



СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Учебный пример ГАММА

Патч-антенна с непосредственной запиткой

17 апреля, 2023



- I. Введение**
- II. Создание модели**
- III. Решение**
- IV. Результаты**
- V. Заключение**

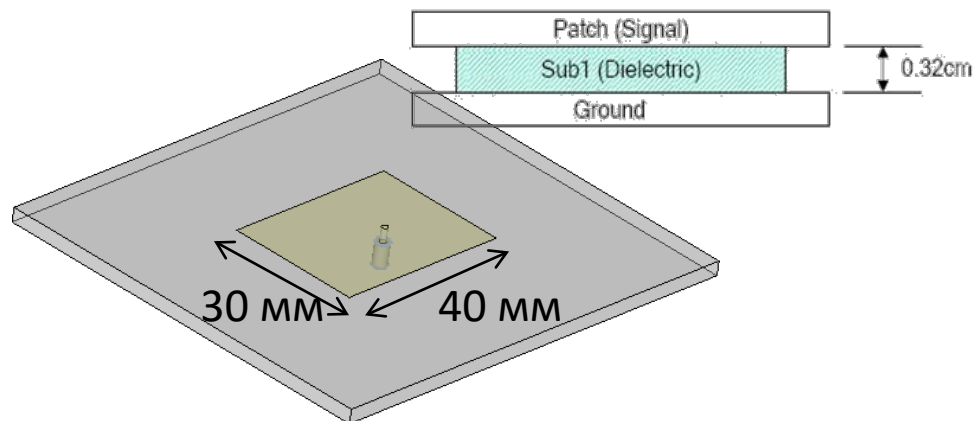
I. Введение: Постановка задачи

Цели:

- Сравнить рассчитанную величину для резонансной частоты с предсказанной (2.4 ГГц).
- Оценить направленность антенны.

Задачи:

- Создать модель
- Запустить решение в диапазоне частот от 1 до 3.5 ГГц
- Рассчитать S-параметры.
- Построить диаграмму направленности.

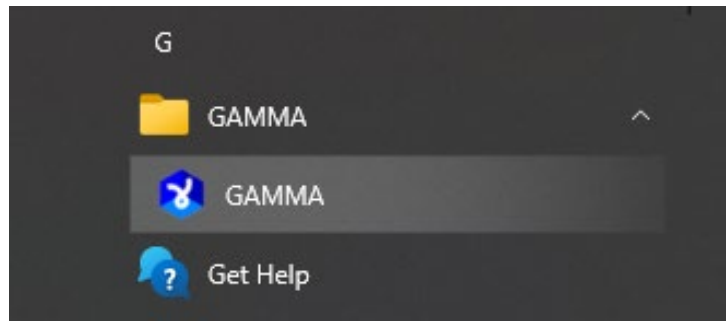


Модель патч-антенны с непосредственной запиткой.
Предсказанная полу-империческим методом
резонансная частота равна 2.4 ГГц.

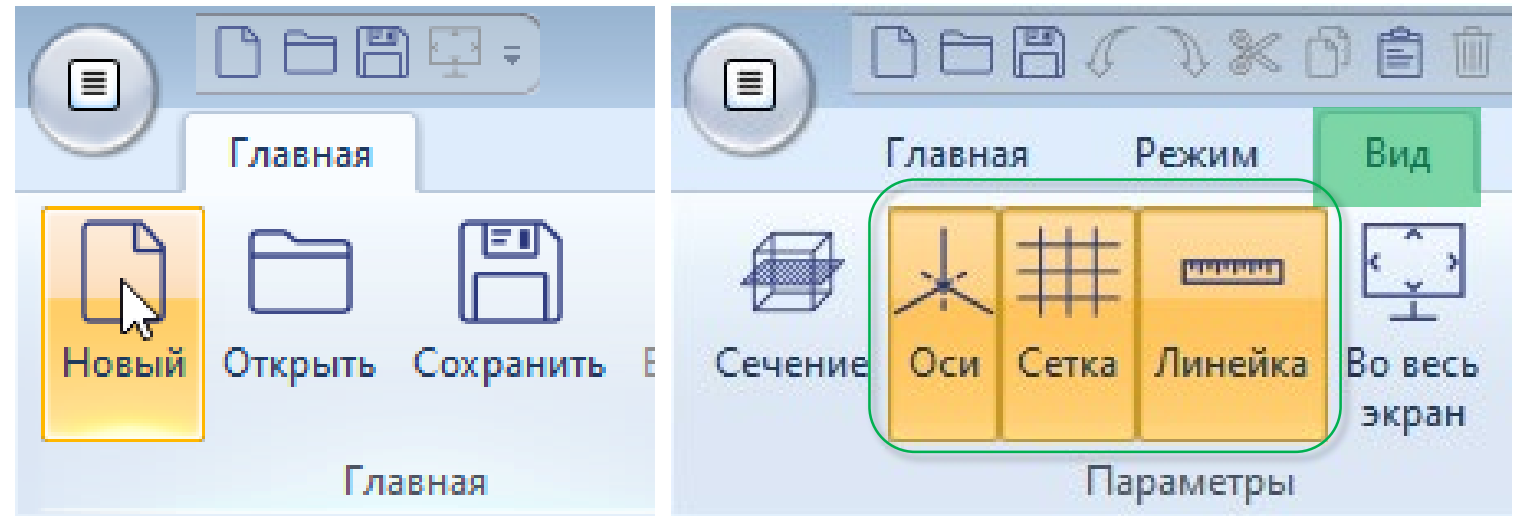
Функции ГАММА, задействованные в данном примере :

- **Работа с 3-д моделью:**
 - Примитивы: Кубоид, Прямоугольник, Цилиндр
 - Операции: Сдвиг, Вычитание
- **Граничные условия:**
 - Коаксиальный Волновой Порт
- **Библиотека материалов:**
 - Вакуум, металл, "Rogers RT/duroid 5880(tm)"
- **Решение**
- **Результаты**
 - График S-параметров
 - Диаграмма направленности антенны

II. Создание модели



Стартовое меню



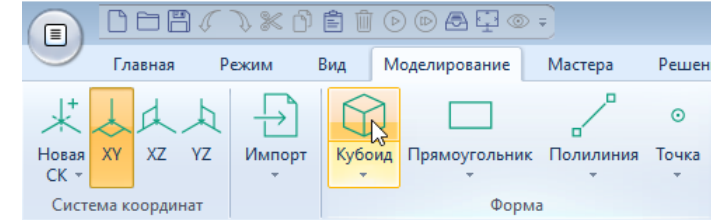
1. В стартовом меню или на рабочем столе найти и запустить **ГAMMA**: меню **Пуск** > **SEVSU** > **ГAMMA**.
2. Создать новый проект.
3. Для удобства моделирования в меню **Вид** включить режимы **Оси**, **Сетка** и **Линейка**.

II. Создание модели

❑ Создание подложки:

1. В панели **Моделирование** > **Кубоид**.

