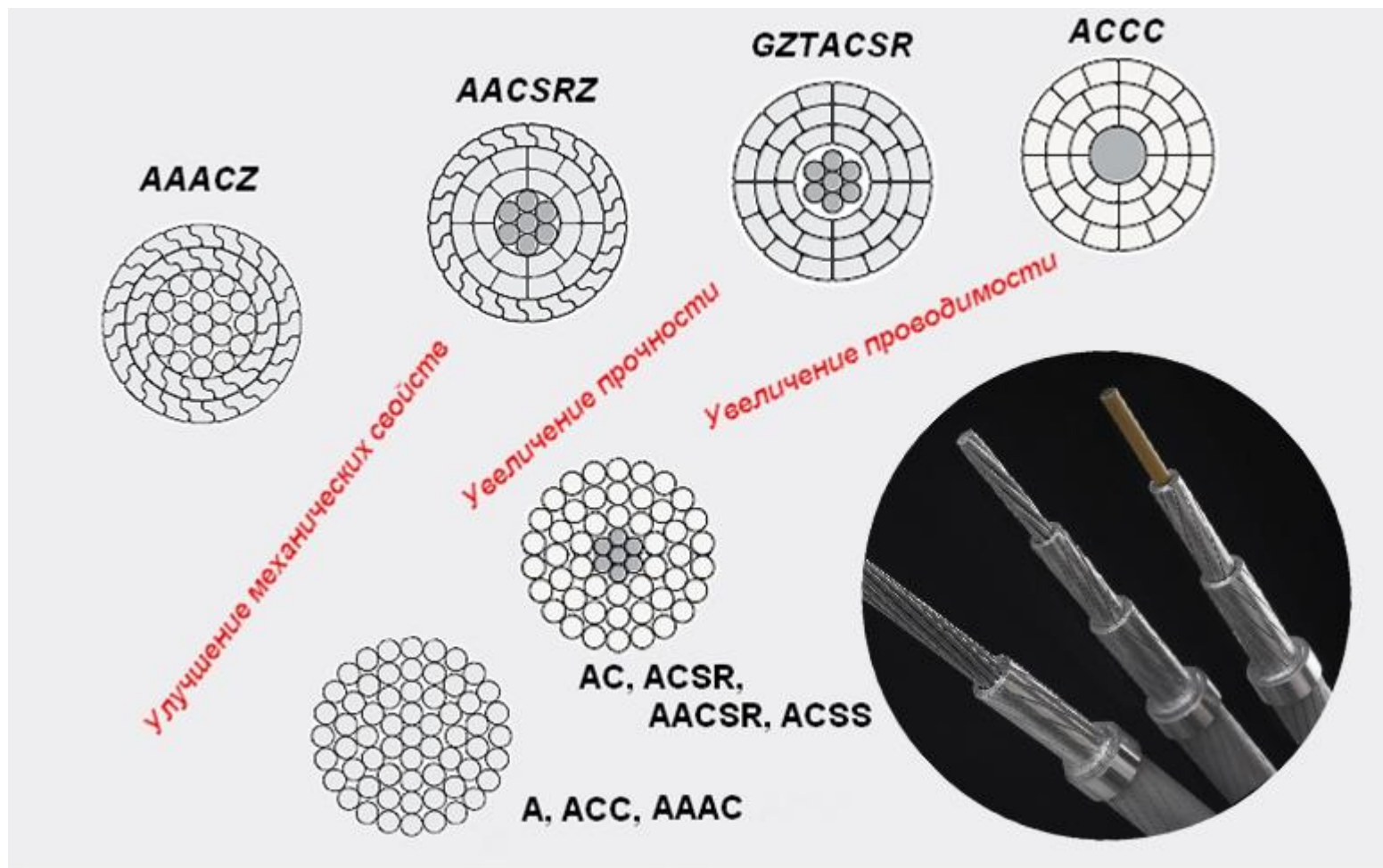
**Фёдоров Николай Александрович, директор по развитию ООО «СИМ-РОСС-ЛАМИФИЛ»  
Доклад на конференции «Умные воздушные линии», Санкт-Петербург, 18 июня 2014 г.**



## ЧАСТЬ 1

# ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ПРОВОДОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

## Эволюция высоковольтных проводов для ВЛ



## ИННОВАЦИОННЫЙ ПРОЕКТ

В России, на территории энергетического технопарка «Сим-Росс» в г.Углич Ярославской области построен завод - уникальное производство энергоэффективных проводов нового поколения для ЛЭП – ООО «Сим-Росс-Ламифил».

Объем производства «Сим-Росс-Ламифил» с выходом на проектную мощность - 12-16 тысяч км проводов в год.

