

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕПЛОВОГО  
РЕЖИМА КАБЕЛЯ С ИЗОЛЯЦИЕЙ ИЗ  
СШИТОГО ПОЛИЭТИЛЕНА

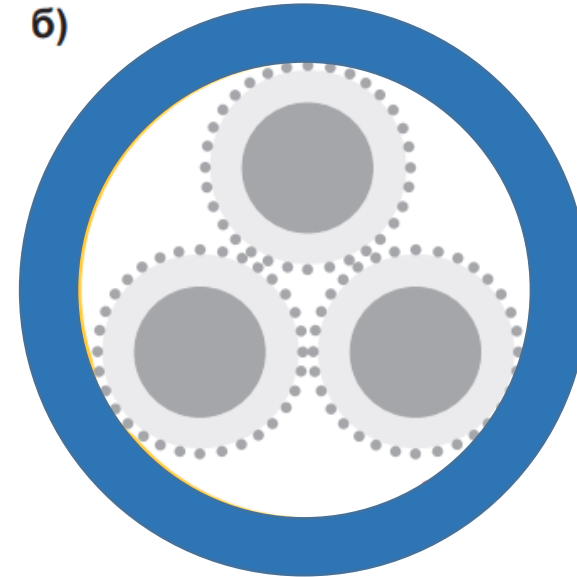
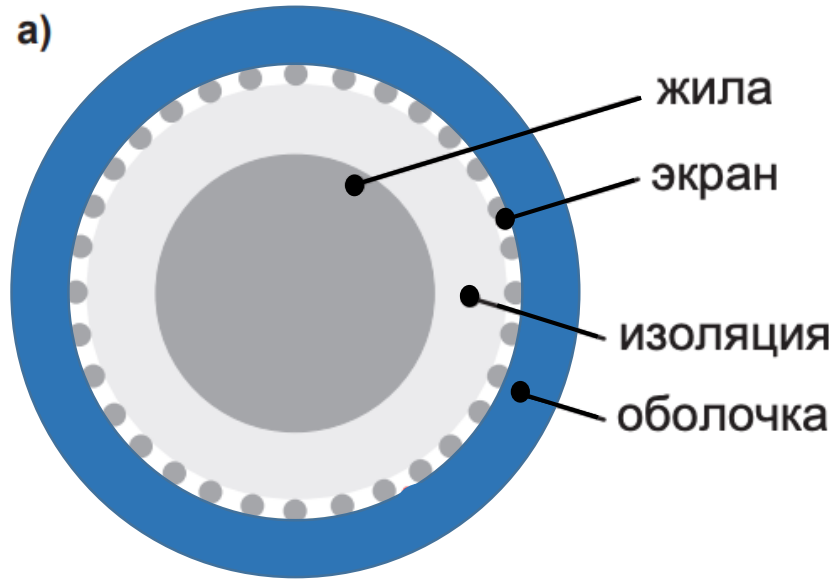
# Цель работы:

На основе математического моделирования исследовать тепловой режим подземной однофазной кабельной линии с изоляцией из сшитого полиэтилена при различных способах прокладки, с учетом протекающих электромагнитных процессов и теплопроводности.

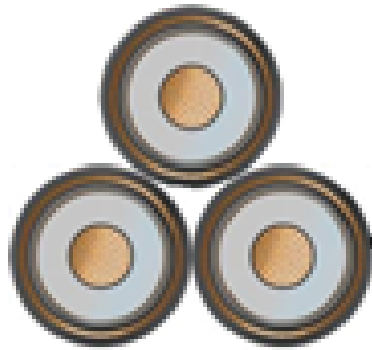
# Задачи:

1. Разработать математическую модель стационарного теплового поля подземной кабельной линии на основе метода конечных элементов в программном комплексе ELCUT.
2. Исследовать зависимости температуры изоляции от расстояния между пофазно проложенными кабелями.
3. Определить наиболее рациональный способ прокладки силовых кабельных линий, с точки зрения их нагрева.