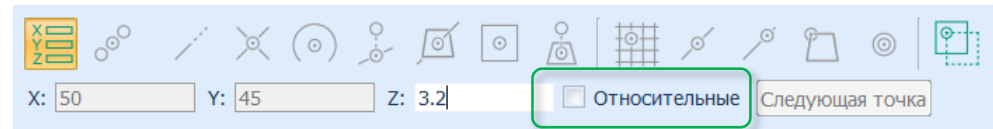
- 1) В панели привязки нажмите  для ручного ввода координат
- 2) Снимите галочку с **Относительные**.
- 3) Введите координаты 1-ой точки $\{-50; -45; 0\}$ и нажмите **Следующая точка**.
- 4) Повторите для 2-ой точки $\{50; 45; 0\}$ и 3-ей $\{50; 45; 3.2\}$; затем нажмите **Enter**.



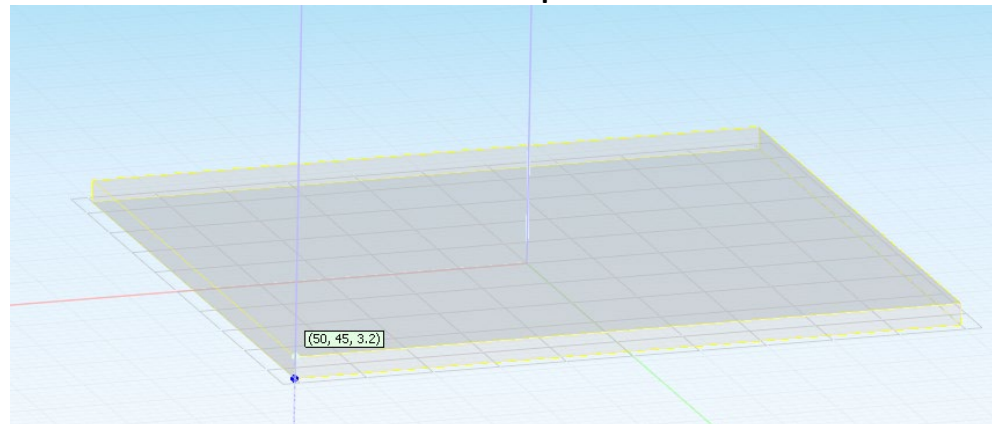
Для выхода из режима рисования нажмите **Esc**

2. В дереве проекта, переименуйте **“Кубоид”** в **“Подложка”**:

- Нажмите правой кнопкой на объекте в дереве проекта > **Переименовать** или используйте клавишу **F2**.



Панель привязки



II. Создание модели

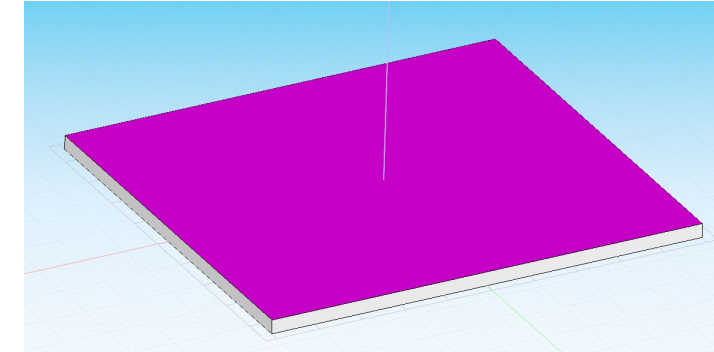
❑ Создание “земли” (100x90 мм):

1. В панели **Моделирование** > **Прямоугольник**.

1) Нарисуйте прямоугольник на подложке:

- Привязка к угловой вершине “верхней” поверхности подложки со стороны +Z.
- Переместите курсор к противоположной вершине.

2) В дереве проекта, переименуйте объект в **“Земля”**.



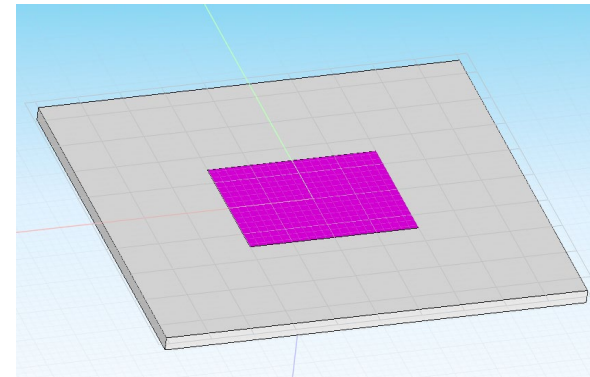
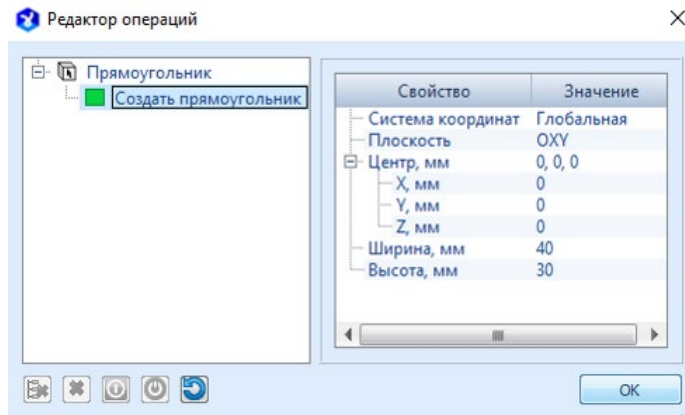
Земля на подложке

❑ Создание Патча (40x30 мм):

1. В панели **Моделирование** > **Прямоугольник**.

1) Привяжитесь к “нижней” поверхности подложки и создайте произвольный прямоугольник.

2) Двойной клик на объекте прямоугольника в 3D окне для доступа к **Редактору операций**, далее измените размеры прямоугольника на следующие:

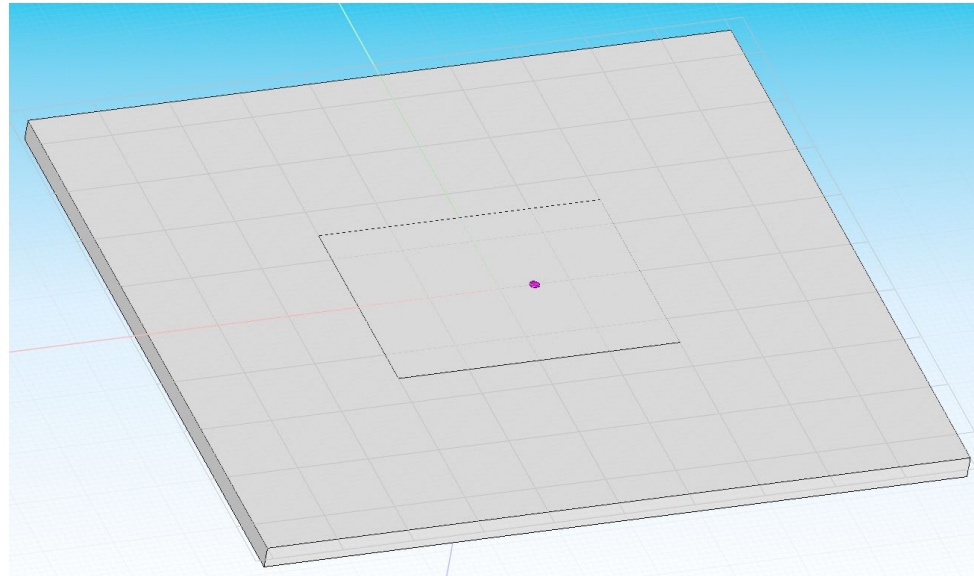
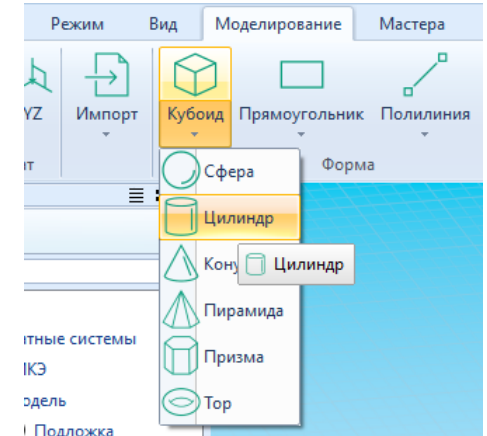


2. Переименуйте объект в **“Патч”**.