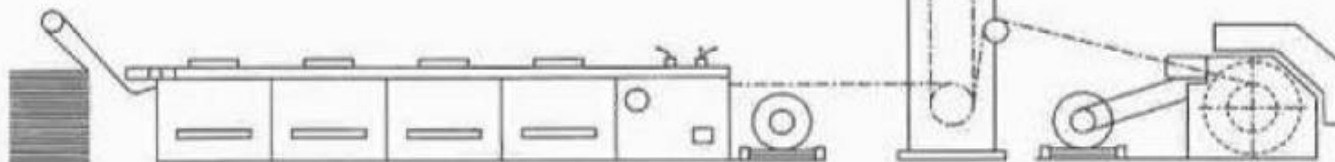
Планами развития предусмотрено создание собственной сырьевой базы – литейно-прокатного производства катанки из алюминиевых сплавов.



## ПРОЦЕСС ВОЛОЧЕНИЯ



Волоочильная машина “NIENOFF” (Германия)



Основные технические характеристики:

Марка: **MSM 85**

Производитель: “NIENOFF” (Германия)

Дата производства: **2011 г.**

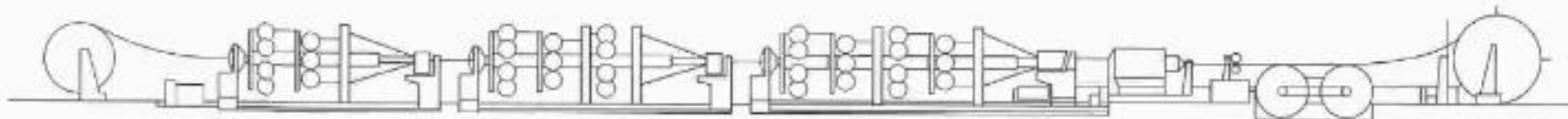
Типы сечений проволоки: **круглый, трапециевидный, Z-образный**

Мак скорость волочения: **алюминий – до 35 м/с, ал.сплав – до 25 м/с**

## ПРОЦЕСС СКРУТКИ



Крутильная машина фонарного типа “POURTIER” (Франция)



Основные технические характеристики:

Марка: **(1+6+12+18+24 x 630)**

Производитель: **“POURTIER” (Франция)**

Дата производства: **2010 г.**

Мах количество проволок: **61 шт.**

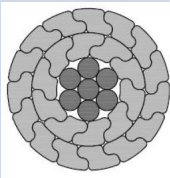
Сечение готового провода: **25 ÷ 800 мм<sup>2</sup>**

Мах линейная скорость: **60 м/мин**

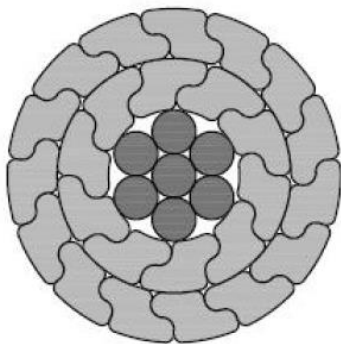
Материал	Стандарт	Эл.сопротивление при 20 °С	Проводимость	Прочность на разрыв	Мах рабочая температура провода	Проводимость / вес
		(Ом·мм <sup>2</sup> )/км	% от меди	МПа	°С	% от меди
Медь		17,54	100%	450		100%
Алюминий		26,3	61%	165		200%
АКЛП-7ПТ	ГОСТ 13843	28,0	59%	83	80-90	180%
термообработанный	IEC 60121	28- 27,35	61,6-63%	60-80	80-90	203%
Алюминиевый сплав						
КАС 6201-Т1	ГОСТ 20967	36,0	48%	205	80-90	150%
AI4	NBN 34-100	33,1	52,1%	330-342	90-125	171%
AI2	BS3242	32,8	52,6%	315-325	90-125	172%
AI3	EN50182	32,53	53%	295	90-125	173%
AI6	EN50183	31-30,5	55,6-56,5%	304-314	90-125	175%
AI7	EN50183	30-29,5	57,4-58,4%	255-275	90-125	180%
KTAL	IEC62004	31,347	55%	225-248	150-180	176%
XTAL	IEC62004	29,726	58%	159-169	230-310	179%
TAL	IEC62004	28,735	60%	159-169	150-180	185%
ZTAL	IEC62004	28,735	60%	159-176	210-240	185%

Материал	Плотность	Проводимость	Прочность на разрыв	К теплового удлинения	Модуль упругости	Прочность к нагрузке собственным весом
	г/см <sup>3</sup>	% от меди	МПа	х 10 <sup>-6</sup> /°С	ГПа	м
Медь	8.9	100%	450	17		5 000
Алюминий	2.7	61%	165	23		6 000
Сталь	7,8	9%	1600	11,5	210	20 000
Алюминиевый сплав	2,7	52%	255-342	23	56	12 000
Инвар	8,1	21%	1100	4,0	145	14 000
Композит (базальт)	1,9	0%	860-1400	2,1	70	40 000
Композит (оксид алюминия)	2,7	30%	1500	6,3	216	50 000
Композит (углеволокно)	1,8	0%	2158-2586	1,6	112,3	100 000



