

ИНЖИНИРИНГОВЫЙ ЦЕНТР



Услуги, которые мы предлагаем, делятся на 3 группы потребителей:

- **«Проектные»** — выбор технических решений на этапе проектирования;
- **«Монтажные»** — выполнение шеф-надзорных услуг по прокладке кабеля;
- **«Комплектация»** — поставка конечному потребителю кабеля и сопутствующих товаров.

«Проектные услуги»

1. Подбор марки и сечения кабеля согласно условиям трассы и подключаемым нагрузкам
2. Помощь при проектировании в согласовании и снятии замечаний экспертизы или заказчика
3. Проектирование объектов электросетевого хозяйства и согласование документации с заинтересованными лицами
4. Предоставление каталогов, данных по объемам горючей массы и максимальным намоткам
5. Разработка индивидуальных кабелей и арматуры под объект
6. Проверка пропускной способности КЛ
7. Расчет и проверка способов заземления экранов (только от 6 кВ и выше)
8. Согласование проектной документации (только от 6 кВ и выше)

«Монтажные услуги» (только от 6 кВ и выше)

1. Обучение рабочих заказчика процессу производства монтажных работ
2. Пусконаладочные работы (испытания кабельных линий при вводе в эксплуатацию)
3. Шеф-надзор за прокладкой кабеля (наш шеф-инженер осматривает барабаны, трассу и контролирует процесс прокладки, что гарантирует качественную работу кабеля после прокладки)

«Комплектация»

1. Кабельная арматура (муфты, оконцеватели)
2. Электромонтажные изделия (коробки заземления, ОПН)
3. Строительные материалы (короба, лотки, хомуты, капы)

**Собственные
конструкторские бюро**

Создание любых конструкций
кабелей под запросы
потребителей

**Собственные
технологические бюро**

Разработка оптимальных
технологических процессов и
материалов для производства
кабелей

**Наличие крупнейшего
аккредитованного
испытательного центра**

Проведение локальных
испытаний полученных
образцов; испытания новых
изделий

Штат ООО «Камский кабель» укомплектован проектным отделом, который реализовывал следующие объекты:



Электроснабжение горнолыжной базы «Лаура»



Электроснабжение СТО «Тойота»



