

Исследование передающего индуктора системы бесконтактной передачи электроэнергии в ELCUT

Выполнил:
Кайль Дамир Андреевич

Цель работы:

На основе электрической модели силового колебательного контура исследовать переменное магнитное поле при заданных параметрах геометрии и физических свойств кабеля передающего индуктора.

Задачи:

1. Разработать электрическую модель колебательного контура для протекания тока с максимальной амплитудой при заданной частоте резонанса на основе проведённых на реальном макете экспериментов;
2. Исследовать зависимость индукции и напряжённости переменного поля от расстояния под проложенным параллельной петлёй кабелем-индуктором.

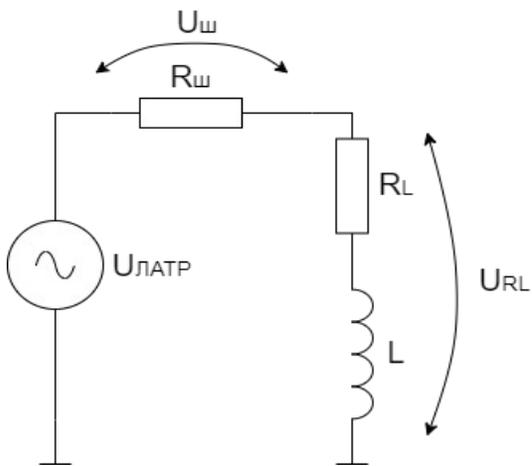
Конструкция исследованного экспериментально кабеля



Тип кабеля – литцендрат
Число жил – ок. 5000
Диаметр жил – 0.08 мм
Длина кабеля – 8 м

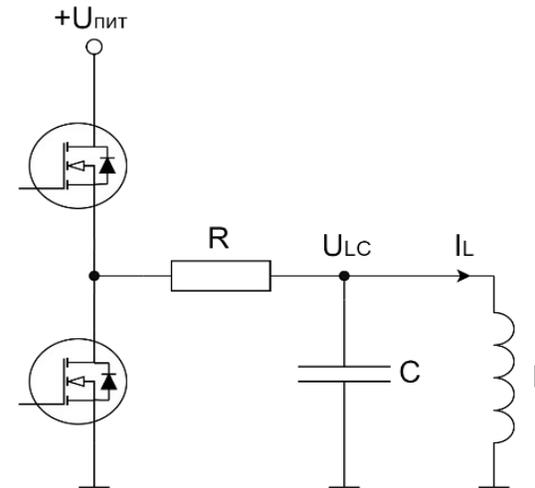
Полученные экспериментально параметры при частоте резонанса 35кГц