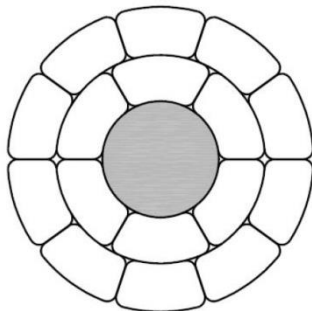
Наименование		Конструкция	Материалы	Основные преимущества
Провода типа Z		Компактная, наружные слои из проволок Z-образного профиля	Алюминиево-магниевокремниевый сплав, сердечник из стальной оцинкованной проволоки	Повышенная надежность, стойкость к снегоналипанию, обледенению, к механическим повреждениям
Провода с композитным сердечником		Компактная, из трапециевидных проволок, с композитным сердечником	Термообработанный алюминий, сердечник из композитного материала на основе углеродных волокон	Повышенная пропускная способность (в 2 раза), сокращение потерь на 20-30%, повышенная надежность
Термостойкие провода с зазором		Компактная, из трапециевидных проволок с зазором вокруг стального сердечника	Алюминиево-циркониевый сплав, сердечник из стальной оцинкованной проволоки	Повышенная пропускная способность (в 2 раза)
Провода повышенной проводимости		Произвольная	Алюминиевый сплав, наружный слой из термообработанного алюминия	Меньше потери, выше проводимость

## Высокотехнологичные провода типа Z с улучшенными механическими характеристиками



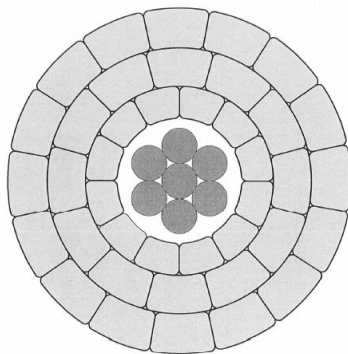
- ✓практически **полное отсутствие внутренней коррозии;**
- ✓снижение амплитуды и интенсивности пляски проводов, снижение уровня усталости металла в проводе за счет **самогашения колебаний;**
- ✓снижение механических нагрузок от пляски проводов, прикладываемых к опорам, и, как следствие, **увеличение жизненного цикла ВЛ;**
- ✓снижение потерь при передаче электроэнергии;
- ✓снижение уровня шума и, следовательно, улучшение эксплуатационных показателей в населенных районах ;
- ✓отсутствие дополнительных затрат при монтаже, возможность использования существующей арматуры;

## Провода АССС™ с композитным сердечником



- ✓ позволяют удвоить номинальный ток и увеличить пропускную способность линии в **2 раза**;
- ✓ позволяют **сократить** потери линии и связанные с ней **выбросы в атмосферу на 20-30%**;
- ✓ **легче** по сравнению с проводами АС аналогичного эффективного сечения **на 50-60%**;
- ✓ **обеспечивают меньшие стрелы провеса**, что позволяет увеличивать длины пролетов линии, использовать анкерные опоры меньшей высоты или меньшее количество опор;
- ✓ **отсутствие коррозии**;
- ✓ позволяют **снизить нагрузку на опоры** при обледенении и ветровых нагрузках, что повышает **надежность и долговечность работы ВЛ**

## Термостойкие провода с зазором GZTACSR



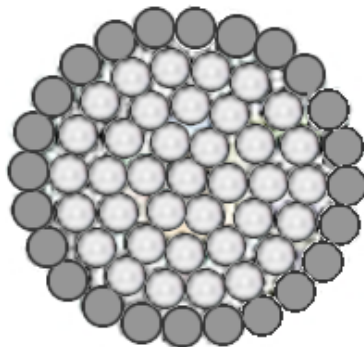
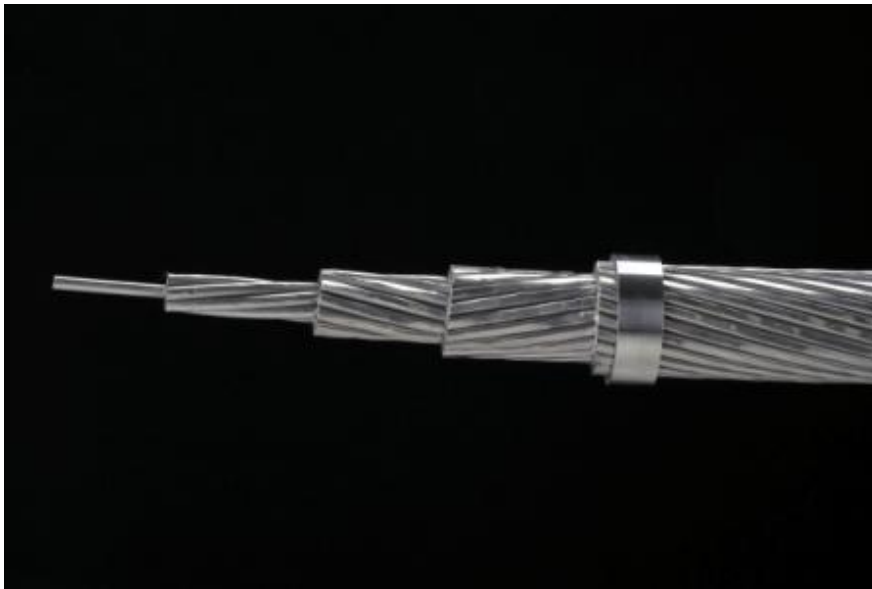
✓ позволяет эксплуатировать ВЛ при **повышенном значении тока**;