Вынос ВЛ 110 кВ Ржевская 3/4



Реконструкции ПС 330 кВ Кингисеппская

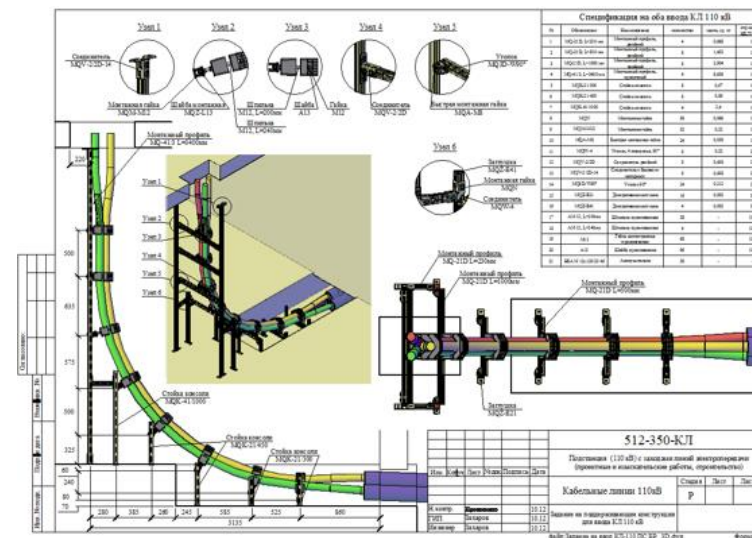
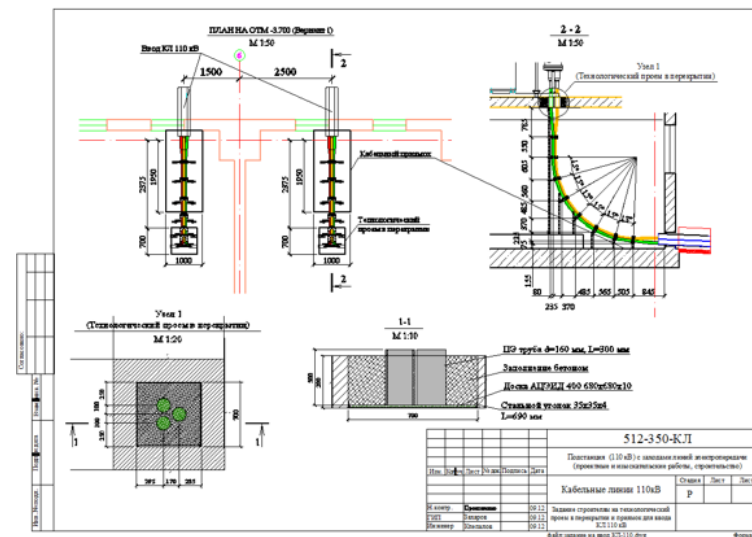
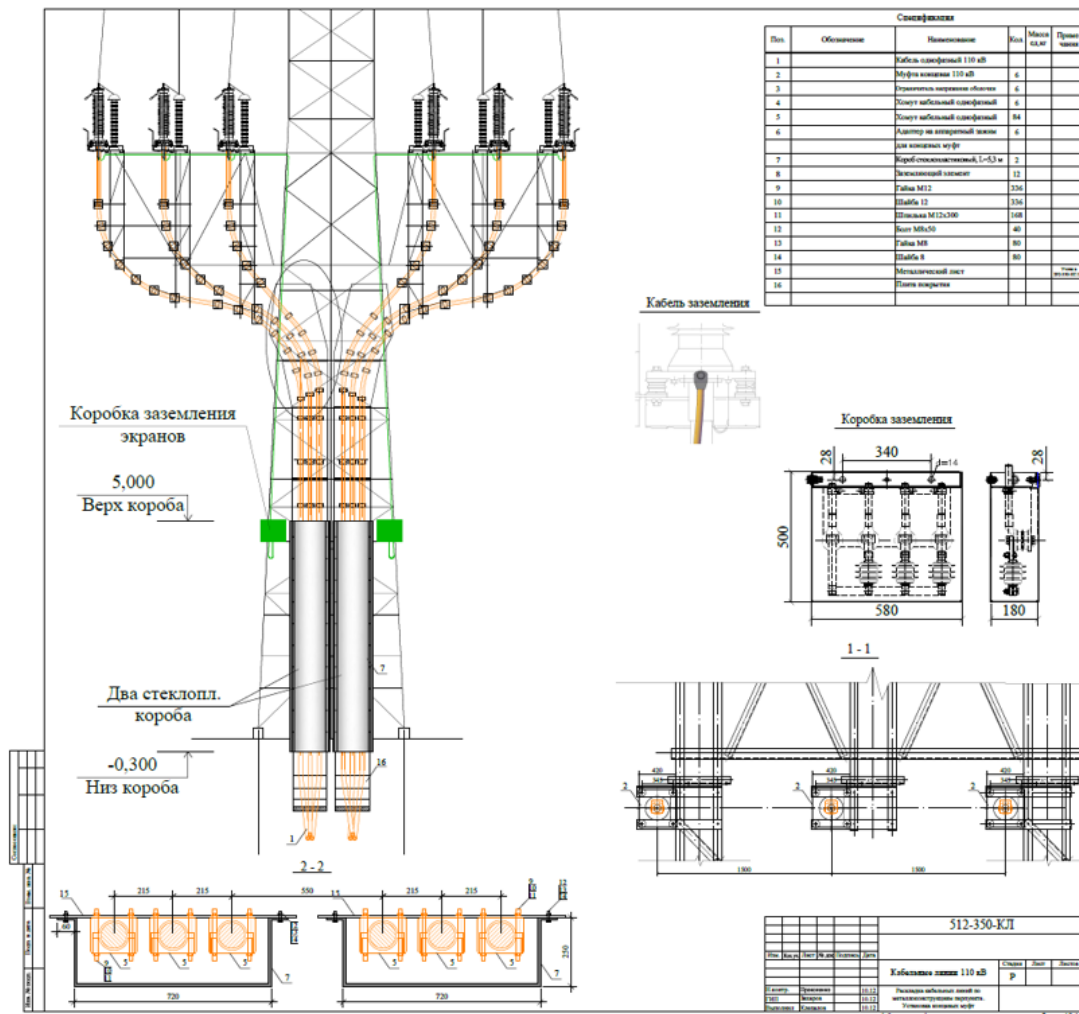