Определение индуктивности и последовательного сопротивления индуктора



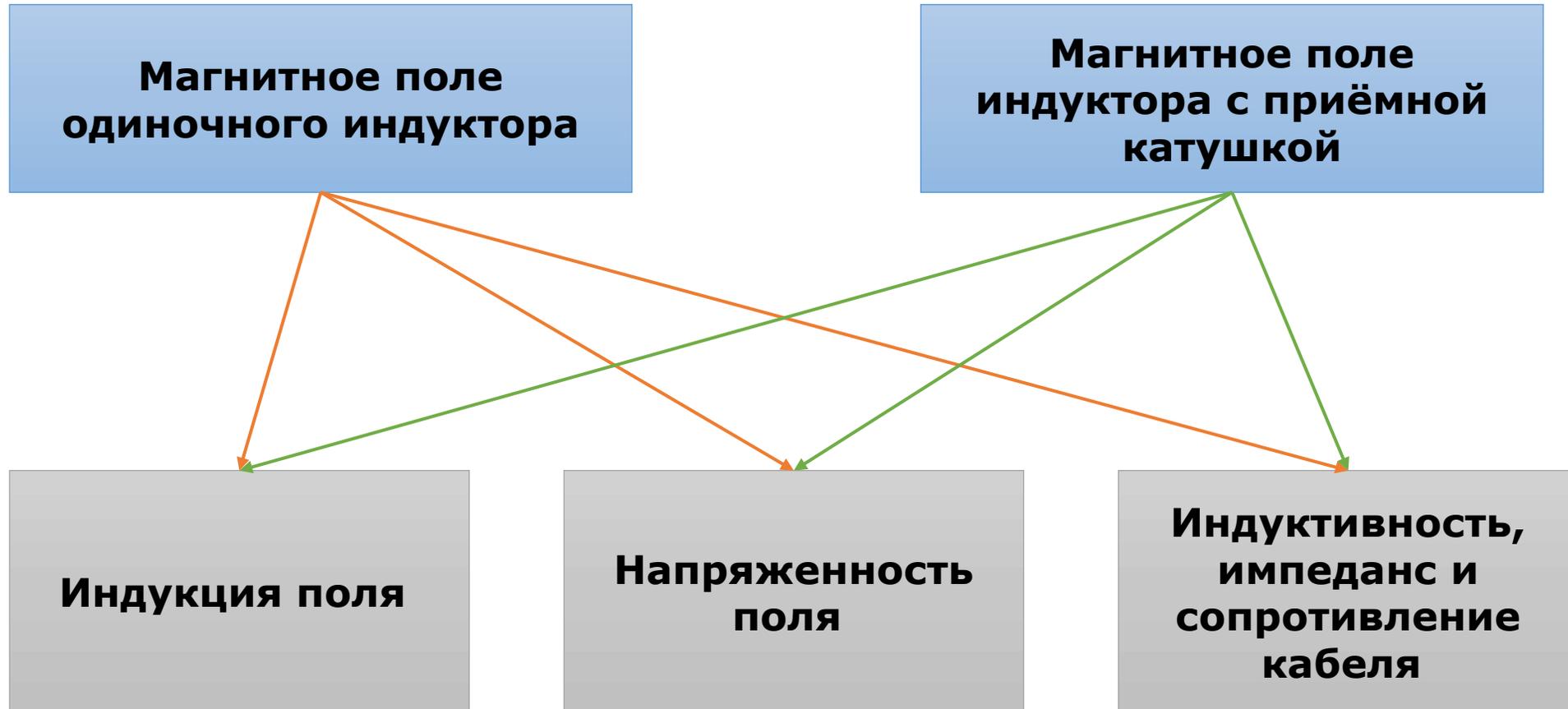
- 1) Активное сопротивление провода:
- 2) Индуктивность провода:

Определение импеданса контура на резонансе



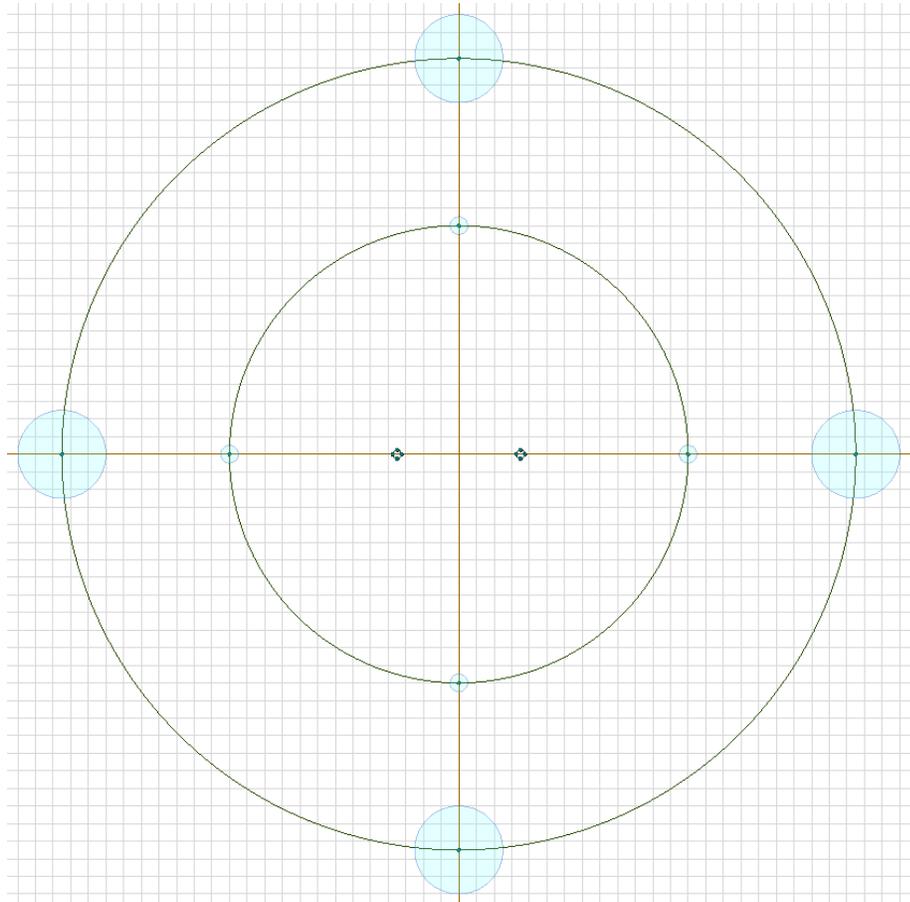
- 1) Импеданс контура: $Z = 1.61 \text{ Ом}$;
- 2) Активное сопротивление провода: $R = 8.92 \text{ мОм}$;
- 3) Индуктивность: $L = 6.77 \text{ мкГн}$.