✓ стрелы провеса сохраняются в пределах допустимых границ при **повышенной рабочей температуре провода (до 230°C или 310°C при пиковой нагрузке)**;

✓ за счет **высокой прочности** обеспечивают **значительное сокращение теплового провиса** при различных условиях нагрузки;

✓ благодаря своей термостойкости позволяют существенно увеличить **пропускную способность** на существующих линиях **без замены опор**;

## Провода повышенной проводимости АААС ИНС



- ✓ потери линии снижаются **до 9%** по сравнению со стандартными проводниками АААС аналогичного размера и веса;
- ✓ меньшие энергозатраты и выбросы  $\text{CO}_2$  в атмосферу и увеличение **пропускной способности линии до 35%**;
- ✓ процедура монтажа аналогична монтажу типовых проводов АС;
- ✓ используется **серийная арматура**;



## **ЧАСТЬ 3**

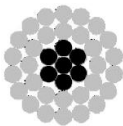
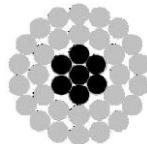
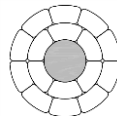
# **ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ С ПРОВОДАМИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ**



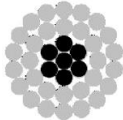
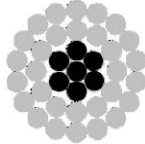
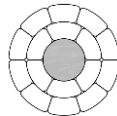
Требования проекта:	по внешним условиям	по энерго-эффективности	по экономике
<b>Новое строительство</b>	<p>Большие переходы</p> <p>Компактные линии</p> <p>Обеспечение повышенных экологических требований, снижение влияния линии на экологию</p>	<p>Smart Grid («умные сети»)</p> <p>Выдача мощности АЭС</p>	<p>Уменьшение стрел провеса провода и понижение высоты опор (при заданном габарите)</p> <p>Уменьшение количества опор за счет увеличения длин пролетов</p> <p>Минимизация срока окупаемости проекта</p>
<b>Реконструкция</b>	<p>Снижение нагрузок на опоры и арматуру и повышение надежности линии</p>	<p>Увеличение пропускной способности при минимальных затратах на модернизацию инфраструктуры</p>	<p>Избежание замены опор при замене провода для увеличения пропускной способности</p>
<b>В любых вариантах</b>	<p>Повышение надежности линии за счет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- повышенной стойкости системы «провод – арматура»;</li> <li>-снижения коррозии элементов линии;</li> <li>- уменьшение вероятности образования гололедно-изморозевых отложений на проводах</li> </ul>	<p>Минимизация потерь при передаче заданной мощности</p>	<p>Минимизация эксплуатационных расходов и стоимости владения линией</p> <p>Снижение рисков отключений потребителей и повышение надежности передачи электроэнергии</p>




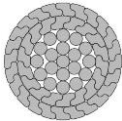
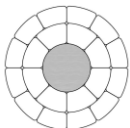
## Проект реконструкции ВЛ 110 кВ

Характеристика	Единица измерения	АС 150/24	АС 240/39	АССС 160 Helsinki
Производитель		Россия	Россия	Lamifil (Бельгия)
				
<b>Конструкция</b>				
	мм	алюминиевый сплав 26 x Ø2,7 сталь 7 x Ø2.1	алюминиевый сплав 26 x Ø3.4 сталь 7 x Ø2.65	алюминий 6+10 композит 1 x Ø5.97
Сечение провода общее	мм <sup>2</sup>	173,2	274,6	181,7
Сечение провода по Al	мм <sup>2</sup>	149	236	153,7
Внешний диаметр	мм	17,1	21,6	15,65
Масса провода	кг/м	<b>599</b>	<b>952</b>	<b>480</b>
<b>Прочность</b>				
Модуль упругости провода	Н/мм <sup>2</sup>	82 500	82 500	112 300
Разрывное усилие провода, не менее	Н	52 279	80 895	69 100
<b>Электрические и тепловые характеристики</b>				
Электрическое сопротивление постоянному току при 20°C	Ом/км	0,2039	0,1222	0,1825
Температурный коэффициент линейного удлинения	10 <sup>-6</sup> /°C	18,3	19,2	1.61
Мах рабочая температура поверхности провода	°C	80	80	175
Номинальный (длительно допустимый) ток при максимальной рабочей температуре	А	<b>450</b>	<b>610</b>	<b>813</b>


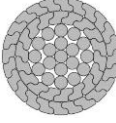
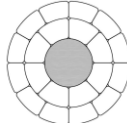
## Проект реконструкции ВЛ 110 кВ