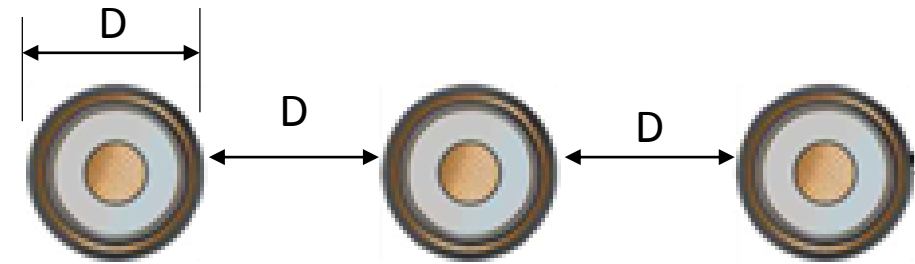
# Конструкции силовых кабелей в одножильном и трехжильном исполнении



# Самые распространенные варианты расположения подземных кабелей



Расположение треугольником встык



Расположение в одной плоскости с  
дистанцией в свету равной диаметру кабеля

# Алгоритм математического моделирования



# Этапы расчета теплового поля в ELCUT

Выбор типа задачи

Задача  
«Магнитное поле переменных  
ТОКОВ»



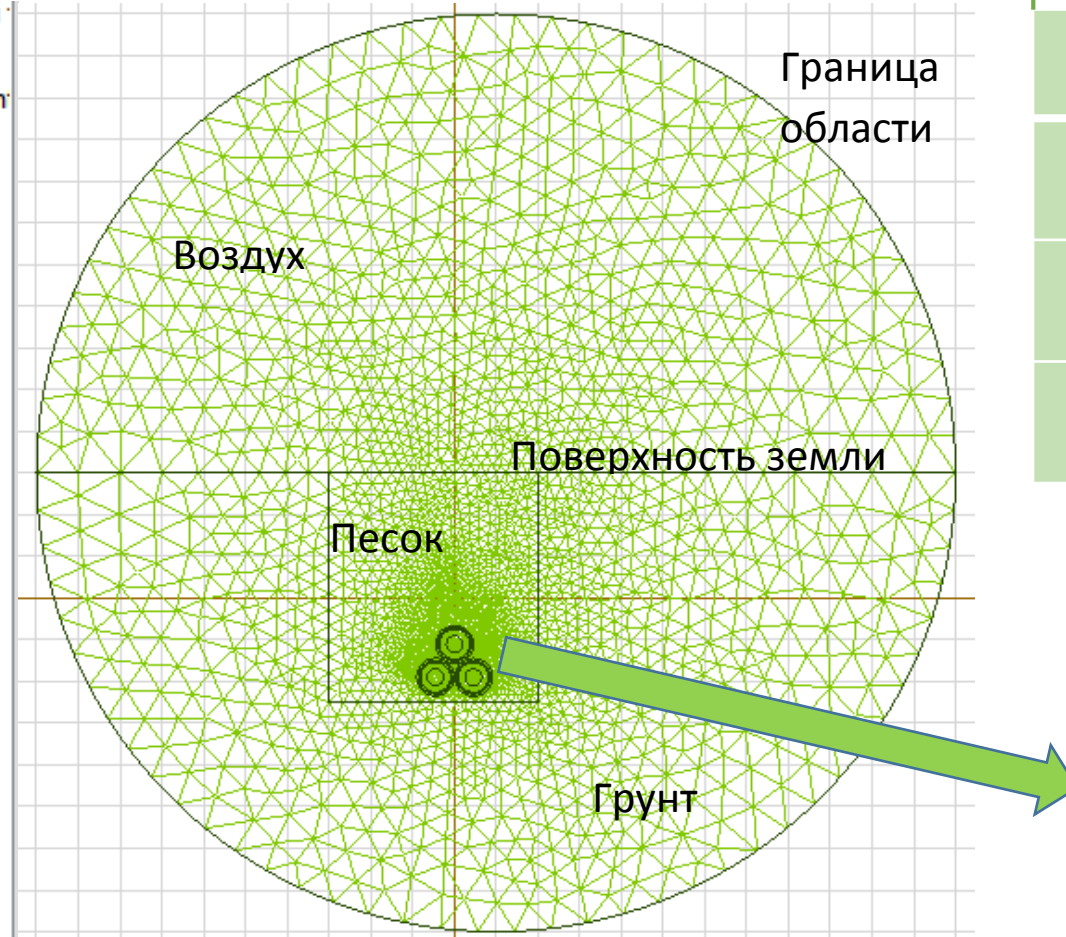
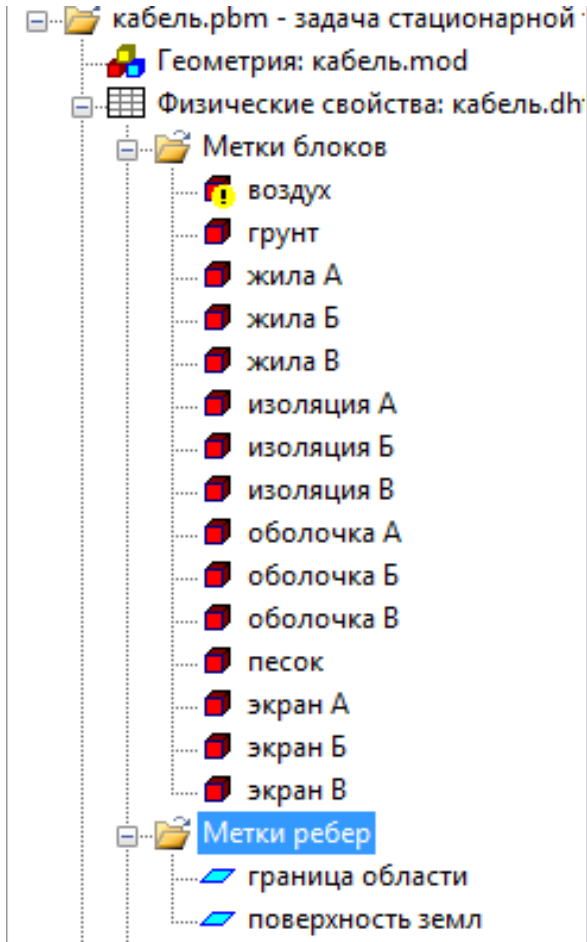
Учет мощности тепловых потерь в экране,  
возникающей за счет наведенных токов

