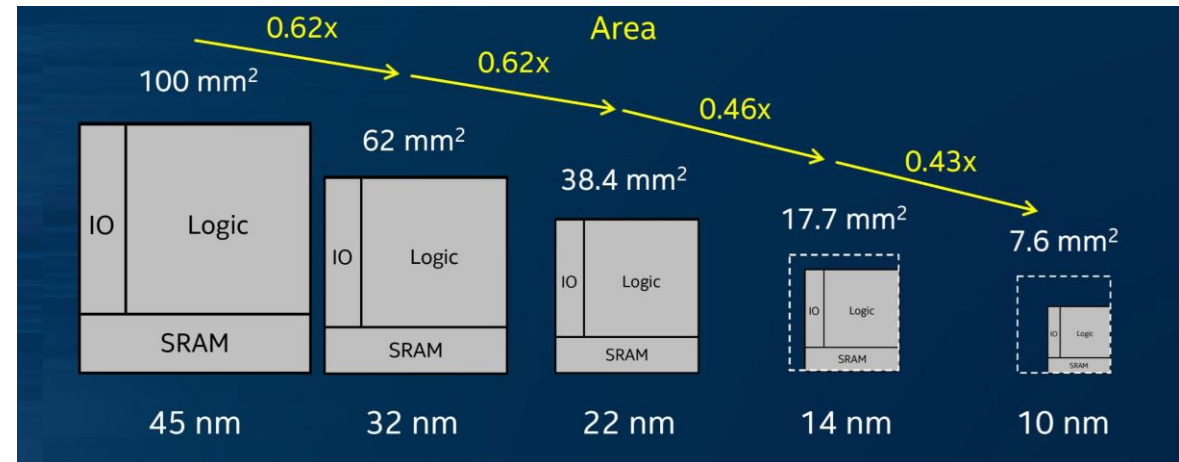


# «Плоский СВЧ зонд измерения плотности плазмы над поверхностью электрода»

Курсовую работу выполнил – студент 2-го курса Ивкин Николай  
Научный руководитель – к.ф-м.н Богданова М.А.

# Актуальность

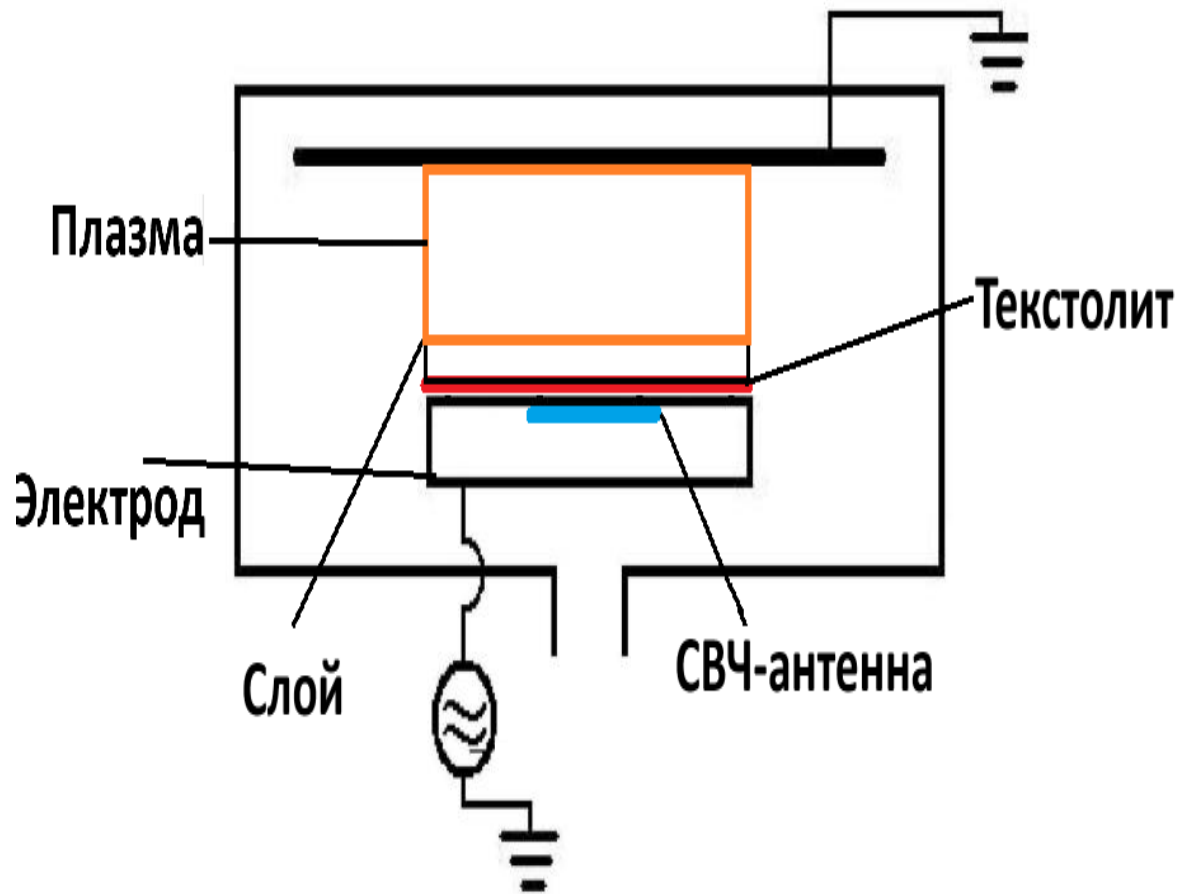
## Динамика изменения топологии и размеров микросхем