Реконструкции ПС 220 кВ Чесменская



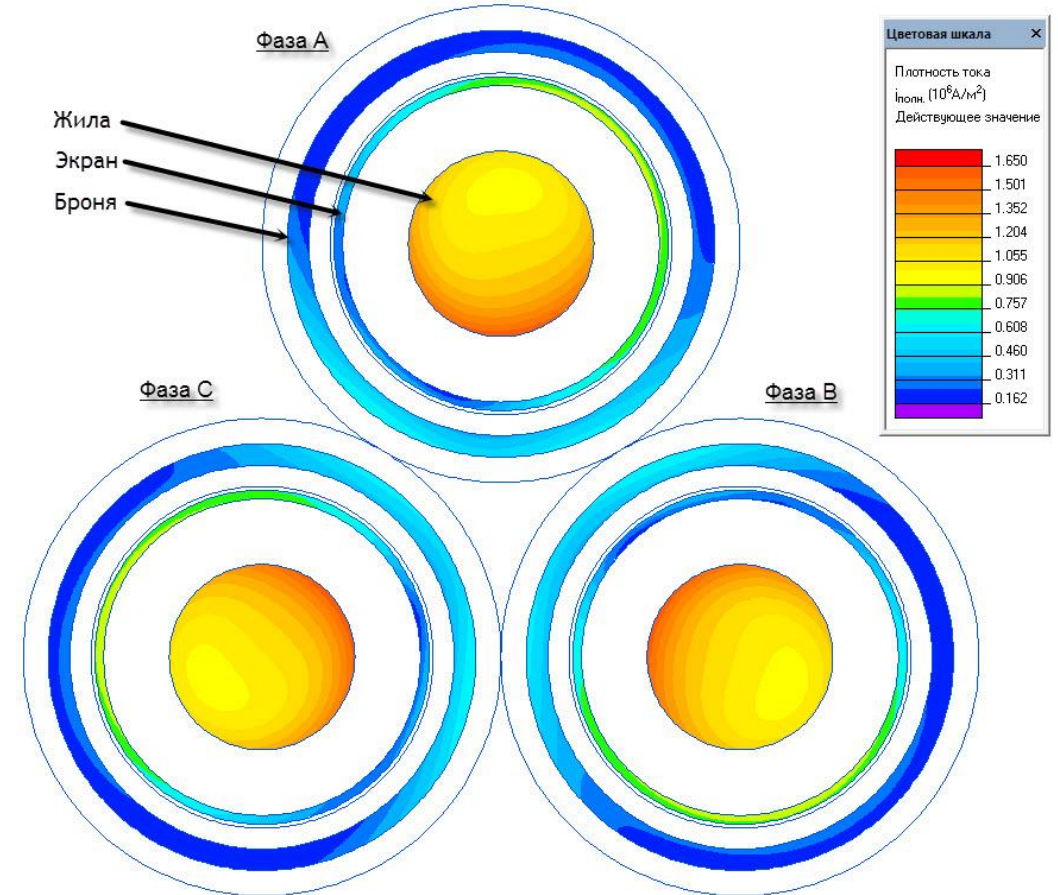
Строительство ПС «Волхов-Северная»

Разработка чертежей для проектных компаний



Перечень выполняемых расчетов:

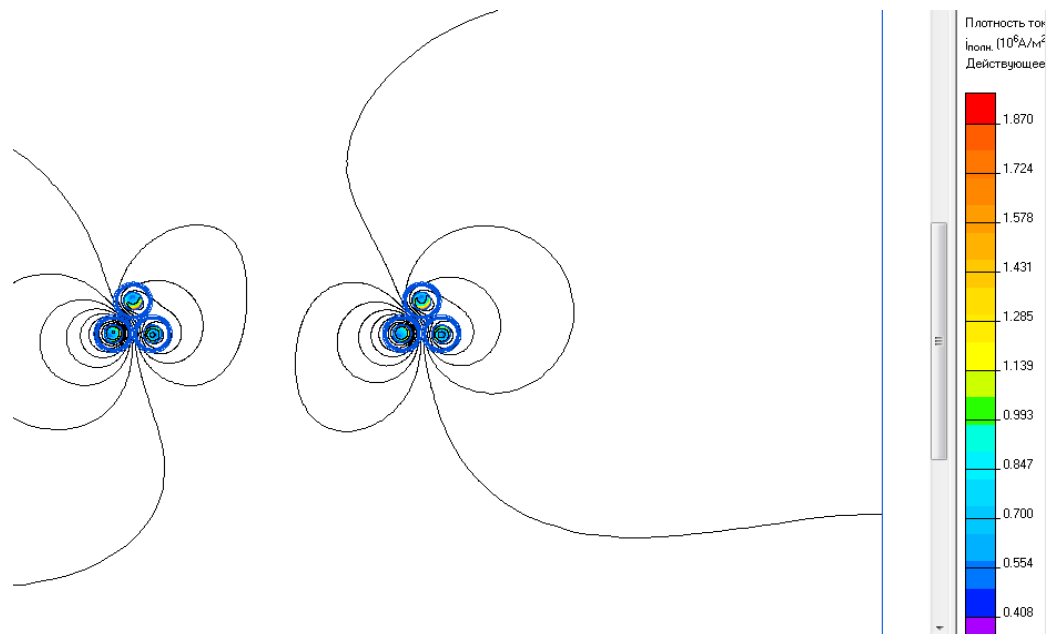
- Расчет выбора кабеля, исходя из условий прокладки;
- Расчет циклов транспозиции экранов кабеля;
- Расчет потерь в экране и стоимость потерь за 1 год;
- Расчет контура наружного заземления колодцев для установки ящиков транспозиции;
- Электромагнитный расчет (задачи магнитного поля переменного тока);
- Расчет тяжения кабеля;
- Тепловой расчет кабеля;
- Расчет объемов горячей массы;
- Расчет сопротивлений (активного и индуктивного) прямой и обратной последовательностей для расчета токов короткого замыкания по ГОСТ 28249;
- Расчеты емкости, индуктивности и др. удельных электрических параметров кабеля.