Задача  
«Теплопередача стационарная»

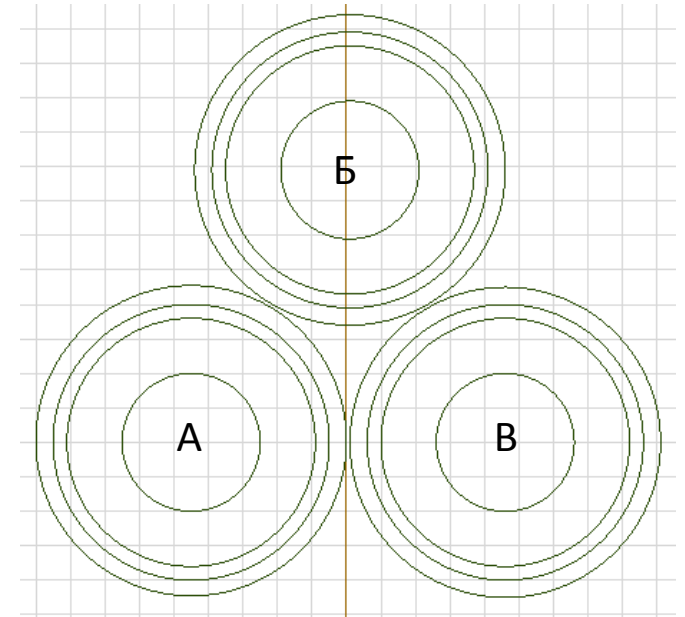


Учет конвективного теплообмена  
и теплопроводности

# Расчетная геометрическая модель кабельной линии

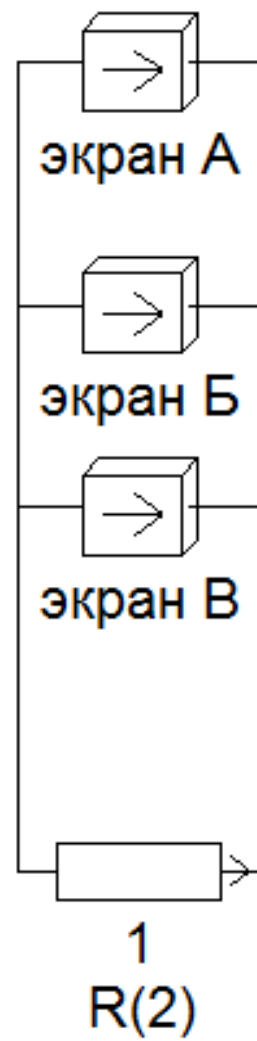
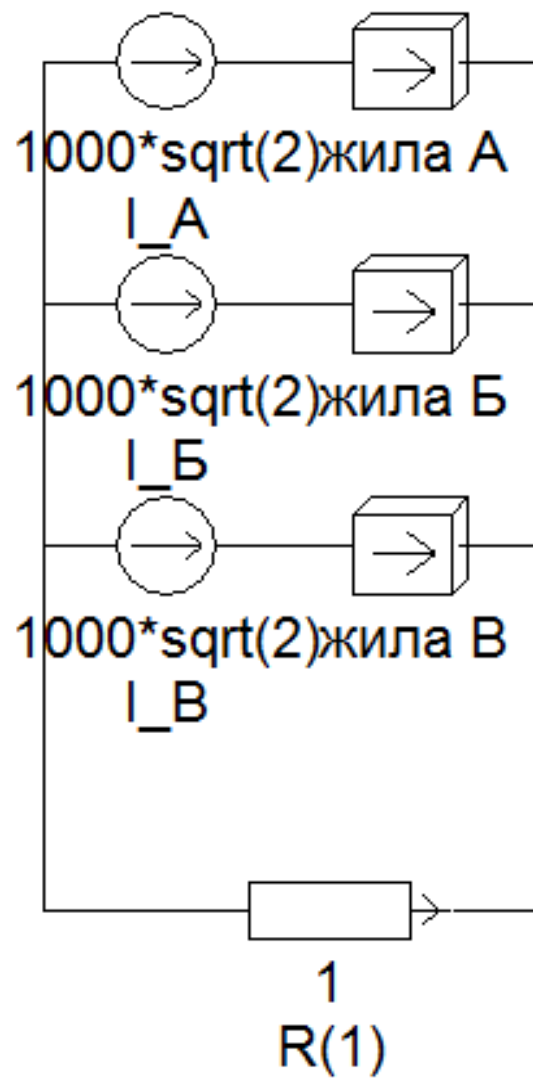