- Производители стремятся к минимизации размеров микросхем.
- Повышаются требования к точности до атомарного уровня и однородности процессов плазменной обработки при изготовлении микросхем.
- Любое отклонение параметров плазмы от нормы приводит к повышению степени брака.

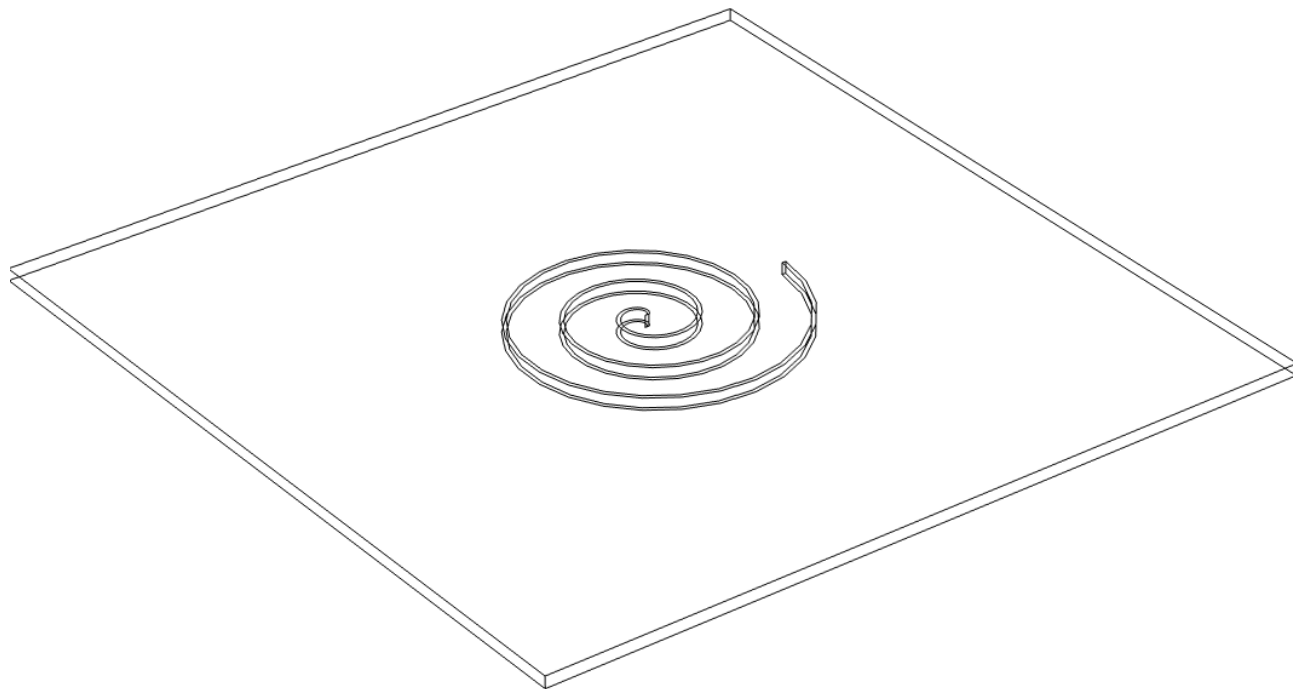
# Известные проблемы

Схема установки антенны в реакторе



- Диагностика плазмы должна осуществляться в процессе обработки, не влияя на качество травления.
- Необходимость использования методов диагностики плазмы непосредственно в промышленном реакторе.
- Стеснённые условия промышленного реактора.

# Цель работы

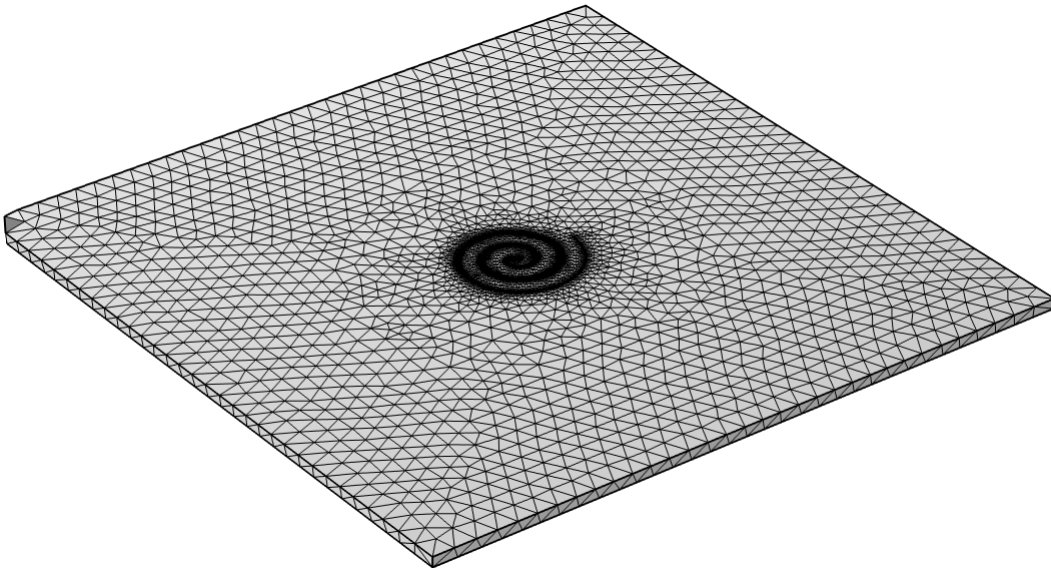


Создание нового метода диагностики плазмы с использованием плоского СВЧ зонда непосредственно вблизи поверхности подложки и электрода ВЧ-реактора.