Цели для расчётов распространения поля индуктора и его параметров в ELCUT

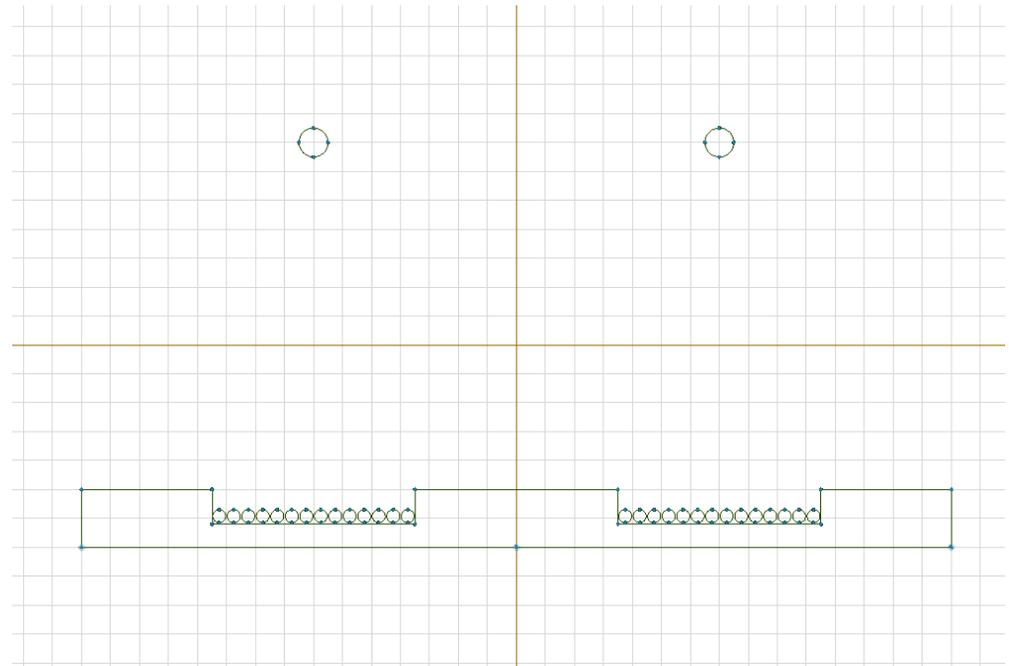


Геометрические модели

Индуктор без приёмной катушки



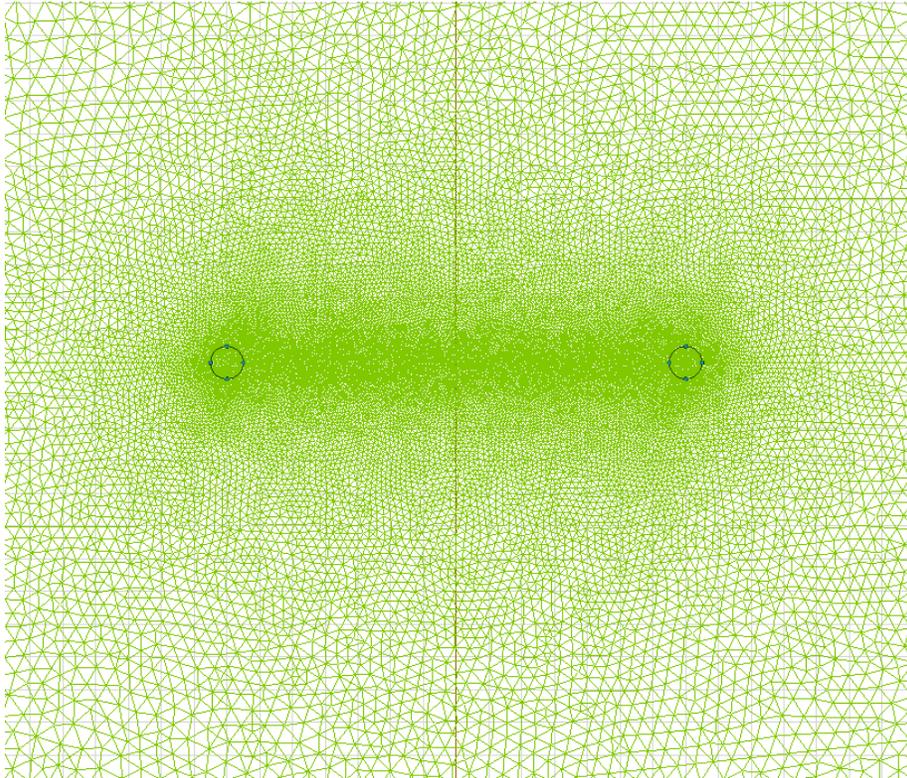