ПвП2Г 1x1000/185 мм <sup>2</sup>	
$D_{\text{ж}}$	40 мм
$\Delta_{\text{из}}$	32 мм
$\Delta_{\text{эк}}$	8 мм
$\Delta_{\text{об}}$	10 мм



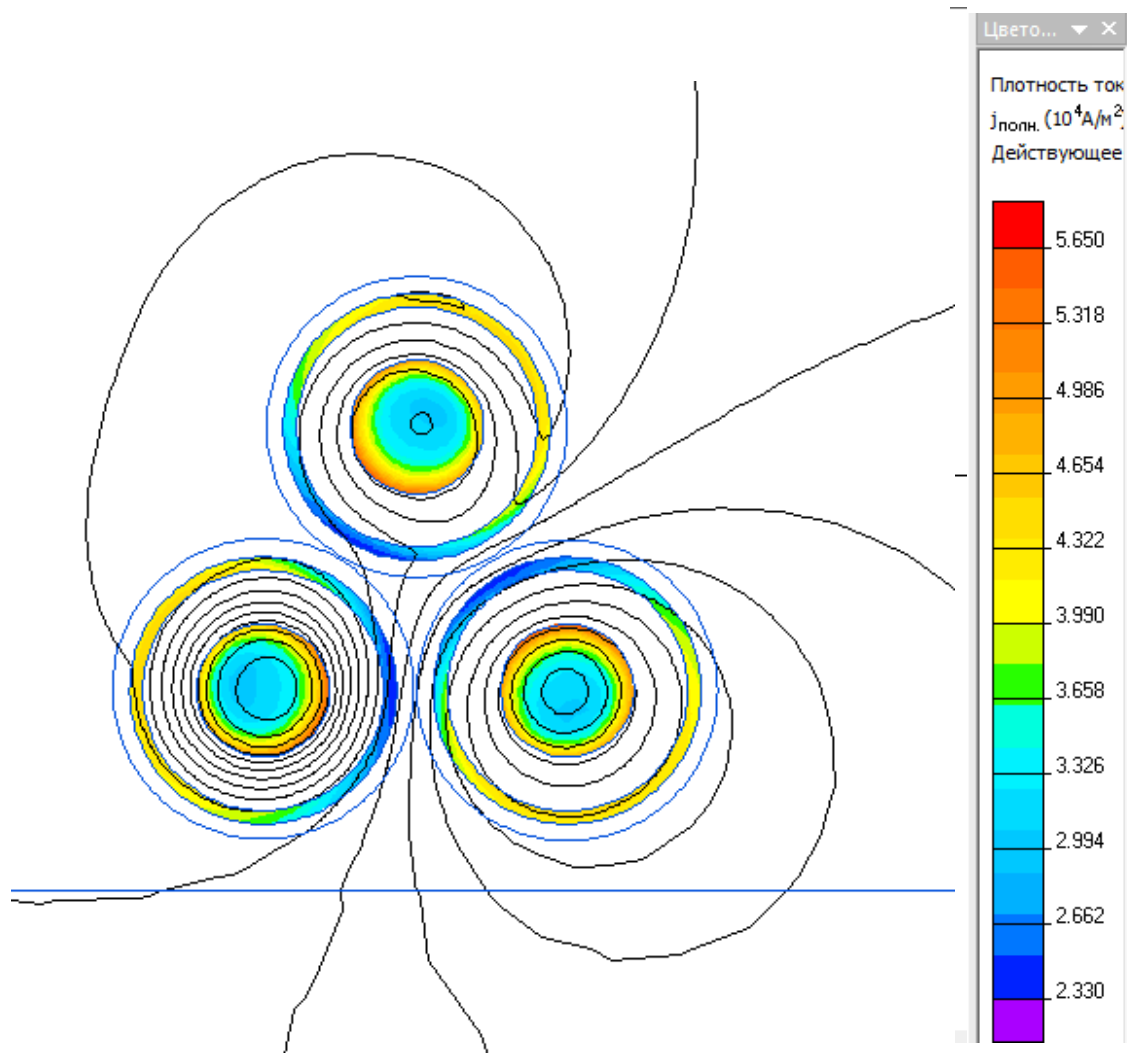
Длина линии 1 км, температура окружающей среды 20 °С