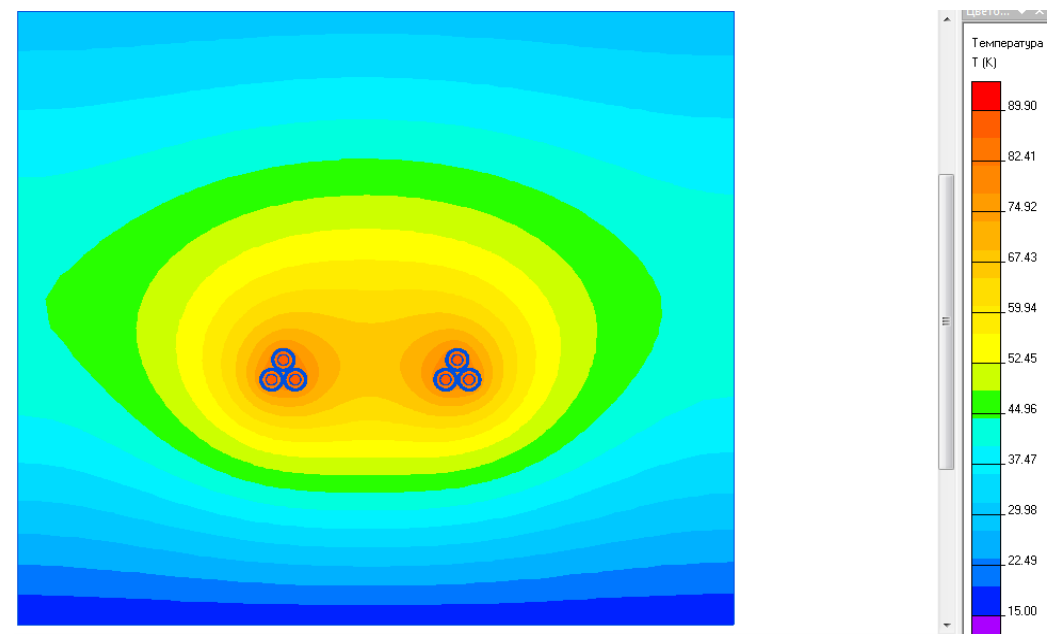
Расчеты выполняются по методикам: МЭК и метод конечных элементов

Электромагнитный и тепловой расчеты токовой нагрузки
Результаты расчетов представлены в виде диаграмм

Результат расчёта магнитного поля
кабельной системы



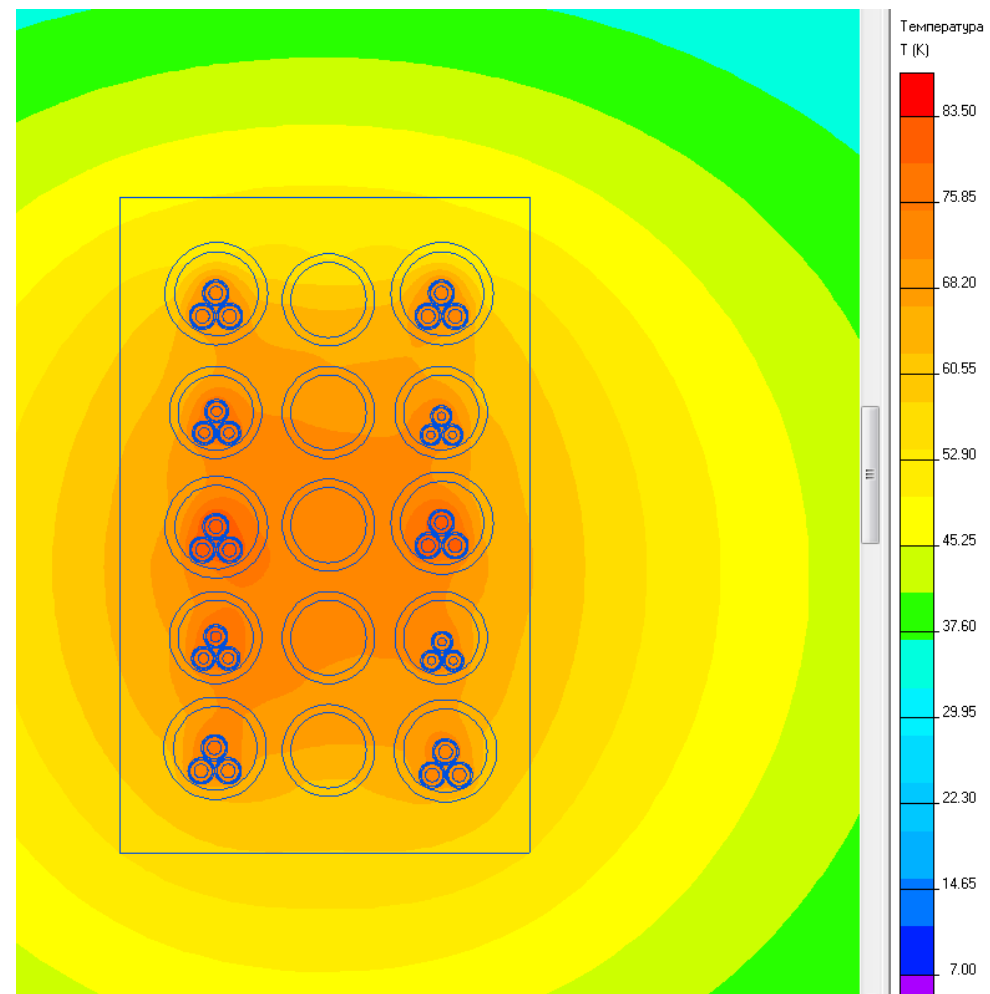
Результат расчёта теплового режима
кабельной системы