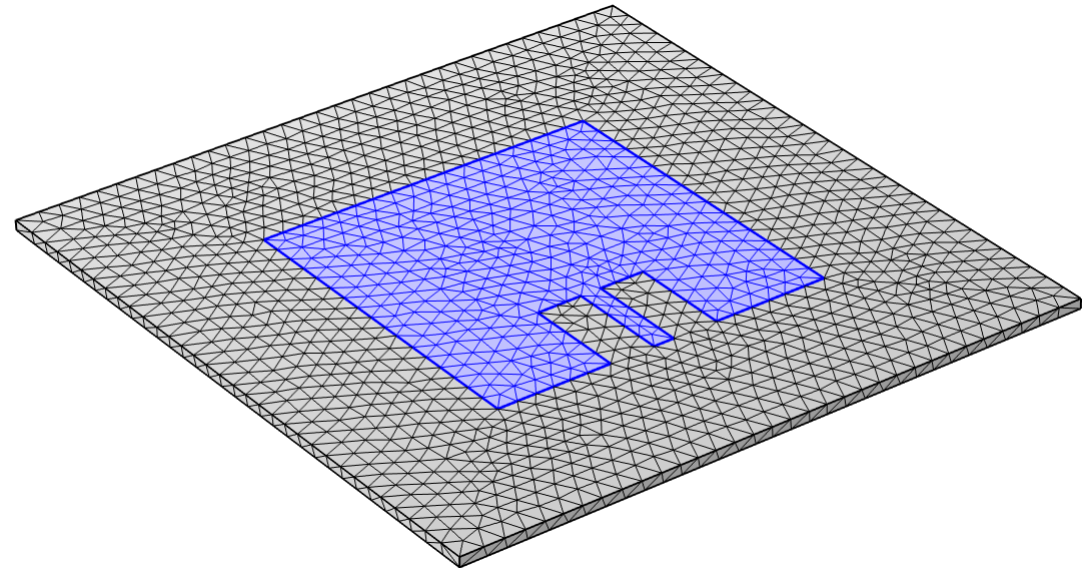
# Выбор формы антенны

- Для исследования была выбрана спиральная антенна, линейного размера (радиуса) 9.5 мм.
- В целях валидации модели построена GPS-антенна типичной геометрии.