II. Создание модели

❑ Создание посадочного места под коаксиальный коннектор:

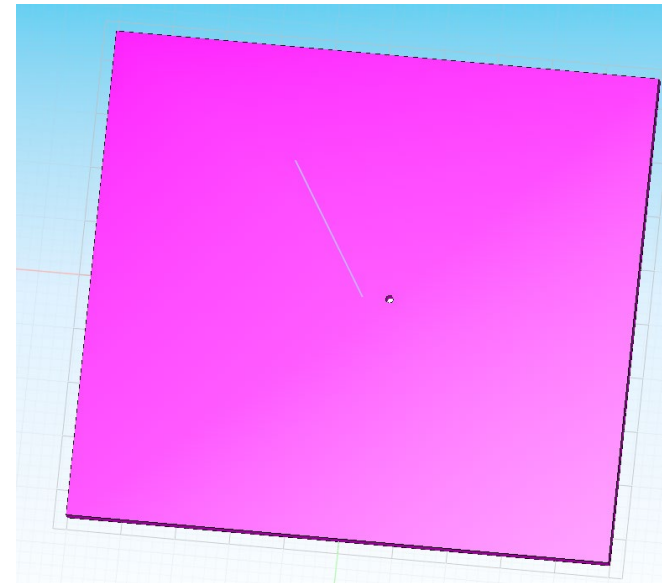
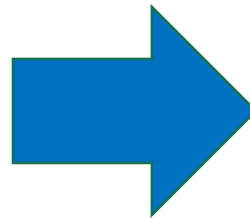
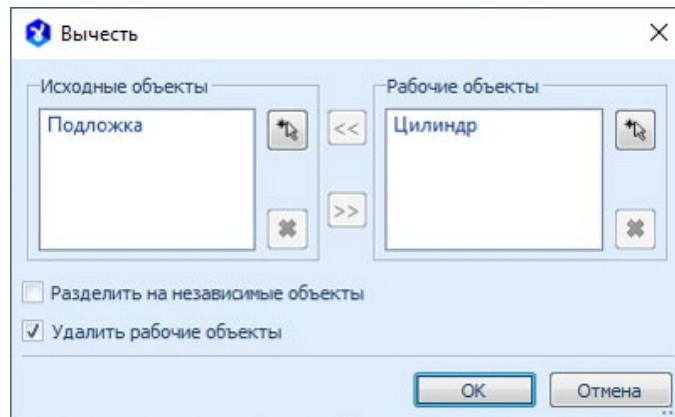
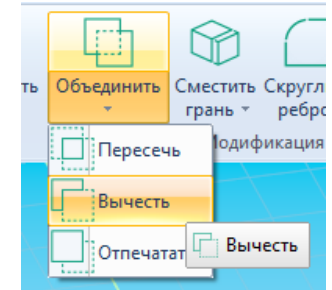
1. В панели **Моделирование** > семейство операций **Кубоид** > **Цилиндр**.
 - 1) В панели привязки, нажмите X=
 Y=
 Z= для ручного ввода координат.
 - 2) Снимите галочку с **Относительные**.
 - 3) Введите координаты 1-ой точки $\{-5; 0; 0\}$ и нажмите кнопку **Следующая точка** или нажмите клавишу **Enter**.
 - 4) Введите координаты 2-ой точки $\{-5; 0.7; 0\}$ и нажмите кнопку **Следующая точка** или нажмите **Enter**.
 - 5) Введите координаты 3-ей точки $\{-5; 0.7; 3.2\}$ и нажмите ☒ или клавишу **Enter**.



II. Создание модели

2. Вычесть цилиндр из подложки.

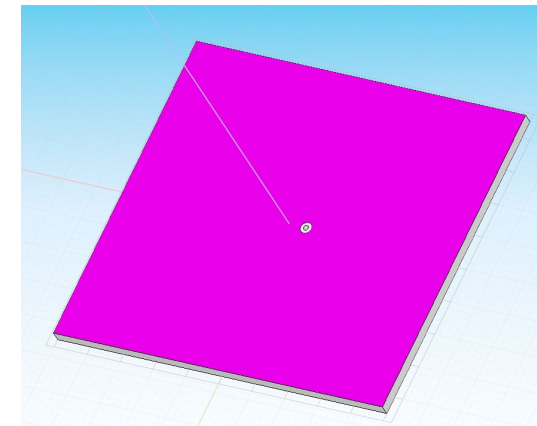
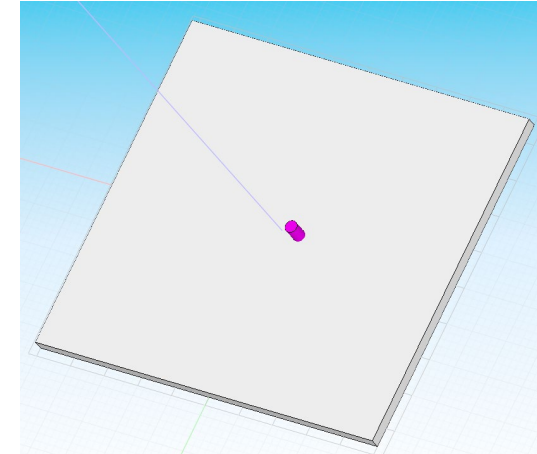
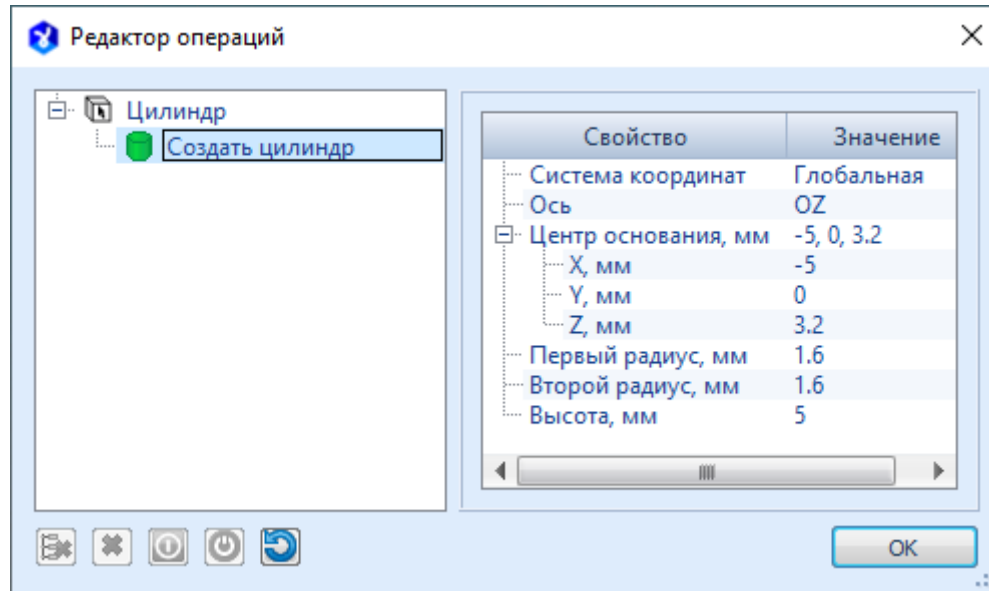
- 1) Удерживая нажатой клавишу **Ctrl**, выберите объекты “Подложка” и “Цилиндр” в дереве проекта.
- 2) Вкладка **Моделирование** > семейство операций **Объединить** > **Извлечь**.
- 3) Убедитесь, что “Подложка” – исходный объект, а “Цилиндр” – рабочий и нажмите **OK**.