Характеристика	Единица измерения	АС 150/24	АС 240/39	АССС 160 Helsinki
Производитель		Россия	Россия	Lamifil (Бельгия)
				
<b>Стоимость</b>				
Стоимость провода без НДС	тыс.руб./км		155 000	734 800
Стоимость 65 км провода без НДС	млн.руб.		<b>10,1</b>	<b>47,8</b>
<b>Экономия при строительстве</b>				
Количество анкерных опор	шт.		13	13
Количество промежуточных опор	шт.		35	35
Стоимость замены опор и фундаментов	млн.руб.		<b>61,0</b>	<b>0</b>
<b>Повышение пропускной способности</b>				
Мах передаваемая мощность	МВт	68,6	93,0	123,9
Дополнительная передаваемая мощность	МВт			<b>30,9</b>
Дополнительный экономический эффект* в год (при коэффициенте загрузки ВЛ = 0,6)	млн.руб.			<b>33,4</b>
Дополнительный экономический эффект* на всю линию за 50 лет* (при коэффициенте загрузки ВЛ = 0,6)	млн.руб.			1 670
<b>Окупаемость</b>				
Сумма затрат провод + опоры	млн.руб.		71,1	47,8
Срок окупаемости реконструированной линии	лет		<b>7</b>	<b>2</b>

## Проект реконструкции ВЛ 220 кВ

Характеристика	Единица измерения	АС 400/51	АААС 455-2Z	АССС 430 Brussels
Производитель		Россия	Lamifil (Бельгия)	Lamifil (Бельгия)
				
<b>Конструкция</b>				
	<b>мм</b>	сталь 7 x Ø3.07 алюминий 54 x Ø3.07	ал.сплав (1+6+12) x Ø2,9 + ал.сплав (18+24) x 3,17	композит 1 x Ø8,13 + алюминий (8+12) x 5,21
Сечение провода общее	<b>мм<sup>2</sup></b>	445,1	455	477,2
Сечение провода по Al	<b>мм<sup>2</sup></b>	394,0	392,1	439,4
Внешний диаметр	<b>мм</b>	<b>27,5</b>	<b>26,1</b>	<b>25,14</b>
Масса провода	<b>кг/м</b>	<b>1,490</b>	<b>1,289</b>	<b>1,275</b>
<b>Прочность</b>				
Модуль упругости провода	<b>Н/мм<sup>2</sup></b>	<b>77 000</b>	<b>54 000</b>	<b>112 300</b>
Разрывное усилие провода, не менее	<b>Н</b>	<b>120 481</b>	<b>146 570</b>	<b>135 900</b>
<b>Электрические и тепловые характеристики</b>				
Электрическое сопротивление постоянному току при 20°C	<b>Ом/км</b>	<b>0,0733</b>	<b>0,0742</b>	<b>0,0659</b>
Температурный коэффициент линейного удлинения	<b>10<sup>-6</sup>/°C</b>	19,8	23,0	1,61
Мак рабочая температура поверхности провода	<b>°C</b>	70	90	175
Номинальный (длительно допустимый) ток при максимальной рабочей температуре	<b>A</b>	<b>825</b>	<b>882</b>	<b>1546</b>

## Проект реконструкции ВЛ 220 кВ

Характеристика	Единица измерения	АС 400/51	АААС 455-2Z	АССС 430 Brussels
Производитель		Россия	Lamifil (Бельгия)	Lamifil (Бельгия)
				
<b>Стоимость</b>				
Стоимость провода без НДС	тыс.руб./км	162,000	480,050	845,000
Стоимость 215 км провода без НДС	млн.руб.	<b>35</b>	<b>103</b>	<b>182</b>
<b>Экономия на опорах</b>				
Количество анкерных опор	шт.	37	35	33
Количество промежуточных опор	шт.	70	65	57
Стоимость опор и фундаментов	млн.руб.	<b>609</b>	<b>570</b>	<b>516</b>
<b>Экономия на тепловых потерях</b>				
Электрическое сопротивление постоянному току при 20°C		1	+1,2%	-10,0%
Тепловые потери в год	МВт/км	1070	1081	970
Экономический эффект на всю линию за 45 лет	млн.руб.	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>132</b>
<b>Повышение пропускной способности</b>				
Номинальный (длительно допустимый) ток при максимальной рабочей температуре		1	+6,9%	+87,4%
Экономический эффект на всю линию за 45 лет (при коэффициенте загрузки ВЛ = 0,6)	млн.руб.	<b>0</b>	<b>637</b>	<b>6824</b>
<b>Окупаемость дополнительных затрат</b>				
Сумма затрат провод + опоры	млн.руб.	643,83	673,21	697,68
Экономия на потерях + доп.передаваемая мощность в год	млн.руб.	0,00	14,16	154,58
Срок окупаемости дополнительных затрат	лет	-	<b>2,1</b>	<b>0,3</b>