Спиральная антенна

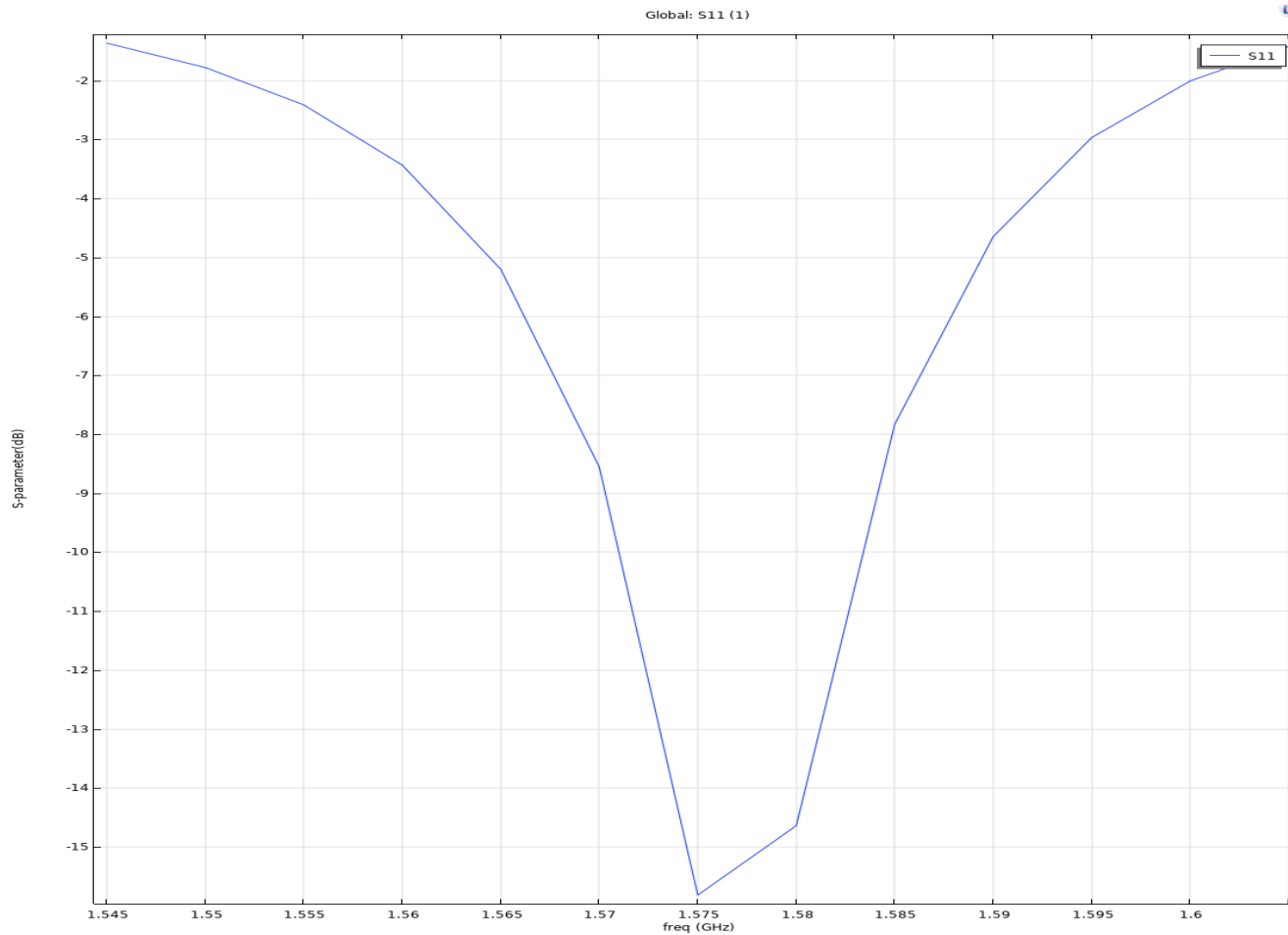


GPS-антенна



# Результаты

## Резонансный график

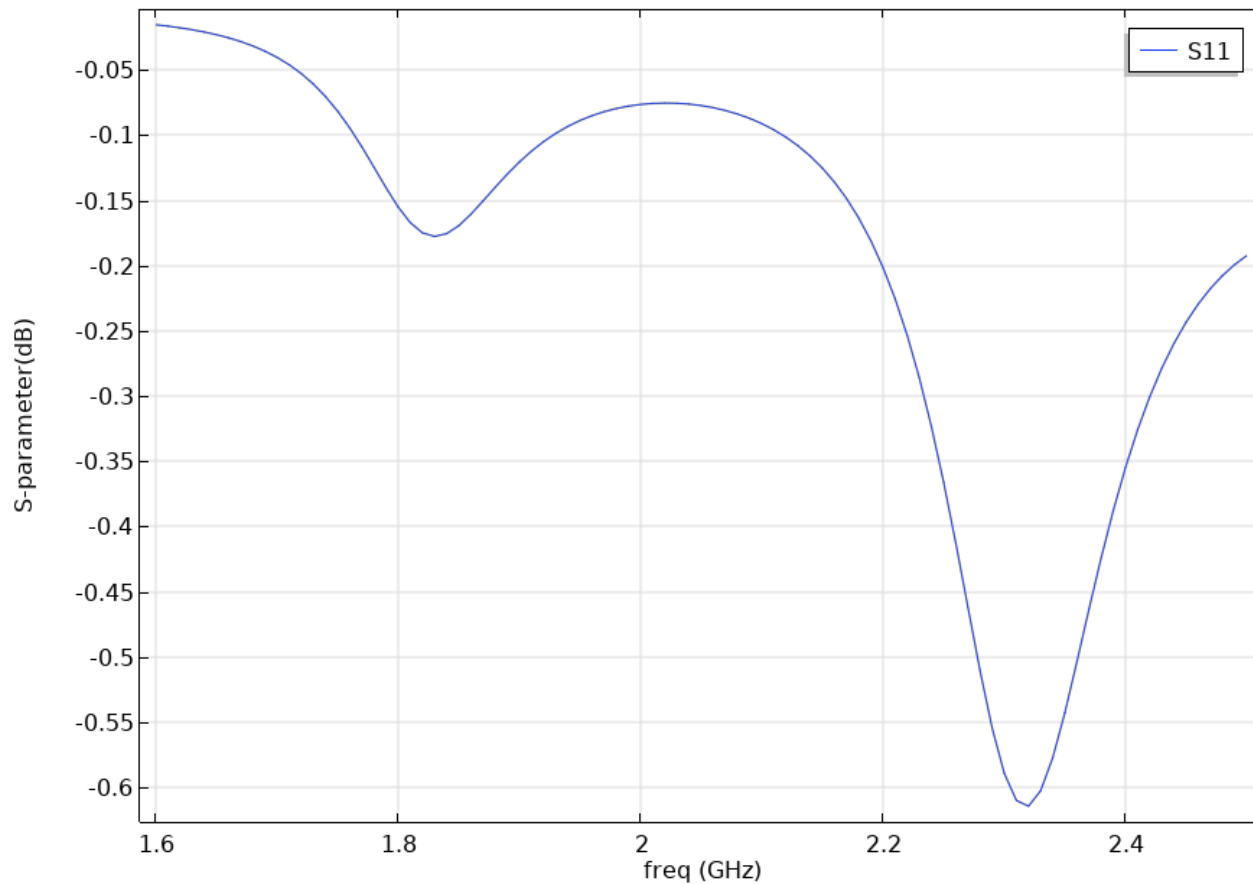