Расчет пропускной способности лестничного лотка «Лахта центр»



Пример расчета трубного блока 35 кВ «Приморская 1,2,3,6»



Пример расчета пропускной способности по методике МЭК 60287 1-1, 2-1

Расчет выполнен в соответствии с ГОСТ Р МЭК 60287 1-1, 2-1 (2009)

1. Базисная формула

$$I := \sqrt{\frac{\Theta - \Theta_0 - \sigma \cdot De \cdot H \cdot T4'}{R \cdot (T1 + T4')}}}$$

I - допустимый ток нагрузки, А
 Θ - максимальная рабочая температура жилы, К
 Θ_0 - температура окружающей среды, К
 H - интенсивность солнечной радиации, которая для большинства широт соответствует 1130 Вт/м² (ТУ 16-705.444-2012)
 T1 - тепловое сопротивление изоляции, К*м/Вт
 T4' - внешнее тепловое сопротивление кабеля проложенного в воздухе, К*м/Вт
 R - электрическое сопротивление жилы переменному току, Ом/м
 σ ПЭ - коэффициент поглощения солнечной радиации поверхностью кабеля (провода) = 0.4 для ПЭ
 De - наружный диаметр кабеля, м

2. Электрические и температурные параметры

а) напряжение Uo/U **64/110 кВ**
 б) частота **50 Гц**
 в) максимальная температура жилы **90оС**
 г) температура среды (воздух) **25оС**

3. Установочные условия

а) фазы расположены на траверсе в форме плоскости на расстоянии 3000 мм
 б) коэффициент нагрузки 1.0

4. Результаты расчета

4.1 Расчет сопротивления жилы переменному току R

4.1.1 Сопротивление жилы постоянному току R_{dc}

R_A := 1.88 · 10⁻⁴ Ом · м $\alpha := 3.6 \cdot 10^{-3}$

R_{dc} := R_A · (1 + α · (90 - 20))

R_{dc} = 2.354 · 10⁻⁴ Ом/м

4.1.2 Фактор поверхностного эффекта

$$Ys := \frac{Xs^4}{192 + 0.8 \cdot Xs^4}$$

K_s := 1 табл. 2 МЭК 287 f_i := 50

$$Xs := \sqrt{\frac{8 \cdot \pi \cdot f \cdot R_{dc}}{R_{dc}} \cdot 10^{-7} \cdot Ks}$$

X_s = 0.731 X_s² = 0.534

$$Ys := \frac{Xs^4}{192 + 0.8 \cdot Xs^4}$$

Y_s = 0.001

4.1.3 Фактор эффекта близости

dc := 15.8 мм диаметр ППЖ S := 3000 мм расстояние между осями (диаметр кабеля)
 K_{sp} := 1 табл. 2 МЭК 287

$$Xp := \sqrt{\frac{8 \cdot \pi \cdot f \cdot R_{dc}}{R_{dc}} \cdot 10^{-7} \cdot Kp}$$

X_p = 0.731 X_p² = 0.534

$$Yp := \frac{Xp^4}{192 + 0.8 \cdot Xp^4} \cdot \left(\frac{dc}{S} \right)^2 \cdot \left(0.312 \cdot \left(\frac{dc}{S} \right)^2 + \frac{1.18}{\frac{Xp^4}{192 + 0.8 \cdot Xp^4} + 0.27} \right)$$

Y_p = 1.788 · 10⁻⁷

4.1.4 Электрическое сопротивление жилы переменному току

$$R := R_{dc} \cdot (1 + Yp + Ys)$$

R = 2.357 · 10⁻⁴ Ом/м

4.2 Определение тепловых сопротивлений T1, T4

4.2.1 T1 - тепловое сопротивление изоляции, К*м/Вт

$\rho t1 := 3.5$ $\frac{K \cdot m}{Bm}$ удельное термическое сопротивление ПЭ
 t1 := 8.2 мм проводящий слой по жиле 0.8 мм, из-я 5.9 мм, защитный слой 1.5 мм

$$T1 := \left(\frac{\rho t1}{2 \cdot \pi} \right) \cdot \ln \left(1 + \frac{2 \cdot t1}{dc} \right)$$