II. Создание модели

3. Вычесть цилиндр из Земли.

- 1) Вкладка **Моделирование** > семейство операций **Кубоид** > **Цилиндр**. Создайте цилиндр со следующими параметрами:

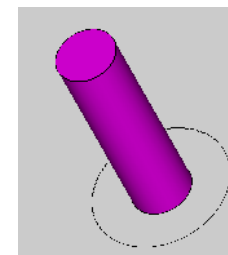
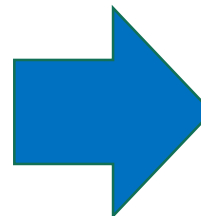
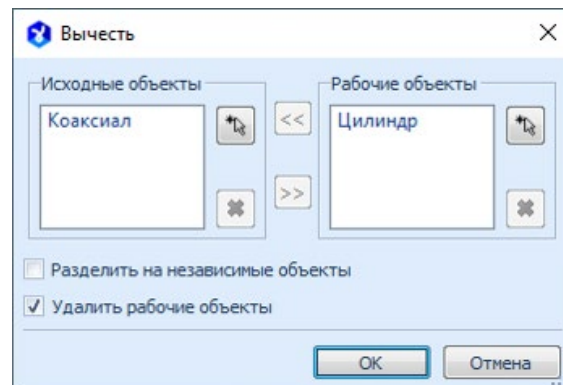
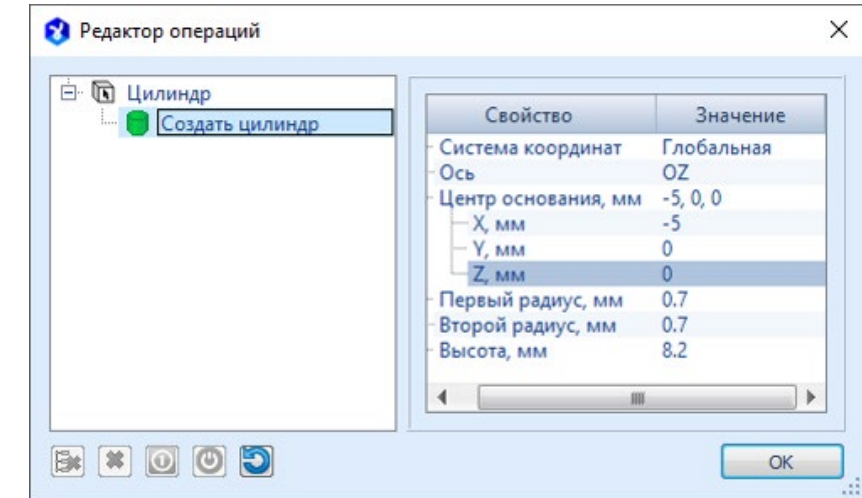


- Создайте копию цилиндра (Копировать/Вставить в дереве или **Ctrl+C/Ctrl+V**) и переименуйте дубликат в "**Коаксиал**". Снимите галочку напротив имени объекта в дереве, чтобы скрыть его.
- 2) Удерживая клавишу **Ctrl key** выделите объекты "**Земля**" и "**Цилиндр**" в дереве проекта.
 - 3) Вкладка **Моделирование** > семейство операций **Объединить** > **Извлечь**.
 - 4) Убедитесь, что "**Земля**" – исходный объект, а "**Цилиндр**" – рабочий и нажмите **OK**.

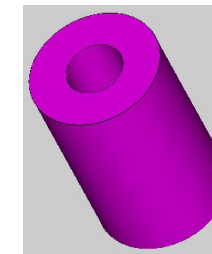
II. Создание модели

❑ Создание коаксиала и центральной жилы:

1. Вкладка **Моделирование** > семейство операций **Кубоид** > **Цилиндр**.
- 1) Создайте цилиндр со следующими параметрами и скопируйте созданный объект:
 - Назовите копию **“Центральная жила”**. Снимите галочку в дереве чтобы скрыть объект.
- 2) Удерживая клавишу **Ctrl**, выделите объекты **“Коаксиал”** и **“Цилиндр”** в дереве проекта.
- 3) Вкладка **Моделирование** > семейство операций **Объединить** > **Извлечь**.
- 4) Убедитесь, что **“Коаксиал”** – исходный объект, а **“Цилиндр”** – рабочий и нажмите **ОК**.



Центральная
жила

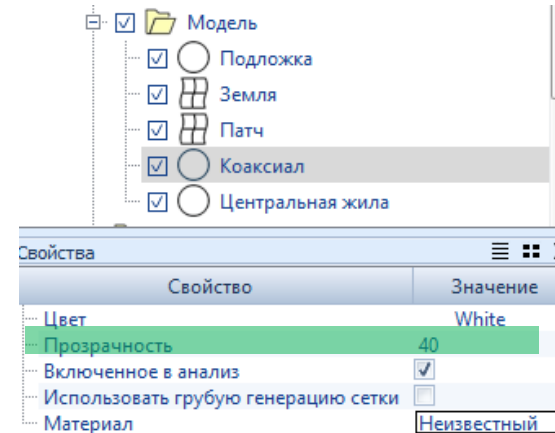
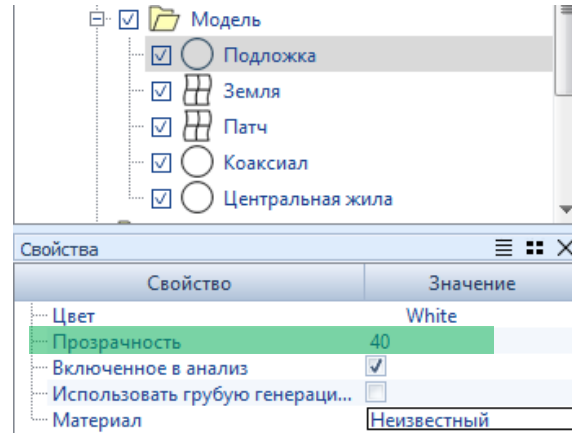