### Энергоэффективность:

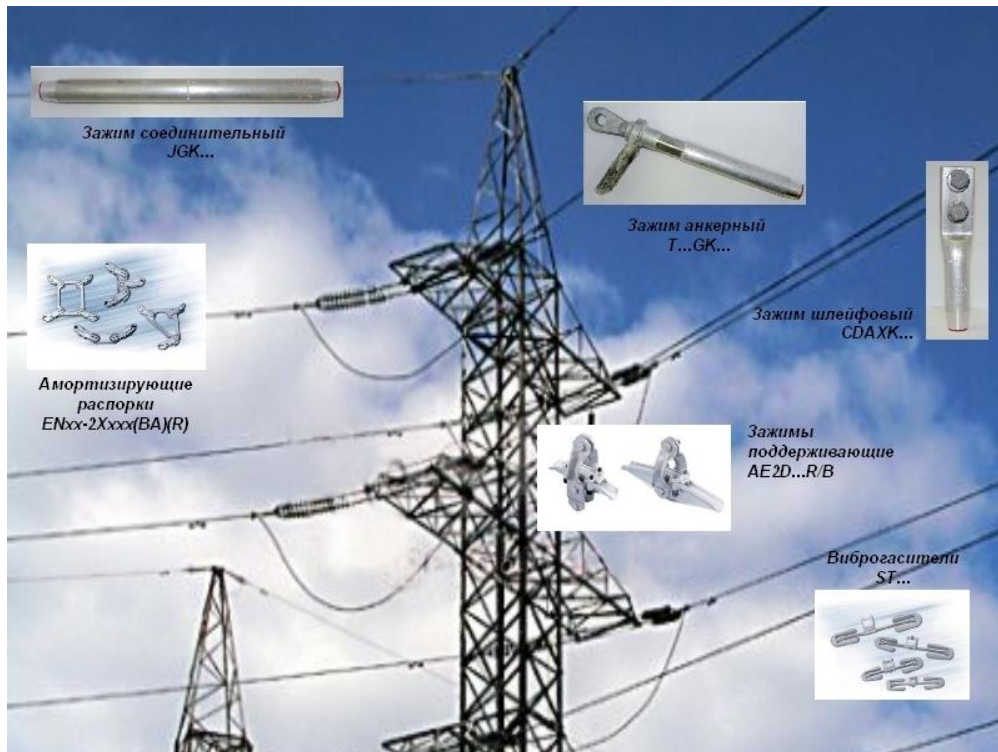
- ✓ Использование проводов нового поколения приводит к увеличению пропускной способности ВЛ в **1,5 - 2 раза**.
- ✓ Замена имеющихся проводов на провода нового поколения позволяет достичь экономии за счет дополнительной передаваемой мощности **150 - 250 млн руб.** на линию в год.

### Энергосбережение:

- ✓ Использование проводов нового поколения приводит к снижению потерь линий электропередач **до 30%**.
- ✓ Замена имеющихся проводов на провода нового поколения позволяет достичь экономии за счет более низких потерь **до 98 тыс. руб. на 1 км линии в год**.

### Надежность:

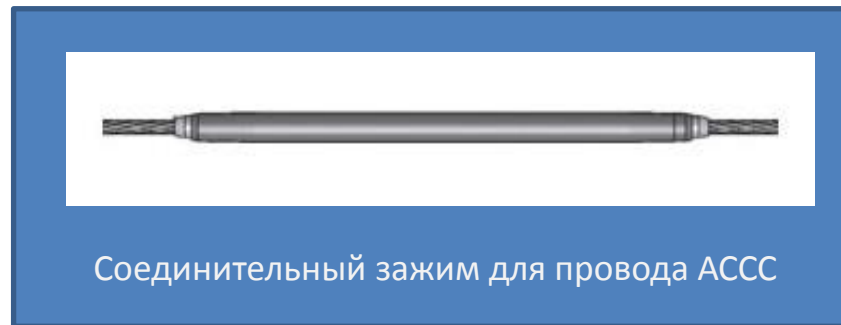
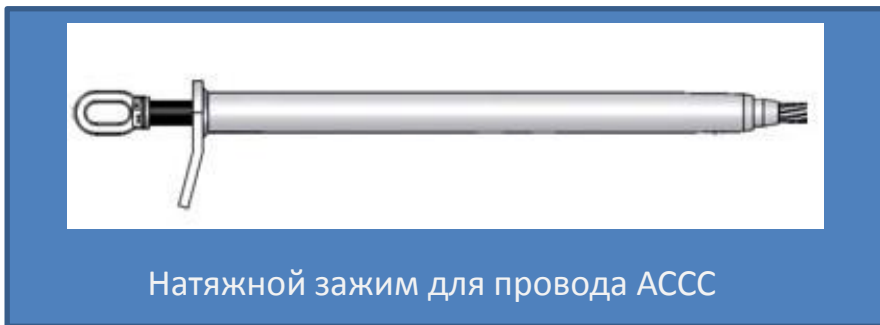
- ✓ Стремительный рост числа проектов ВЛ с проводами нового поколения и расширение географии
- ✓ Программа модернизации российских электросетей с привлечением передового опыта и лучших мировых технологий
- ✓ Техническая политика электросетевого комплекса и новый, конкурентноспособный уровень развития