T1 = 0.397 $\frac{K \cdot m}{Bm}$

4.2.2 Наружное тепловое сопротивление

De := 0.0322 м наружный диаметр кабеля
 Z := 0.21 E := 3.94 g := 0.60 коэффициенты для одиночно проложенного кабеля
 n := 1

$$h := \left(\frac{Z}{De^2} \right) + E$$

h = 5.59 коэффициент рассеяния теплоты

$$Ka := \frac{\pi \cdot De \cdot h}{1} \cdot \left(\frac{T1}{n} \right)$$

Ka = 0.224

$\sigma_{ПЭ} := 0.4$
 H := 1130

$$\Delta\Theta ds := \frac{\sigma_{ПЭ} \cdot De \cdot H}{1} \cdot \left(\frac{T1}{n} \right)$$

$\Delta\Theta ds = 5.772$

$\Theta_0 := 25$ оС $\Theta := 90$ оС

$\Delta\Theta := \Theta - \Theta_0$
 $\Delta\Theta = 65$
 $\Delta\Theta_{so} := 2$

$$\Delta\Theta s1 := \left(\frac{\Delta\Theta + \Delta\Theta ds}{1 + Ka \cdot \sqrt[4]{\Delta\Theta s0}} \right)$$

$\Delta\Theta s1 = 55.871$

$$\Delta\Theta s2 := \left(\frac{\Delta\Theta + \Delta\Theta ds}{1 + Ka \cdot \sqrt[4]{\Delta\Theta s1}} \right)$$

$\Delta\Theta s2 = 43.872$

$(\sqrt[4]{\Delta\Theta s2}) - (\sqrt[4]{\Delta\Theta s1}) = -0.16$

$$\Delta\Theta s3 := \left(\frac{\Delta\Theta + \Delta\Theta ds}{1 + Ka \cdot \sqrt[4]{\Delta\Theta s2}} \right)$$

$\Delta\Theta s3 = 44.873$

$(\sqrt[4]{\Delta\Theta s3}) - (\sqrt[4]{\Delta\Theta s2}) = 0.015$

$$\Delta\Theta s4 := \left(\frac{\Delta\Theta + \Delta\Theta ds}{1 + Ka \cdot \sqrt[4]{\Delta\Theta s3}} \right)$$

$\Delta\Theta s4 = 44.78$

$(\sqrt[4]{\Delta\Theta s4}) - (\sqrt[4]{\Delta\Theta s3}) = -0.001$

$$\Delta\Theta s5 := \left(\frac{\Delta\Theta + \Delta\Theta ds}{1 + Ka \cdot \sqrt[4]{\Delta\Theta s4}} \right)$$

$\Delta\Theta s5 = 44.78$

$(\sqrt[4]{\Delta\Theta s5}) - (\sqrt[4]{\Delta\Theta s4}) = 1.227 \cdot 10^{-4}$

$$T4' := \frac{1}{\pi \cdot De \cdot h \cdot \sqrt[4]{\Delta\Theta s5}}$$

T4' = 0.684 $\frac{K \cdot m}{Bm}$

$$I := \sqrt{\frac{\Theta - \Theta_0 - \sigma_{ПЭ} \cdot De \cdot H \cdot T4'}{R \cdot (T1 + T4')}}}$$

I = 464.981 А

Пример расчета заземления экранов однофазного кабеля

Ekran5

Исходные данные | Заземление с 2-х сторон | Заземление с 1-й стороны | Транспозиция | Стоимость потерь | Параметры кабеля | Настройки | О программе

Кабель

Уном каб, кВ: 110

Сечение жилы, мм²: 500 Cu

Сечение экрана, мм²: 95 Cu

Длина кабеля, м: 1000

S между крайни фаз, м: 0

Расположение фаз: в треугольнике

Параметры земли: определяются грунтом

Сеть

Уном сети, кВ: 110

Нейтраль сети: глуко или эффект заземл

Ток норм режима1, А: 200

Ток норм режима2, А: 400

Ток норм режима3, А: 600

Ток трехфазн. КЗ, кА: 10

Ток однофазн.КЗ, кА: 10

Расчет Типовые Данные

Ekran5

Исходные данные | Заземление с 2-х сторон | Заземление с 1-й стороны | Транспозиция | Стоимость потерь | Параметры кабеля | Настройки | О программе

Ток и потери в нормальном режиме	Режим 1	Режим 2	Режим 3	Доп.знач.	Резюме
Ток в жиле Iж, А	200	400	600		
Индуктированный ток в экране Iэ, А	0	0	0		
Относительные потери Pэ/Pж, о.е.	0	0	0		
Потери в экранах трех фаз Pэ, кВт	0	0	0		
Стоим. этих потерь за 1 год, тыс.руб	0	0	0	100	допустимо
Пропускная способность кабеля Ки, о.е.	1.0	1.0	1.0	0.80	допустимо