# Электрическая цепь к магнитной задаче





# Результаты распределения магнитного поля и плотности тока по сечению силового кабеля

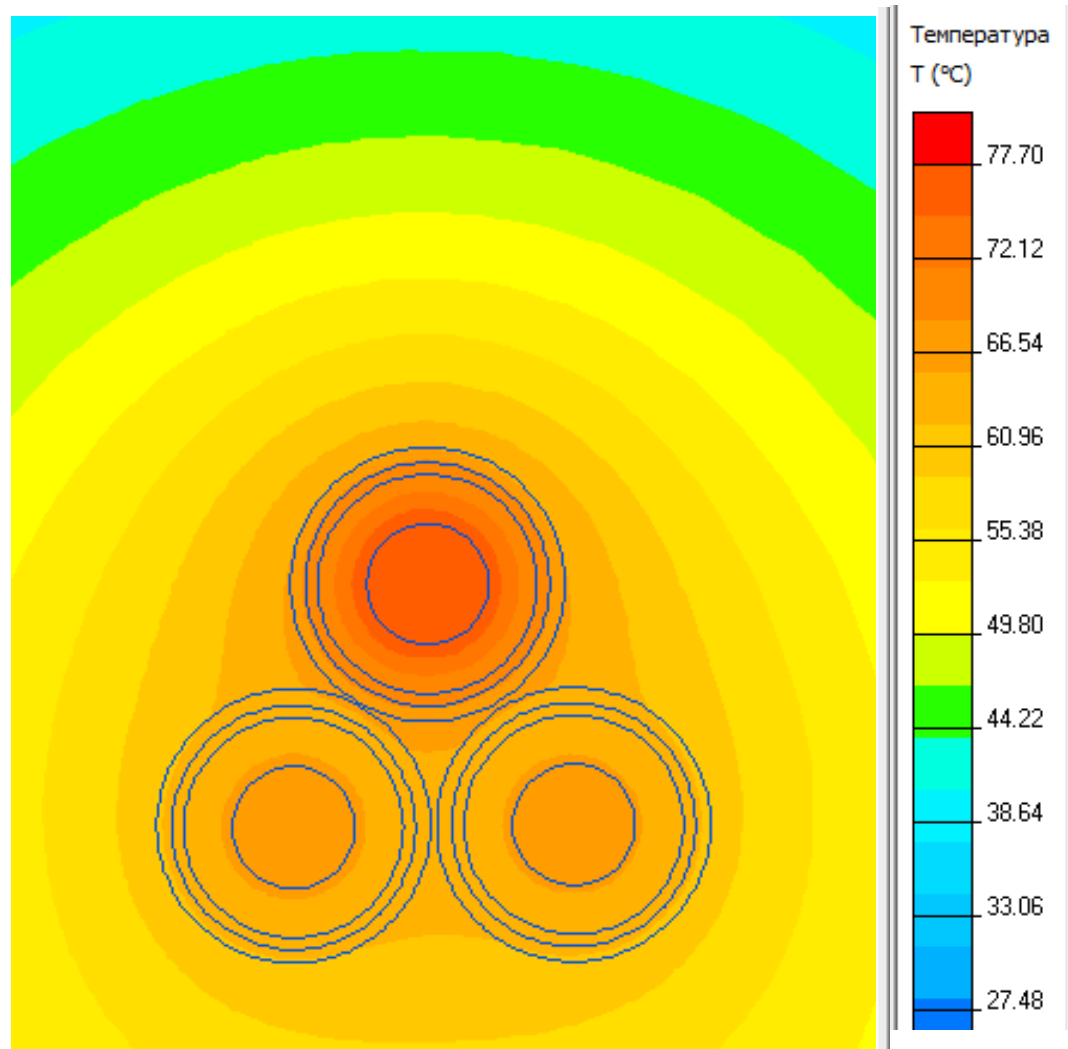


Элементы кабельного канала	Относительная магнитная проницаемость, $\mu_0$	Удельная электропроводимость, См/м
Жила	1	$56 \cdot 10^6$
Экран	1	$37 \cdot 10^6$
Изоляция	1	0
Оболочка	1	0
Воздух	1	0
Грунт	1	0
Песок	1	0