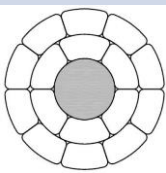
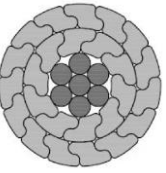
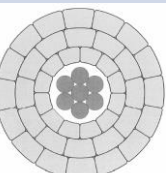
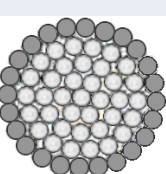


Рекомендуется спиральная, клиносочлененная и прессуемая арматура PLP (США), Sicame (Франция), Gorny (Германия), ЭССП (Россия) и др.



Спиральный поддерживающий зажим типа AGS – стандартные для европейских ВЛ



Тип провода		Натяжные спиральные зажимы	Клиносочлененные зажимы	Прессуемые зажимы
Провода с композитным сердечником		нет	нет	Рекомендовано производителями
Провода типа Z		Рекомендовано ФСК	Рекомендовано ФСК	Рекомендовано производителями
Термостойкие провода с зазором		По согласованию с производителями	По согласованию с производителями	Рекомендовано производителями
Провода повышенной проводимости		нет	По согласованию с производителями	Рекомендовано производителями

Монтаж проводов нового поколения и арматуры не должен вызывать затруднений у профессиональных монтажников. Оборудование, используемое при монтаже, а также технология установки, являются типовыми и практически не отличаются от технологии и оборудования при установке грозотроса с оптоволоконном. Особое внимание при монтаже уделяется использованию блоков с большими диаметрами и специальных зажимов во избежание излишнего перегибания провода. Рекомендуемая технология раскатки провода – метод «под тяжением». Эта технология позволяет производить плавную раскатку провода, не допуская касания земли и волочения. При этом внешний повив остается неповрежденным, а сердечник застрахован от возможных изломов и деформаций.

ГК «Сим-Росс» предлагает оборудование фирмы Tesmec (Италия): лебедки, натяжные и тормозные машины, а также устройства, обеспечивающие безопасность монтажа.





## Внедрение проводов нового поколения в мире

Наименование	Начало внедрения	География проектов	Количество, км
Провода типа Z	1974 г.	все континенты	более 30 000
Термостойкие провода	1980-е годы	все континенты	более 25 000
Провода повышенной проводимости	2003 г.	в Европе, США	более 10 000
Провода с композитным сердечником	2000 г.	<i>для АССС: 250 проектов в 22 странах</i>	более 25 000

№	Название проекта	Провод, количество	Регион	Заказчик	Сроки реализации	Исполнитель проекта
1	Стр-во ВЛ 110кВ Шепси-Туапсе Тяговая	AERO-Z AAAC 242-2Z, 77 км	Краснодарский край	ОАО "Кубаньэнерго"	2007	Группа компаний «Сим-Росс»
2	Стр-во ВЛ 110кВ Южно-Сахалинск - ПС Южное	AERO-Z AAAC 261-2Z, 36 км	о.Сахалин	ОАО Сахалинэнерго	2007	Филиал «Сим-Росс» в г. Южно-Сахалинск
3	Стр-во ВЛ 110кВ Перевальная-Алушта	AERO-Z AAAC 242-2Z, 55 км	Украина, Крым	ОАО "Крымэнерго"	2007 – 2008	Группа компаний «Сим-Росс»
4	Переход через Амур, ВЛ 220кВ	AERO-Z AACSR 649b-2Z, 27 км	Амурская обл	МЭС Востока, филиал ФСК	2008	Филиал «Сим-Росс» в г. Южно-Сахалинск
5	Рек-ция ВЛ 110кВ «ПКЗ-1, ПКЗ-2» г.Тольятти	AERO-Z 366-2Z, 19 км	Тольятти	МРСК Волги	2009	НПК "Сим-Росс"
6	Строительство ПС 110кВ "Вишневая"	LAMIFIL AACSRZ 251, 4,5 км	Сочи	МРСК Юга	2010	Группа компаний «Сим-Росс»
7	Рек-ция ВЛ 110кВ Сочинская ТЭС - Краснополянская ГЭС	LAMIFIL AACSRZ 251 и 339, 113 км	Сочи	ОАО "Кубаньэнерго"	2011	Группа компаний «Сим-Росс»
8	Рек-ция ВЛ 110кВ ТТЭЦ-2 - Ожогоино	LAMIFIL ACCC Oslo 325, 4 км	Тюмень	Тюменьэнерго	2012	НПК "Сим-Росс"
9	Рек-ция ВЛ 110кВ ПС Восточная - ПС Инская	LAMIFIL ACCC Helsinki 160, 65 км	Новосибирск	Новосибирск-энерго	2012	НПК "Сим-Росс"
10	Переход через Зею, ВЛ 500 кВ Зейская ГЭС – Амурская	LAMIFIL AACSRZ 647, 14 км	Благовещенск	МЭС Востока, филиал ФСК	2012	НПК "Сим-Росс"
11	Рек-ция ВЛ 220кВ Черепеть-Орбита-Спутник-Калужская	LAMIFIL ACCC Brussels 430, 201 км	Калуга	МЭС Центра, филиал ФСК	2012	НПК "Сим-Росс"