Индуктор с приёмной катушкой



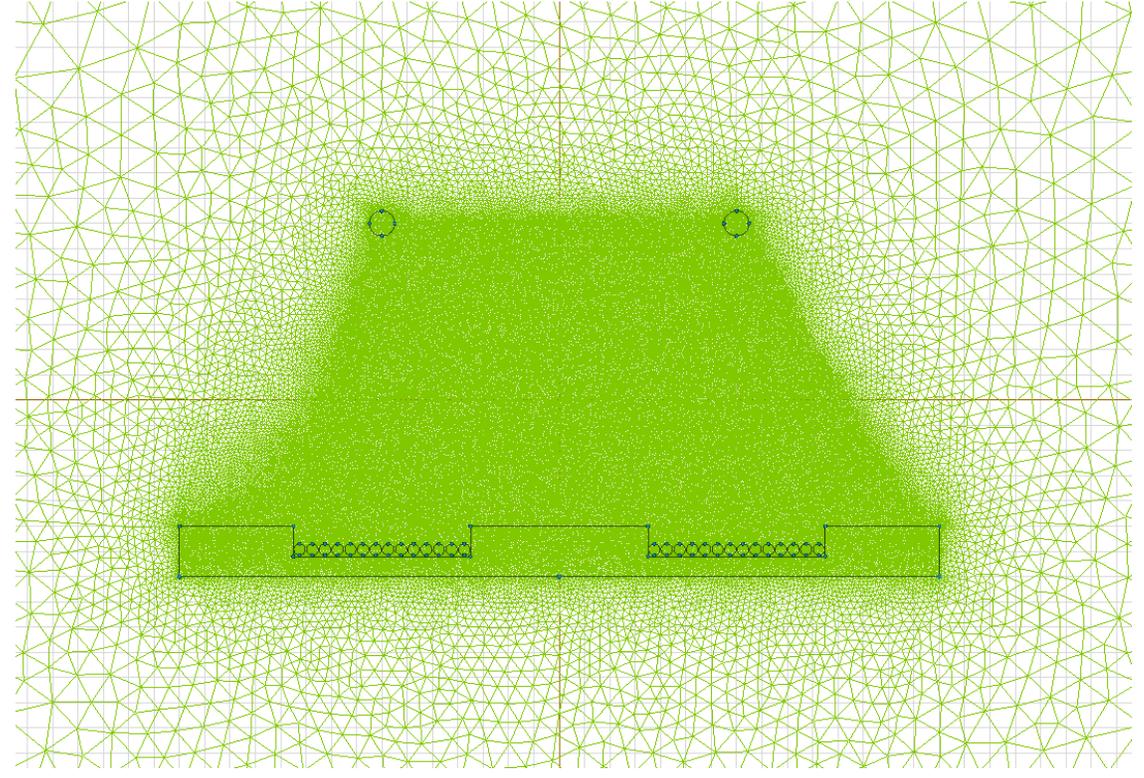
- 1) Класс модели – плоская;
- 2) Длина по Z – 400 см;
- 3) Частота – 35 кГц;
- 4) Кабель-литцендрат упрощен до сплошного провода.