Коаксиал

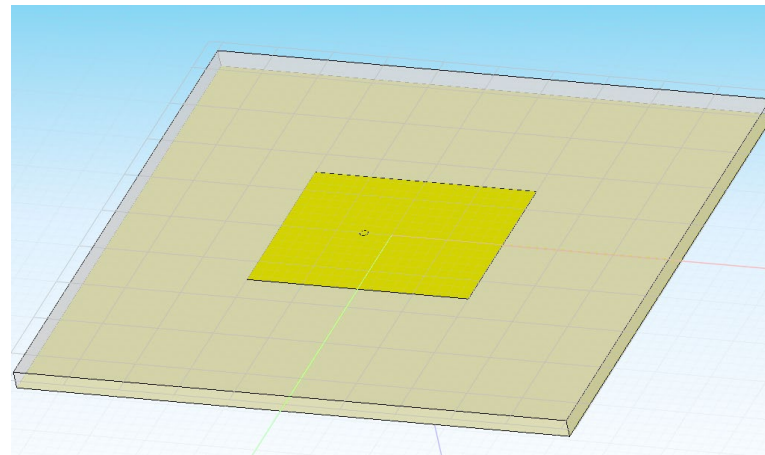
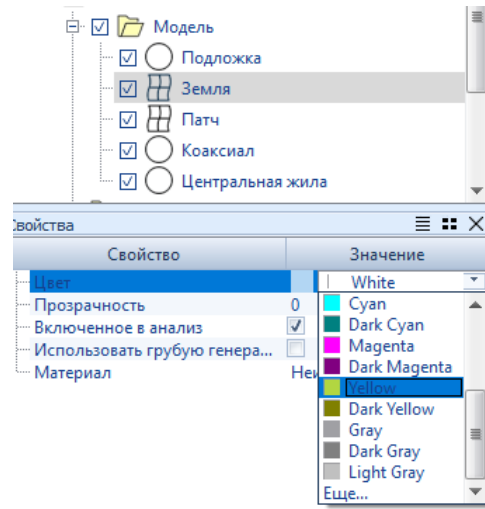
II. Создание модели

□ Изменение внешнего вида модели:

1. В дереве проекта выделите объект **“Подложка”** и установите прозрачность = **40%** в окне Свойства. Повторите те же действия для объекта **“Коаксиал”**.



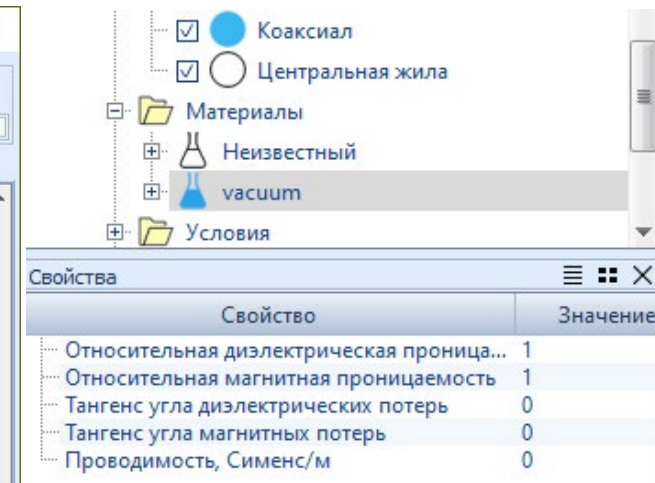
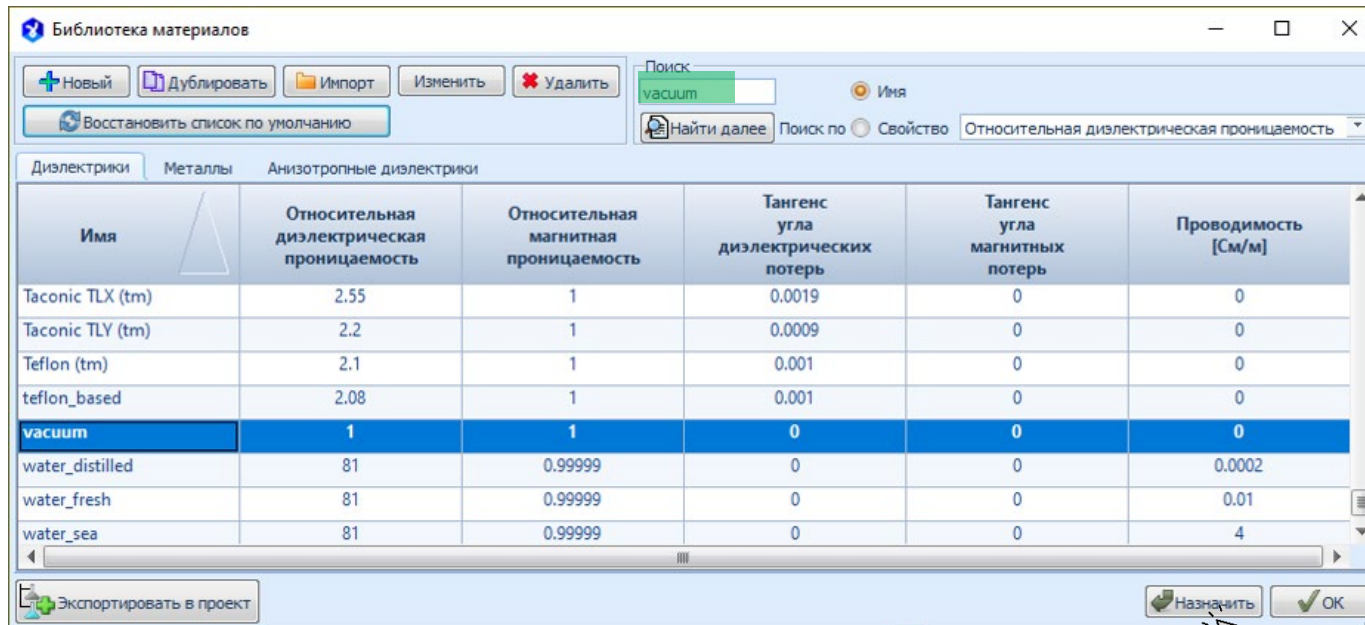
2. Установите желтый цвет для объектов **“Патч”** и **“Земля”**. Для этого выберите **“Yellow”** из списка цветов в свойствах объектов.



II. Создание модели

❑ Назначение материала “vacuum” (вакуум) на объект “Коаксиал”:

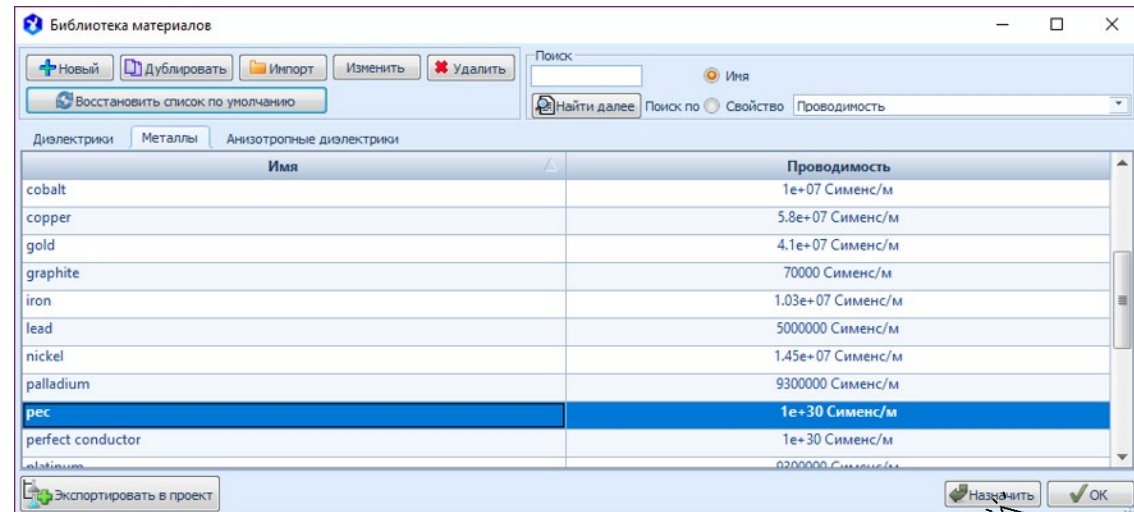
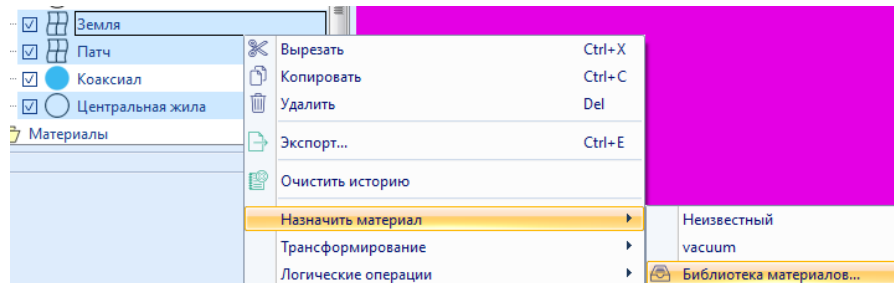
1. Правая кнопка на 3D объекте/имени в дереве > **Назначить материал** > **Библиотека материалов**.
2. В диалоговом окне **Библиотеки материалов**:
 - Воспользуйтесь функцией поиска во вкладке **Диэлектрики** > введите слово “vacuum” в строке поиска > выберет найденный материал “vacuum” > нажмите **Назначить**. Закройте окно **Библиотека материалов**.
 - Назначенный материал появится в окне **Свойства** выбранного объекта и в папке **Материалы** дерева проекта.



II. Создание модели

❑ Назначение материала "рес" (идеальный металл) на Землю, Патч и Центральную жилу коаксиала:

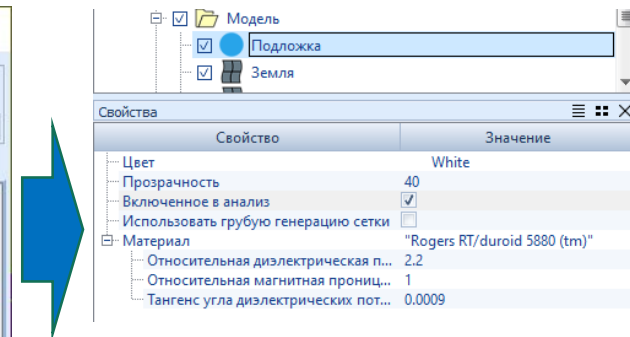
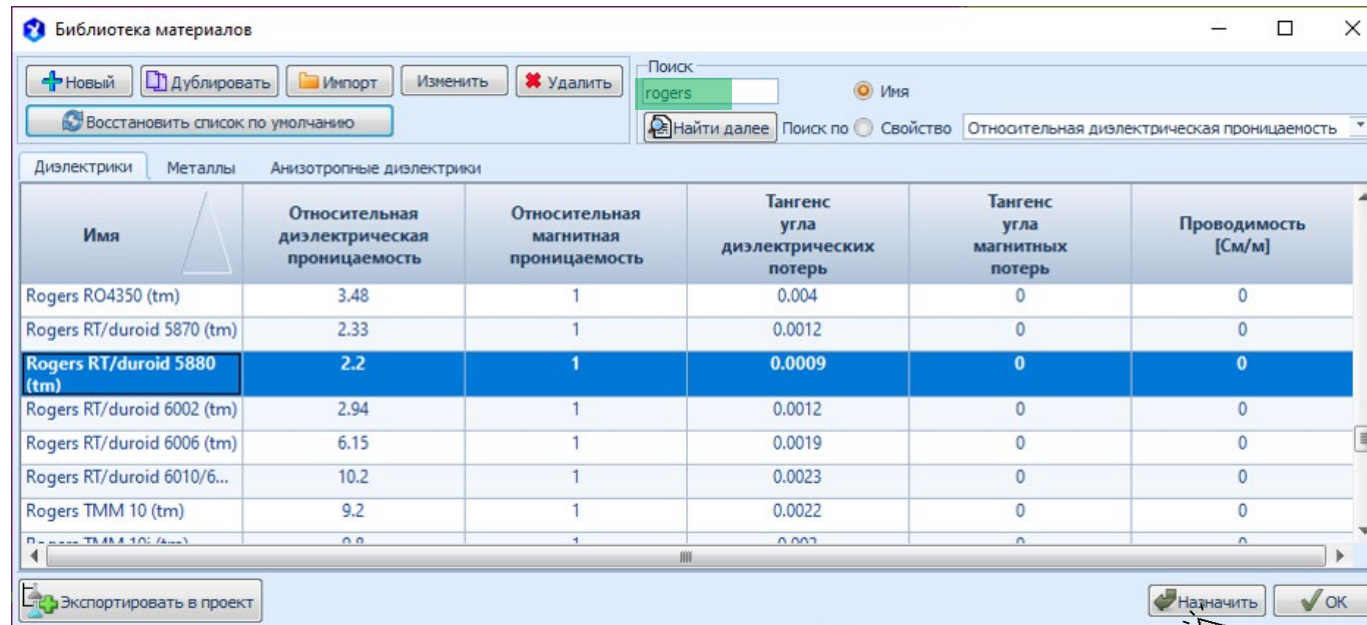
1. Используйте мульти-селекцию (при нажатой клавише **Ctrl**), выделите объекты "Земля", "Патч", "Центральная жила".
2. Нажмите правой кнопкой на выделенных объектах для вызова контекстного меню > **Назначить материал** > **Библиотека материалов**.
3. В **Библиотеке материалов**:
 - 1) Перейдите во вкладку **Металлы** и найдите "рес" > выделите его > нажмите **Назначить**. Закройте **Библиотеку материалов**.
 - 2) Назначенный материал появится в окне **Свойства** выбранного объекта и в папке **Материалы** дерева проекта.



II. Создание модели

❑ Назначение материала “Rogers RT/duroid 5880(tm)” на подложку:

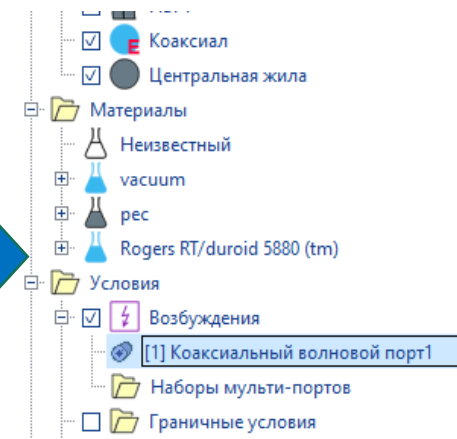
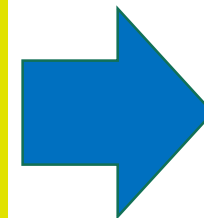
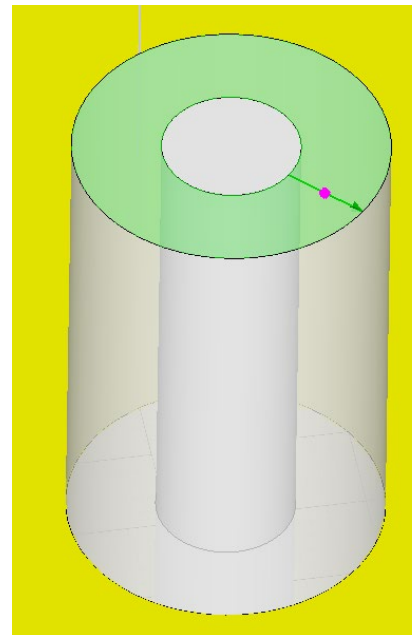
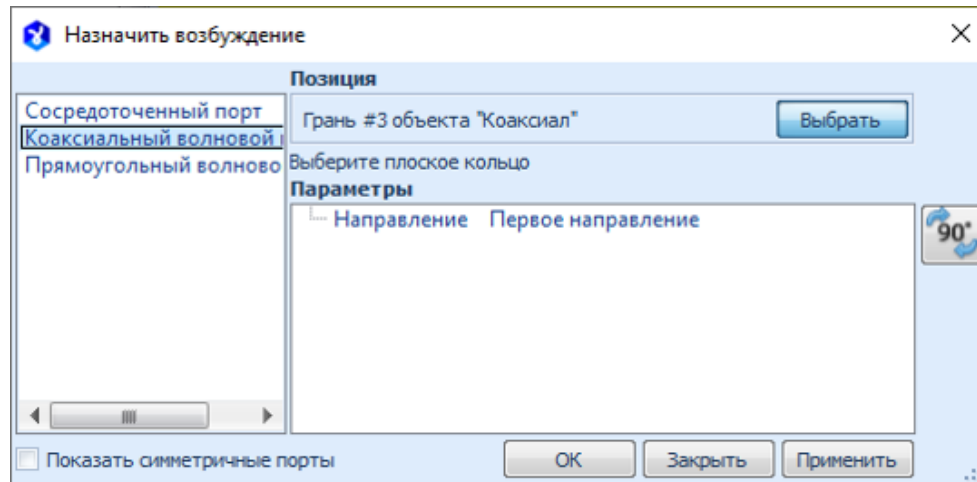
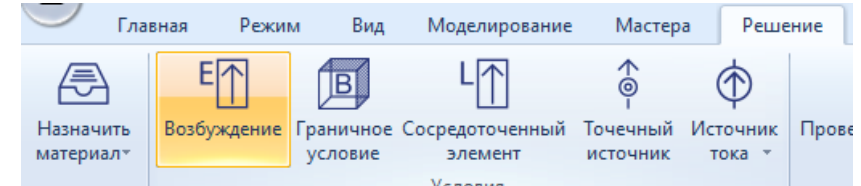
1. Для объекта “Подложка” > правая кнопка на 3D объекте/имени в дереве > **Назначить материал** > **Библиотека материалов**.
2. В **Библиотеке материалов**:
 - 1) Во вкладке **Диэлектрики** > введите слово “**Rogers**” в строке поиска > выберет найденный материал “**Rogers RT/duroid 5880(tm)**” > нажмите **Назначить**. Закройте окно **Библиотека материалов**.
 - 2) Назначенный материал появится в окне **Свойства** выбранного объекта и в папке **Материалы** дерева проекта.



II. Создание модели

❑ Назначение граничного условия возбуждения:

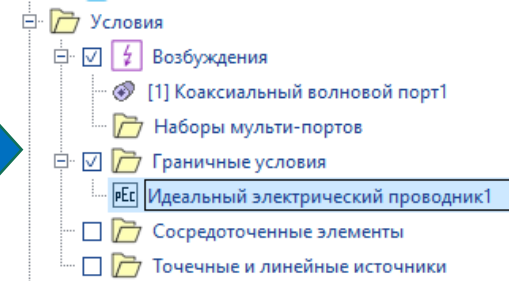
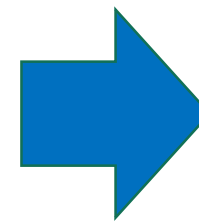
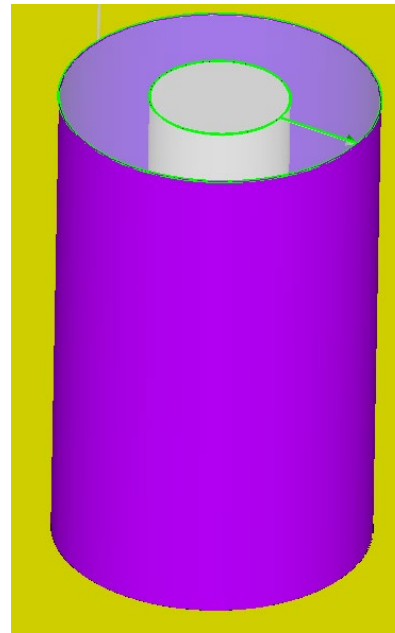
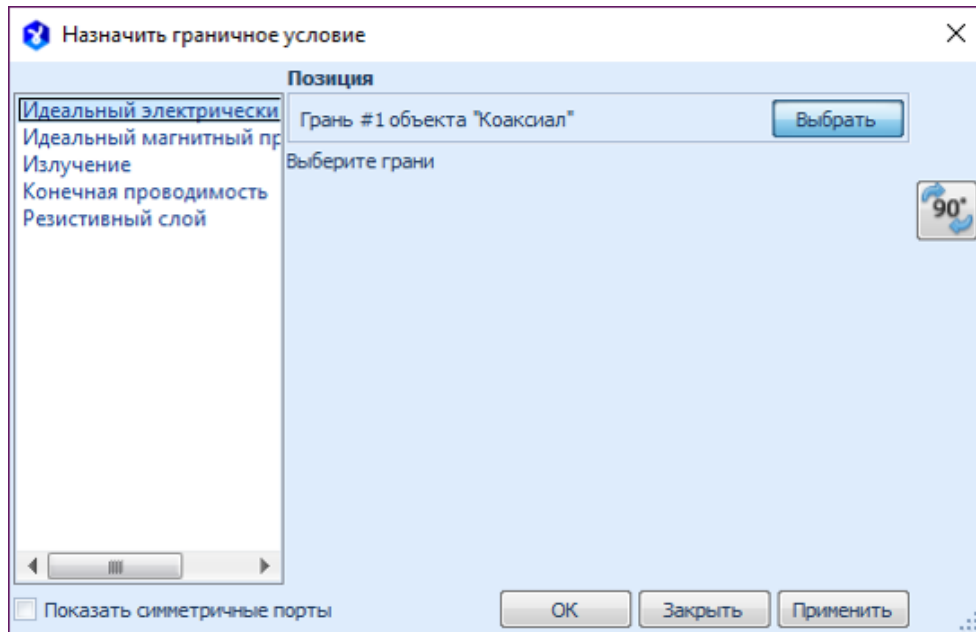
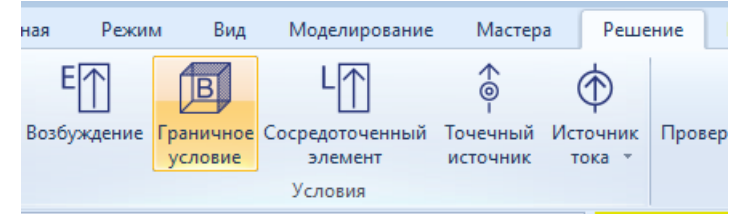
- Во вкладке **Решение** > **Возбуждение**. В диалоге **Назначить возбуждение**:
 - Выберите в списке **Коаксиальный волновой порт**.
 - Кликните на торцевую поверхность объекта **“Коаксиал”**, далее нажмите **OK**.
- Созданный волновой порт должен появиться в дереве: папка **Условия** > **Возбуждения**.