Конструктивные элементы кабельной линии	Теплопроводность, $\lambda$ (Вт/м·К)
Медная жила	380
Изоляции из СПЭ	0,3
Экран из алюминия	200
Оболочка из СПЭ	0,3
Грунт	1
Песок	0,8

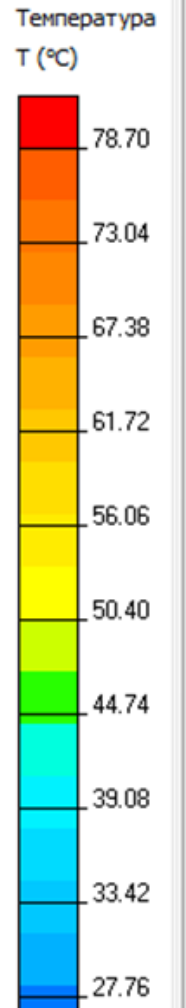
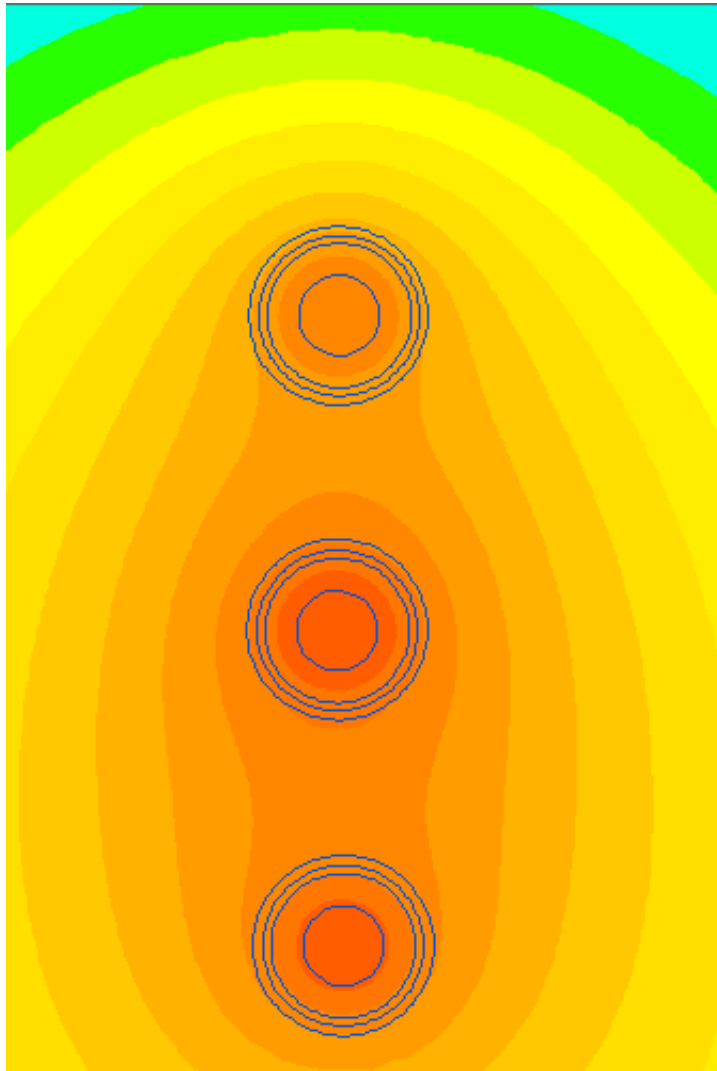
В границе области задаем нулевой тепловой поток, а на поверхности земли условия конвекции равное  $10 \text{ Вт/К} \cdot \text{м}^2$ .