Геометрические модели с сеткой

Индуктор без приёмной катушки

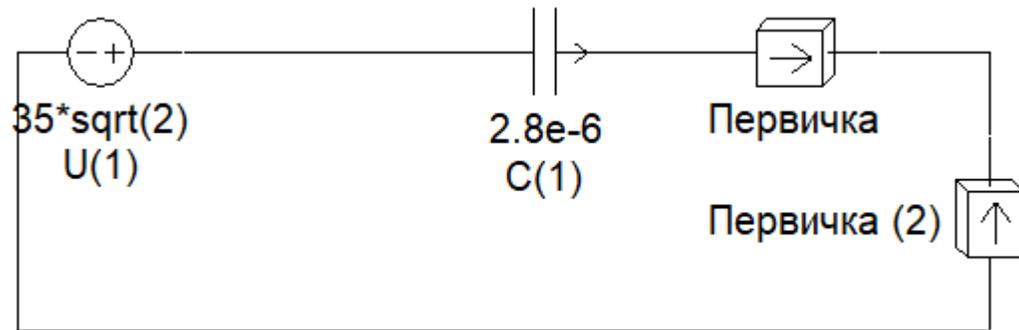


Индуктор с приёмной катушкой

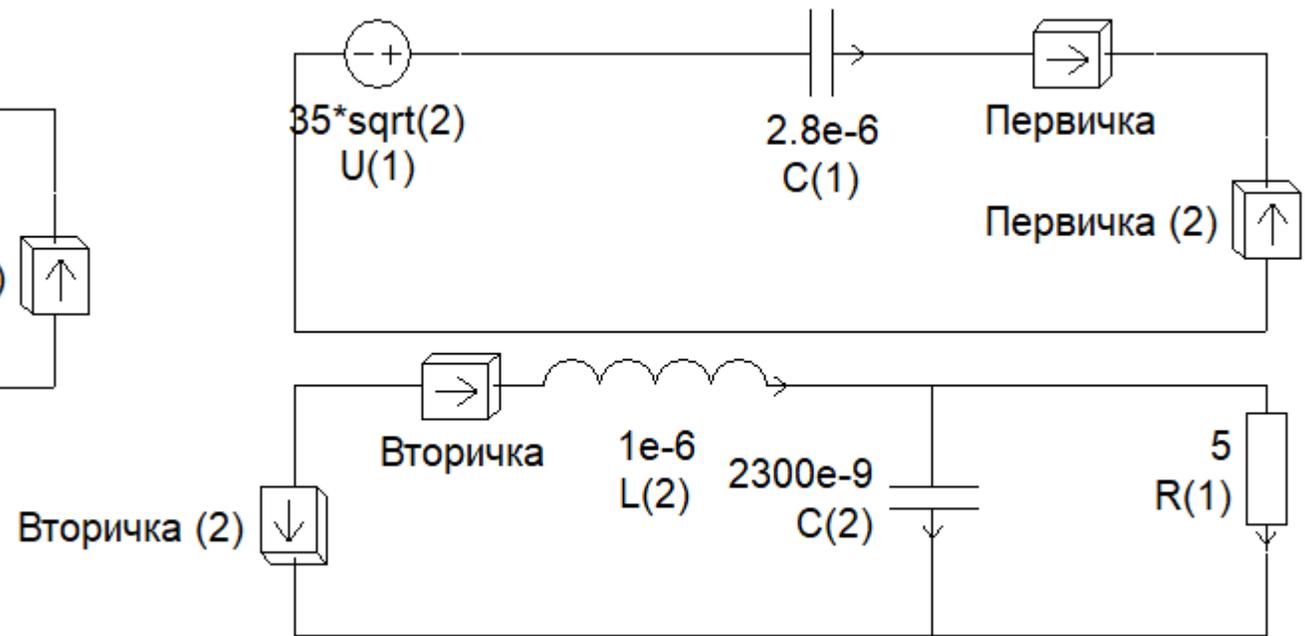


Электрическая цепь

Индуктор без приёмной катушки



Индуктор с приёмной катушкой