Напряжение в нормальном режиме	Режим 1	Режим 2	Режим 3	Доп.знач.	Резюме
Ток в жиле Iж, А	200	400	600		
Напряжение на экране относительно земли (K=1), В	11.3	22.7	34.0	110	допустимо

Напряжение при коротких замыканиях	Трехфазн КЗ	Однофазн КЗ	Доп.знач.	Резюме
Ток в жиле Iж, кА	10.0	10.0		
Напряжение на экране относительно земли (K=1), кВ	0.57	6.71	5.00	недопустимо

Расчет выбора сечения экрана
кабеля выполняется в
соответствии с
ГОСТ Р МЭК 60949-2009

Ekran5

Исходные данные | Заземление с 2-х сторон | Заземление с 1-й стороны | Транспозиция | Стоимость потерь | Параметры кабеля | Настройки | О программе

Ток и потери в нормальном режиме	Режим 1	Режим 2	Режим 3	Доп.знач.	Резюме
Ток в жиле Iж, А	200	400	600		
Индуктированный ток в экране Iэ, А	52.0	104	156		
Относительные потери Pэ/Pж, о.е.	0.36	0.36	0.36		
Потери в экранах трех фаз Pэ, кВт	1.70	6.82	15.3		
Стоим. этих потерь за 1 год, тыс.руб	14.9	59.7	134	100	недопустимо
Пропускная способность кабеля Ки, о.е.	0.86	0.86	0.86	0.80	допустимо

Напряжение в нормальном режиме	Режим 1	Режим 2	Режим 3	Доп.знач.	Резюме
Ток в жиле Iж, А	200	400	600		
Напряжение на экране относительно земли, В	0	0	0	110	допустимо

Напряжение при коротких замыканиях	Трехфазн КЗ	Однофазн КЗ	Доп.знач.	Резюме
Ток в жиле Iж, кА	10.0	10.0		
Напряжение на экране относительно земли, кВ	0	0	5.00	допустимо

Ekran5

Исходные данные | Заземление с 2-х сторон | Заземление с 1-й стороны | Транспозиция | Стоимость потерь | Параметры кабеля | Настройки | О программе

Ток и потери в нормальном режиме	Режим 1	Режим 2	Режим 3	Доп.знач.	Резюме
Ток в жиле Iж, А	200	400	600		
Индуктированный ток в экране Iэ, А	0	0	0		
Относительные потери Pэ/Pж, о.е.	0	0	0		
Потери в экранах трех фаз Pэ, кВт	0	0	0		
Стоим. этих потерь за 1 год, тыс.руб	0	0	0	100	допустимо
Пропускная способность кабеля Ки, о.е.	1.0	1.0	1.0	0.80	допустимо

Напряжение в нормальном режиме	Режим 1	Режим 2	Режим 3	Доп.знач.	Резюме
Ток в жиле Iж, А	200	400	600		
Напряжение на экране относительно земли (N=1), В	3.78	7.55	11.3	110	допустимо

Напряжение при коротких замыканиях	Трехфазн КЗ	Однофазн КЗ	Доп.знач.	Резюме
Ток в жиле Iж, кА	10.0	10.0		
Напряжение на экране относительно земли (N=1), кВ	0.19	0.13	5.00	допустимо

Пример расчета усилия тяжения кабеля при монтаже

Проверка усилий тяжения кабеля.

Вычисление усилий тяжения кабельной трассы производится в соответствии с заводской методикой ООО "Камский кабель"

Сила натяжения F в конце участка трассы (для прямого участка кабельной трассы):

$$F = G \times L \times (\mu \times \cos\beta \pm \sin\beta)$$

где: F - сила натяжения (Н)
 L - длина участка трассы, (м)
 μ - коэффициент трения
 β - угол наклона (°)
 + протягивании с подъемом
 - протягивании со спуском

$$G = mg$$

где: m - масса 1 м кабеля, (кг/м);
 g - ускорение свободного падения, $g = 10 \text{ м/с}^2$.

Для углов наклона $\beta = 0^\circ - 20^\circ$ (36%) может быть применена следующая упрощенная формула:

$$F = G \times L \times \mu \pm G \times h$$

где h - разница уровней рельефа, (м)

Сила натяжения F для участков с изгибами:

$$F_2 = F_1 e^{\mu\alpha}$$

где F_1 - сила на выходе из изгиба, (Н);
 F_2 - сила на входе в изгиб, (Н);
 e - математическая константа, число Эйлера, $e = 2,718$;
 α - угол изгиба, (рад)
 μ - коэффициент трения.