# Распределение температуры при прокладке треугольником



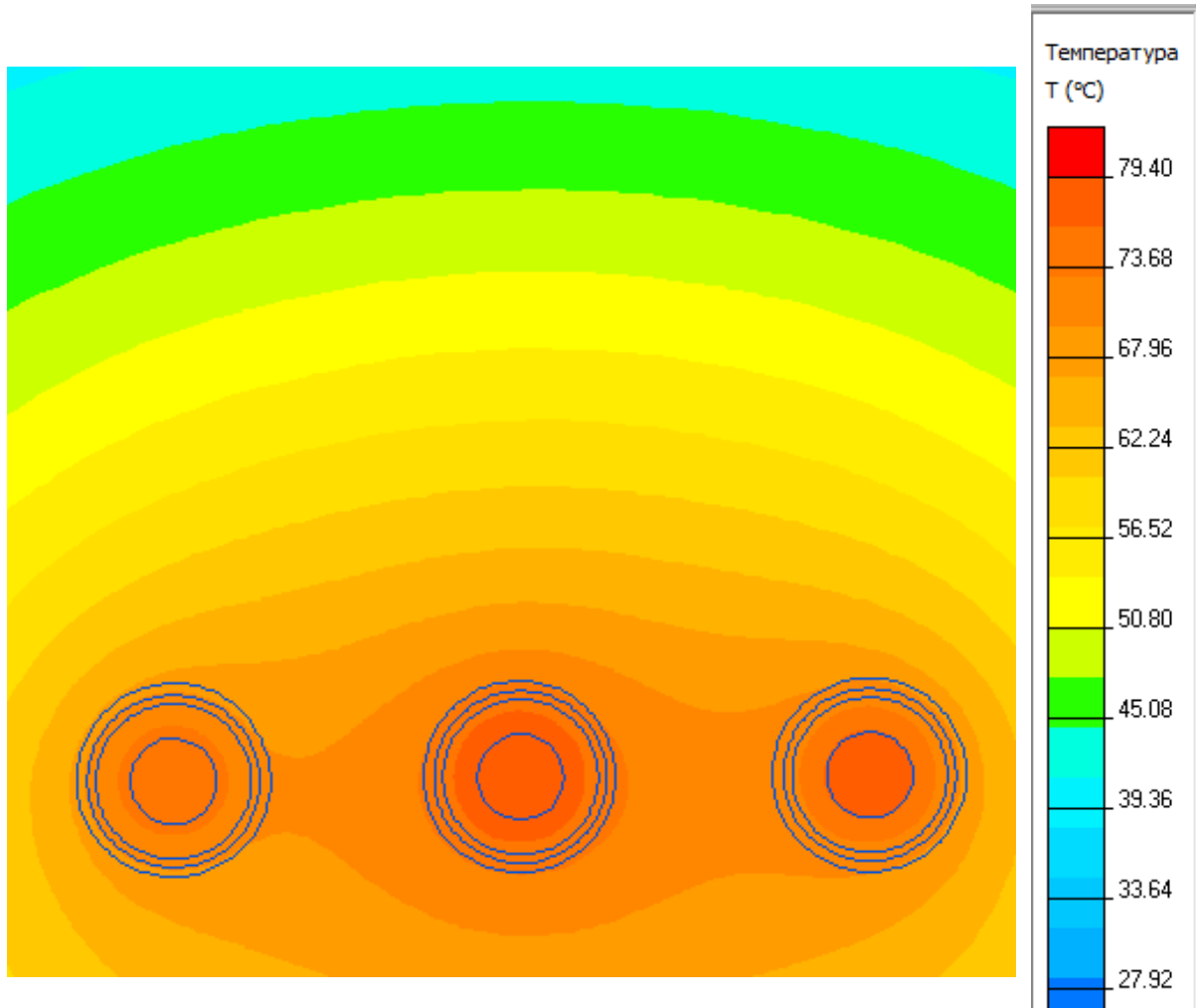
Максимальная температура центральной жилы 77.70 °C