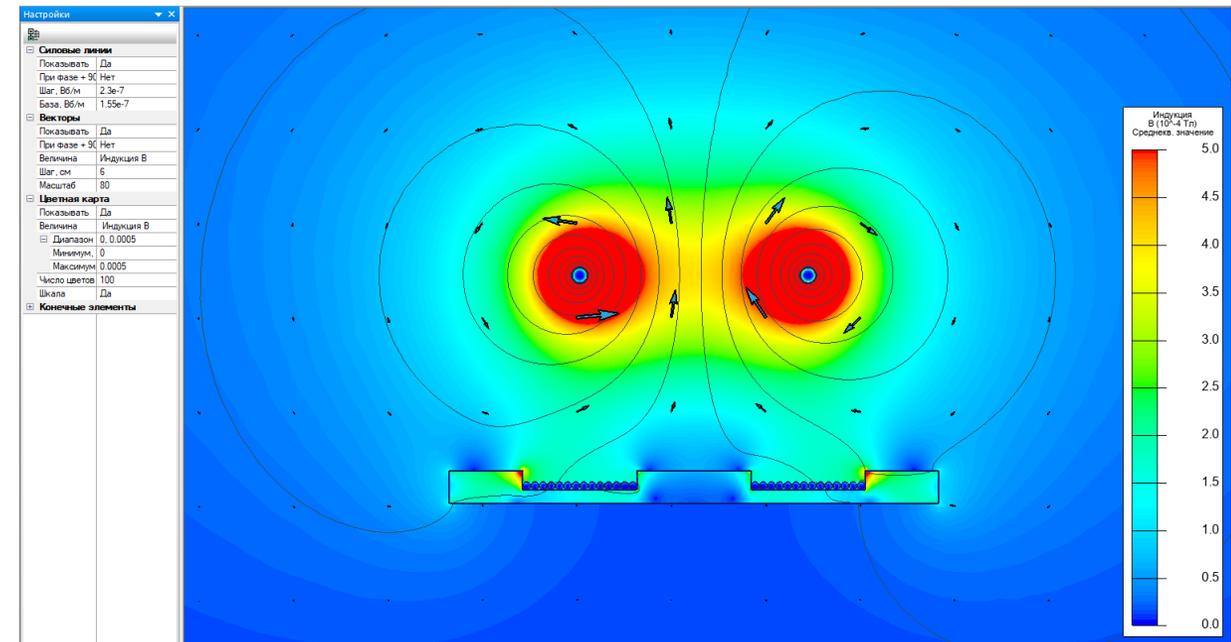
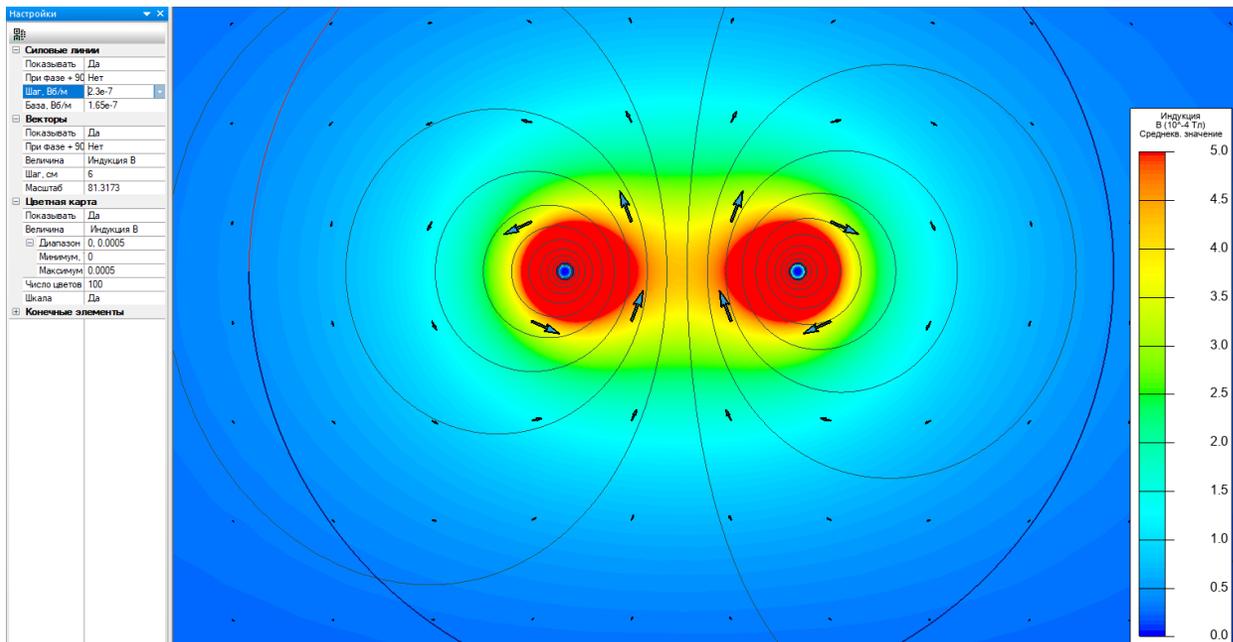


- 1) Частота резонанса 35 кГц;
- 2) Электропроводность «первичек» и «вторичек» - 56000000 См/м;
- 3) Магнитная проницаемость проводов и воздуха – 1, феррита – 2000.