## **ЧАСТЬ 4**

# **БАРЬЕРЫ ПРИ ВНЕДРЕНИИ ПРОВОДОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ**

### *технические*

- износ оборудования электросетей до 70%;
- устаревшие провода типа АС не обеспечивают повышение энергоэффективности;
- сырьевая база отрасли не позволяет создавать энергоэффективные провода.

### *нормативные*

- устаревшие стандарты;
- устаревшие нормы проектирования;
- законодательная база электроэнергетики не регламентирует повышение энергоэффективности в электросетях.

### *административные*

- устаревшие технические требования электросетевых компаний;
- отсутствие методик по технико-экономическому обоснованию, учитывающих преимущества энергоэффективного оборудования;
- сложная процедура аттестации нового оборудования в электросетевом комплексе.

БАРЬЕРЫ	ПРЕОДОЛЕНИЕ
<p>Техническая политика электросетевого комплекса</p>	<p>ПОЛОЖЕНИЕ ОАО «РОССЕТИ» О ЕДИНОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКЕ В ЭЛЕКТРОСЕТЕВОМ КОМПЛЕКСЕ (утверждено 23.10.2013).</p> <p>"...при реконструкции ВЛ с целью повышения пропускной способности при сохранении (или снижении) нагрузки на опоры , а также при строительстве больших переходов <b>применять провода с длительно допустимыми температурами до 240°С</b> ... с коррозионностойким сердечником, в т.ч. изготовленном из стали, алюминиевых сплавов, или <b>с композитным сердечником</b>, с целью снижения нагрузки на опоры и фундаменты.</p> <p>В районах с интенсивными ветровыми и гололёдными нагрузками, а также на больших переходах ВЛ 35-110 кВ <b>рекомендуется применять новые конструкции проводов</b>, превосходящие стандартные пропускной способностью и техническими характеристиками с целью:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ снижение нагрузок на опоры и фундаменты;</li> <li>увеличения длины пролетов;</li> <li>■ уменьшения коэффициента аэродинамического сопротивления;</li> <li>■ снижения вероятности пляски проводов;</li> <li>■ снижения вероятности обрыва проводов при воздействии внешних механических нагрузок (противодействия налипанию снега и гололедообразованию).</li> </ul>
<p>Нормативно-техническая база</p>	<p>Новые стандарты, подготовленные в 2014 году РОССТАНДАРТОм:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) ГОСТ Р МЭК 62219 "<b>Провода</b> для воздушных линий электропередачи, скрученные из профилированных проволок концентрическими повивами"</li> <li>2) ГОСТ Р МЭК 62004 "<b>Проволока</b> из теплостойкого алюминиевого сплава для провода воздушной линии электропередачи»</li> </ol>

БАРЬЕРЫ	ПРЕОДОЛЕНИЕ
<p>Экономическое сравнение проектов без учета стоимости владения ВЛ</p>	<p>ПОЛОЖЕНИЕ ОАО «РОССЕТИ» О ЕДИНОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКЕ В ЭЛЕКТРОСЕТЕВОМ КОМПЛЕКСЕ (утверждено 23.10.2013).  "Основными направлениями технической политики при проектировании, строительстве, техническом перевооружении и эксплуатации воздушных ЛЭП (ВЛ) являются:  - <b>снижение стоимости</b> строительства и эксплуатации;</p>
<p>Критерии сравнения решений</p>	<p>- обеспечение надежности и <b>эффективности</b> работы;  - сокращение влияния ВЛ <b>на экологию</b>, включая минимизацию ширины лесных просек за счет применения высотных опор и опор с вертикальной подвеской проводов, создания компактных ВЛ, <b>снижение потерь</b> электроэнергии в ВЛ.</p>
<p>Инструменты для проектирования ВЛ с ПНП</p>	<p>Готовится к выпуску в 2014 году программа "ЛЭП" с <b>модулем расчета для проводов АССС</b>.  Разработчик: Группа компаний "Русский САПР"</p>



ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ ПРОВОДОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ  
И ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ  
ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

**СПАСИБО  
ЗА ВНИМАНИЕ!**

**ООО «Сим-Росс-Ламифил»  
152616, Ярославская область, г. Углич,  
Камышевское шоссе, дом 10-Д  
тел.-факс: +7 (495) 745-24-14, доб. 301  
[Nikolay.Fedorov@simross-lamifil.ru](mailto:Nikolay.Fedorov@simross-lamifil.ru)**

**[www.simross-lamifil.ru](http://www.simross-lamifil.ru)**