Радиальная нагрузка:

$$Z = F/r$$

где Z - радиальная сила на единицу длины, (Н/м)
 r - радиус изгиба, (м)
 F - сила тяжения, (Н)

Исходные данные:

масса кабеля (кг/м) m =	7,5
диаметр кабеля (м) d =	0,0851

Расчет													
Номер участка	Масса кабеля, кг/м	Диаметр кабеля, м	Радиус изгиба, м	Сила тяжести, Н/м	Длина участка, м	Коэффициент трения	Угол поворота трассы		Перепад высот, м	Угол уклона трассы		Усилие тяжения, Н	Радиальное усилие, Н/м
							град	рад		град	рад		
№	m	d	r	G	L	μ	град	рад	h	град	рад	F	Z
1	7,5	0,0851	1,2765	75	25,5	0,25	0	0,00	0	0	0,00	478,1	374,6
2	7,5	0,0851	1,2765	75	13	0,25	65	1,13	0	0	0,00	878,7	688,3
3	7,5	0,0851	1,2765	75	45	0,2	16	0,28	0	0	0,00	1604,1	1256,7
4	7,5	0,0851	1,2765	75	33	0,15	9	0,16	10	20	0,35	2763,6	2165,0
5	7,5	0,0851	1,2765	75	8	0,25	30	0,52	0	0	0,00	3300,1	2585,3
6	7,5	0,0851	1,2765	75	27	0,25	17	0,30	0	0	0,00	4060,5	3180,9
7	7,5	0,0851	1,2765	75	6,5	0,25	23	0,40	0	0	0,00	4611,0	3612,2
8	7,5	0,0851	1,2765	75	12	0,25	41	0,72	0	0	0,00	5739,3	4496,1
9	7,5	0,0851	1,2765	75	7	0,25	55	0,96	0	0	0,00	7427,2	5818,4
10	7,5	0,0851	1,2765	75	18	0,25	51	0,89	0	0	0,00	9615,8	7532,9
11	7,5	0,0851	1,2765	75	32,5	0,25	33	0,58	0	0	0,00	11714,4	9176,9
12	7,5	0,0851	1,2765	75	30	0,25	51	0,89	0	0	0,00	15196,5	11904,8
13	7,5	0,0851	1,2765	75	10	0,25	0	0,00	0	0	0,00	15384,0	12051,7
14	7,5	0,0851	1,2765	75	10	0,25	0	0,00	0	0	0,00	15571,5	12198,6
15	7,5	0,0851	1,2765	75	10	0,25	0	0,00	0	0	0,00	15759,0	12345,5
16	7,5	0,0851	1,2765	75	10	0,25	0	0,00	0	0	0,00	15946,5	12492,3
17	7,5	0,0851	1,2765	75	10	0,25	0	0,00	0	0	0,00	16134,0	12639,2
18	7,5	0,0851	1,2765	75	10	0,25	0	0,00	0	0	0,00	16321,5	12786,1
19	7,5	0,0851	1,2765	75	10	0,25	0	0,00	0	0	0,00	16509,0	12933,0
20	7,5	0,0851	1,2765	75	10	0,25	0	0,00	0	0	0,00	16696,5	13079,9



Преимущества для заказчика:

- Экономия средств на приобретение кабеля
- Полное соответствие кабельной продукции требованиям проекта
- Исключение поставок контрафактной продукции
- Привлечение всех ресурсов проектировщика и производителя

Сотрудничество между проектным институтом и производителем – это возможности:

- Получать техническую поддержку от производителя на всех этапах реализации проекта
- Получать своевременную и актуальную информацию по применяемой продукции
- Подбирать требуемую для объекта КПП
- Разрабатывать или адаптировать кабельную продукцию под объект
- Осуществлять предпроектные работы
- Проводить экспертизы и согласования проекта
- Осуществлять шеф-монтаж и обучение специалистов
- Монтажа кабельных и воздушных линий



Шеф-монтаж

Организационно-техническое руководство монтажом кабельных линий со стороны поставщика, при выполнении работ специалистами заказчика. Состав этих услуг индивидуален для каждого проекта и тщательно согласовывается с заказчиком при составлении договора.

Шеф-надзор

Наблюдение за производством монтажных работ силами заказчика.

Данные услуги позволяют обезопасить подрядчика, выполняющего монтаж, от повреждения кабеля в процессе его монтажа.

ООО "Камский кабель"

Россия, 197198, г. Санкт-Петербург, ул. Блохина д. 9, лит. А, оф. 408-А

Сайт: www.kamkabel.ru

МАСЛОВ Илья Владиславович

Руководитель инвестиционных проектов

Тел.: [+7 800-220-5000](tel:+78002205000), доб. 7208

Моб.: [+7 \(921\) 437-70-75](tel:+79214377075)

E-mail: maslov@kamkabel.ru

Россия, 614030, г. Пермь, ул. Гайвинская, 105

Сайт: www.kamkabel.ru

СУЛИМАНОВ Константин Ильгизович

Начальник отдела сотрудничества с проектными организациями

Тел.: [+7 800-220-5000](tel:+78002205000), доб. 4161

Моб.: [+7 \(910\) 003-00-81](tel:+79100030081)

E-mail: sulimanov@kamkabel.ru

Приглашаем к сотрудничеству