# Прокладка кабелей в вертикальной плоскости



Максимальная температура  
центральной жилы 78.70 °C

# Прокладка кабелей в горизонтальной плоскости



Максимальная температура  
центральной жилы 79.40 °C

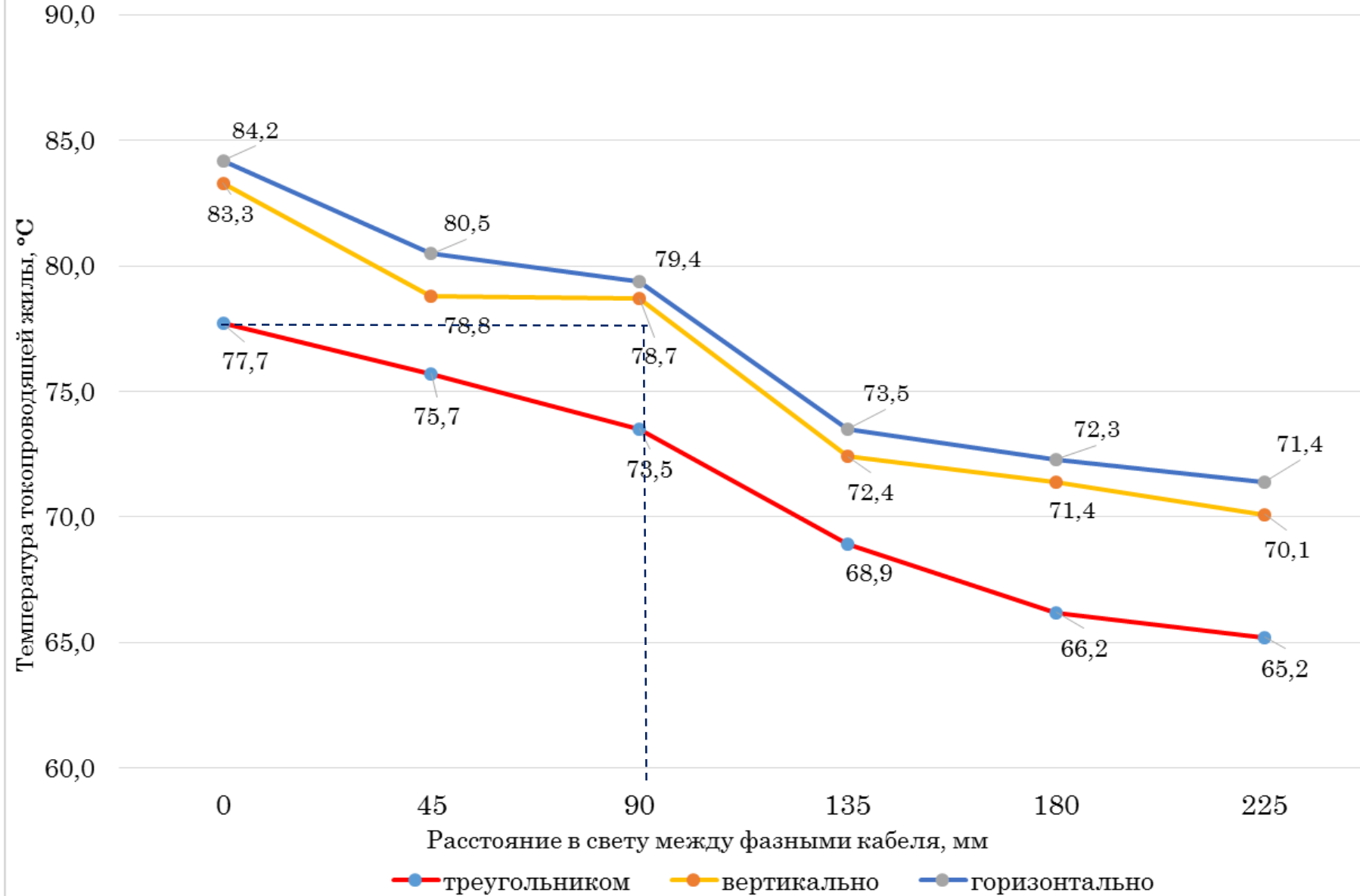
# Сравнение показаний максимальной температуры

Способ прокладки	Максимальная температура жилы
треугольником	77.70 °C
вертикально	78.70 °C
горизонтально	79.40 °C

# Сравнение токов в экране

Треугольник	В ряд горизонтально	В ряд вертикально
866 А	803 А	893 А
865 А	1006 А	861 А
870 А	824 А	1024 А

## Максимальная температура жилы в зависимости от расстояния между фазами





# Выводы

Прокладка треугольником	Прокладка в ряд с расстоянием между фазами
+ минимальная температура жилы	+ интенсивный отвод тепла, благодаря увеличенному расстоянию между фазами
+ минимальные токи в экранах	- потери в экранах
+ система занимает мало места	

Спасибо за внимание!