Подтверждена корректность расчёта физики модели.

Резонансная частота GPS-антенны близка к теоретической - 1.575 ГГц.

# Результаты

## Резонансный график



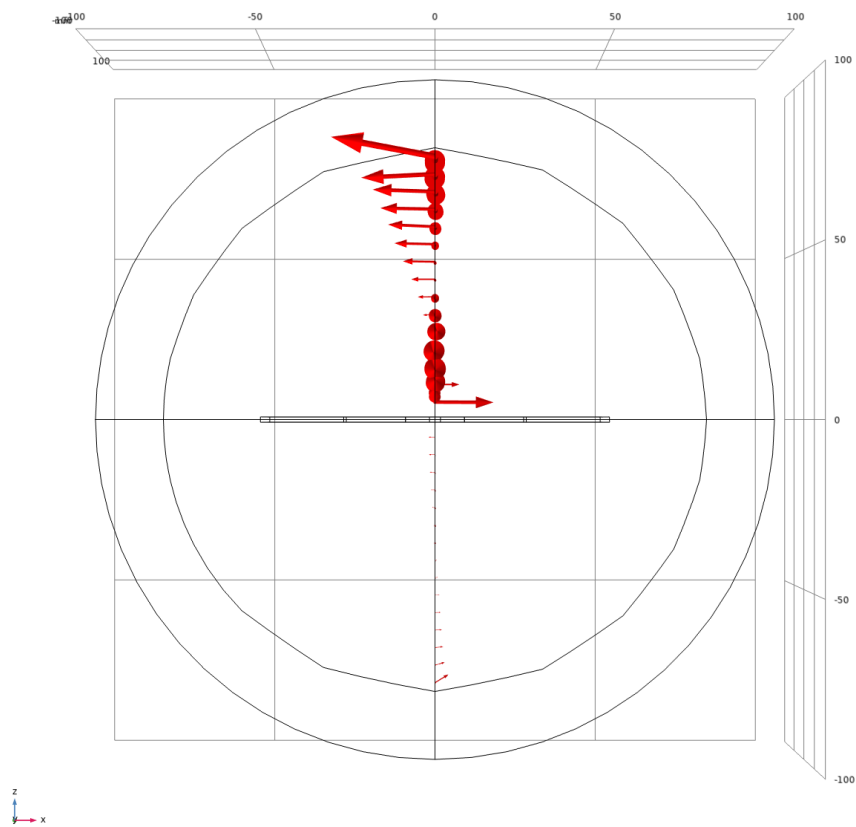
Проведено моделирование физики спиральной антенны.