Расчёт индукции поля

Индуктор без приёмной катушки

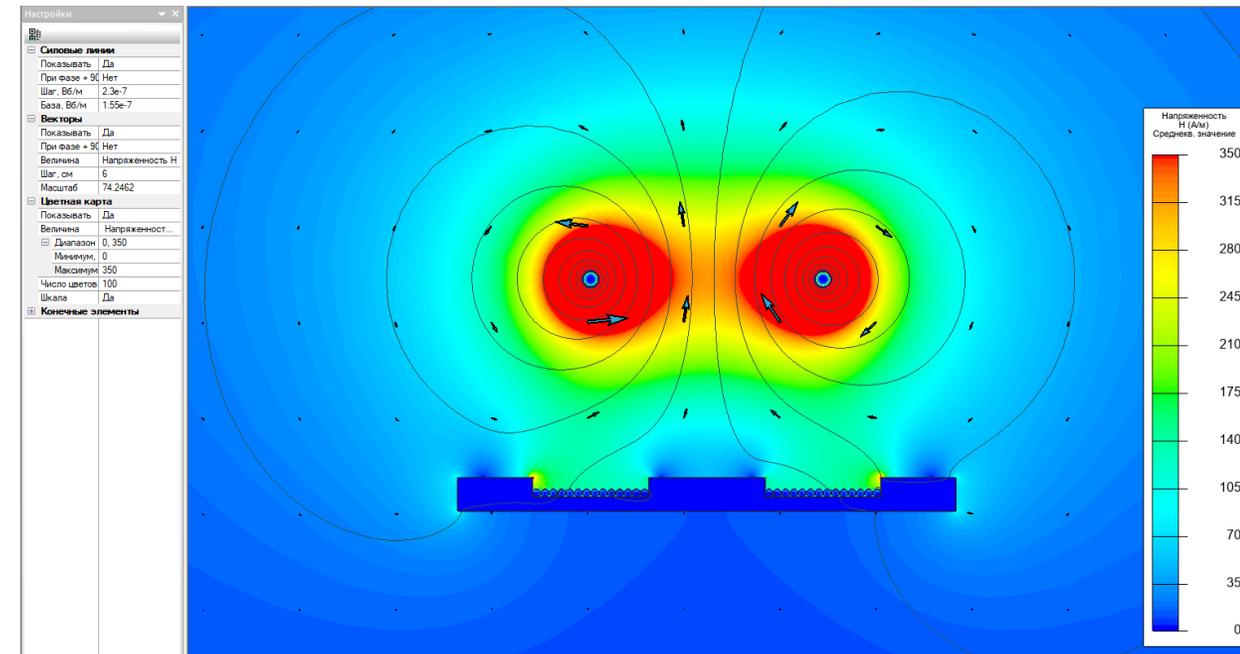
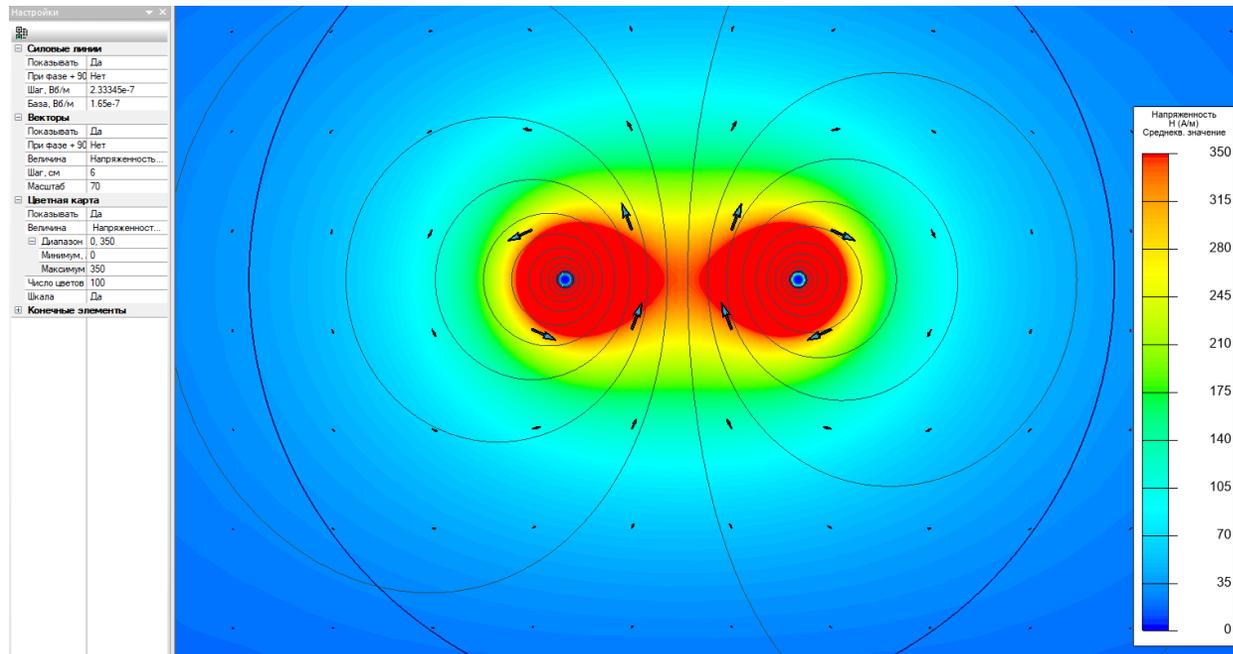
Индуктор с приёмной катушкой