Геометрия спиральной антенны не является идеальной для проведения диагностики.

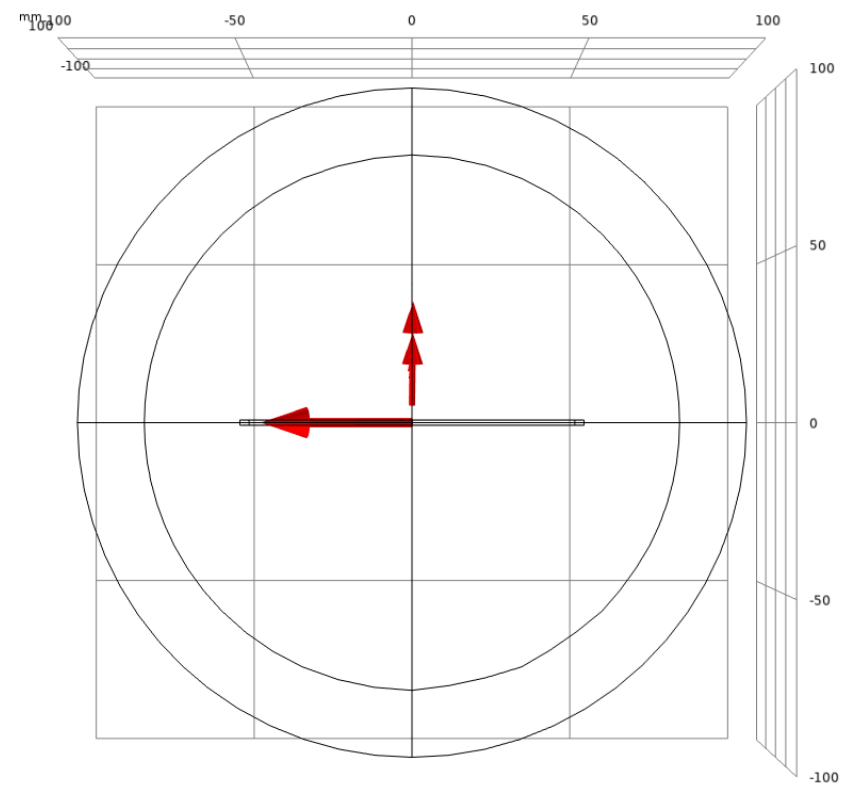
Необходимо дальнейшее исследование данной антенны

# Результаты

## Сравнение электрических и магнитных полей



GPS-антенна



Спиральная антенна



# Выводы

- GPS-антенна не подходит для диагностики плазмы. В условиях плазменного реактора её **поле будет отражаться от стенок**, внося **нелинейность** в зависимость резонансной частоты от диэлектрической проницаемости среды.
- Необходимо дальнейшее исследование и оптимизация геометрии спиральной антенны. С текущей формой использование её в качестве инструмента диагностики **не представляется возможным**.
- Вопросы применения плоского СВЧ-зонда при диагностике плазмы являются перспективными. Необходимо **дальнейшее исследование**.

# Перспективы

- Проверка гипотезы о невозможности использования GPS-антенны.
- Моделирование и оптимизация формы спиральной СВЧ-антенны.
- Создание модуля спиральной СВЧ-антенны для вставки его в реактор.
- Исследование итоговой антенны в плазменном реакторе.

Спасибо за внимание