Расчёт напряжённости поля

Индуктор без приёмной катушки

Индуктор с приёмной катушкой



Расчёт индуктивности, сопротивления и импеданса индуктора

Индуктор без приёмной катушки

Первичка	
число витков	1
Ток, А	
действующ.	76.2549
модуль	107.841
аргумент ф, °	88.1908
вещественная	3.40476
мнимая	107.787
Напряжение, В	
Импеданс, Ом	
Z	0.582672
аргумент ф, °	89.2914
R	0.00720559
X	0.582628
L, Гн	2.64937e-6
Первичка (2)	
число витков	1
Ток, А	
Напряжение, В	
Импеданс, Ом	
Z	0.582686
аргумент ф, °	89.291
R	0.00720999
X	0.582642
L, Гн	2.64944e-6

Мастер индуктивностей завершен
Вы успешно вычислили индуктивность катушки.

Энергия магнитного поля:
W = 0.015306 Дж

Полный ток в катушке:
I = 107.84 А

Потокосцепление с катушкой:
Φ = 0.00057146 Вб

Результат вычислений

Индуктивность по потокосцеплению: L = 5.2991e-6 Гн

Индуктивность по энергии: L = 5.2646e-6 Гн

Индуктор с приёмной катушкой

Первичка	
число витков	1
Ток, А	
действующ.	73.6226
модуль	104.118
аргумент ф, °	88.2469
вещественная	3.18528
мнимая	104.069
Напряжение, В	
Импеданс, Ом	
Z	0.574383
аргумент ф, °	89.2779
R	0.00723863
X	0.574337
L, Гн	2.61167e-6
Первичка (2)	
число витков	1
Ток, А	
Напряжение, В	
Импеданс, Ом	
Z	0.574563
аргумент ф, °	89.2757
R	0.00726336
X	0.574517
L, Гн	2.61249e-6

Мастер индуктивностей завершен
Вы успешно вычислили индуктивность катушки.

Энергия магнитного поля:
W = 0.01407 Дж

Полный ток в катушке:
I = 104.12 А

Потокосцепление с катушкой:
Φ = 0.00054396 Вб

Результат вычислений

Индуктивность по потокосцеплению: L = 5.2244e-6 Гн

Индуктивность по энергии: L = 5.1914e-6 Гн

Выводы исходя из моделирования

1. Полученные экспериментально значения импеданса, последовательного сопротивления и индуктивности кабеля приблизительно равны полученным экспериментально. Отличия могут объясняться неидеальной укладкой кабеля в реальном эксперименте;
2. Изображения индукции и напряжённости поля показали, что наиболее эффективная передача будет осуществляться на расстоянии не более 15 см при индукции $B \geq 70$ мкТл.