II. Создание модели

❑ Назначение граничных условий на поверхность Коаксиала:

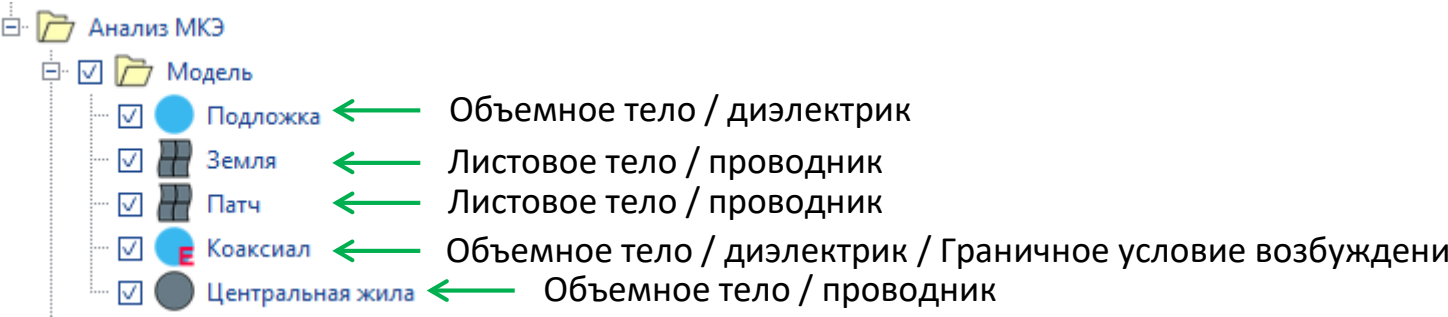
1. Во вкладке **Решение** > **Граничные условия** > Появится диалог **Назначить граничные условия**.
2. Выберите **Идеальный электрический проводник**.
3. Кликните на боковую поверхность **Коаксиала** (см. рисунок ниже) и нажмите **ОК**.
4. Созданный волновой порт должен появиться в дереве: папка **Условия** > **Граничные условия**.





III. Решение

❑ Проверьте дерево проекта, чтобы убедиться, что вы назначили материалы и условия там, где это необходимо:



❑ Установите **Настройки решения**:

1. В дереве проекта > **Решение** > **Настройки решателя** > **Настройка решения#1**.
2. В окне свойства, настройте параметры как это показано на рисунке:
 - 1) Мин. частота, ГГц = 1;
 - 2) Макс. частота, ГГц = 3.5;
 - 3) Шаг по частоте, ГГц = 0.001;
 - 4) ...

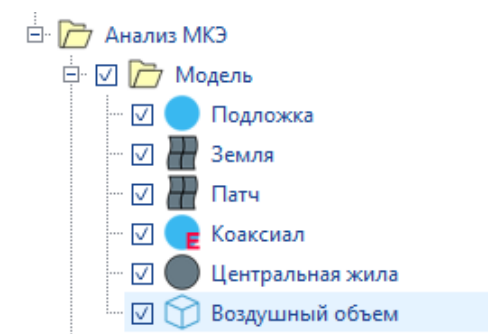
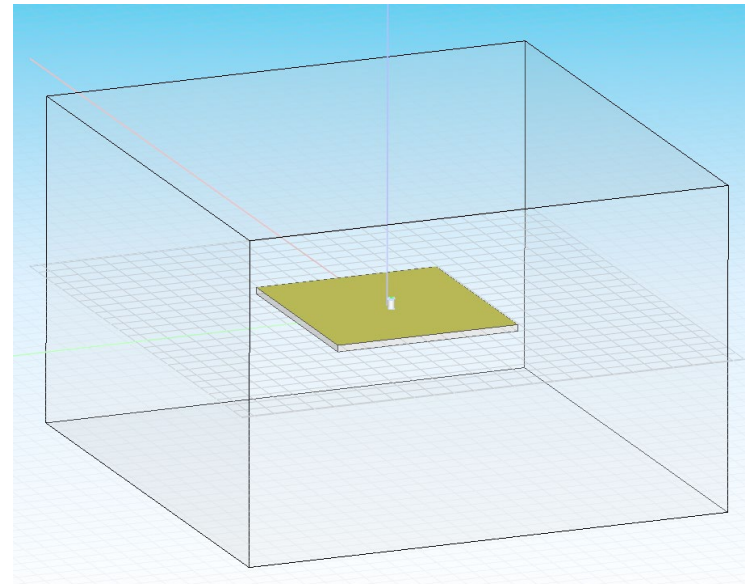
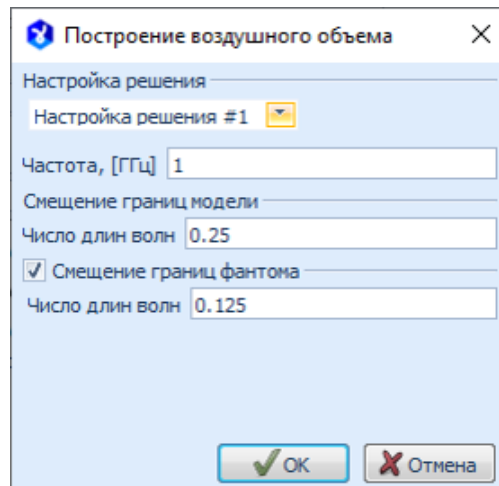
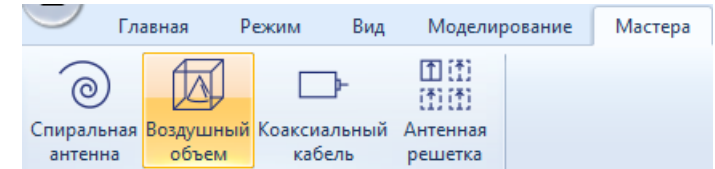
Решение

- Настройки решателя
 - Настройка решения #1
- Параметрические переменные

Свойство	Значение
Тип решения	Диапазон частот
Тип сканирования	Быстрое
Мин частота, ГГц	1
Макс частота, ГГц	3.5
Шаг по частоте, ГГц	0.001
Макс delta S за шаг	0.02
Макс число шагов	100
Мин число шагов	20
Расширенные	
Базисные функции	Высокий порядок
Граничные условия по умолчанию	Радиационное
Адаптивное решение	Использовать
Общие параметры уточнения	
Макс delta S за проход	0.02
Макс число проходов	20
Расширенные параметры уточнения	
Уточнение за проход, %	0.7, 0.7, 0....
Мин число проходов	1
Мин число сошедшихся проходов	2

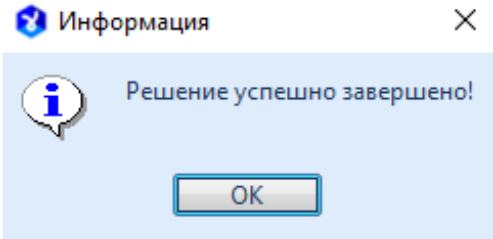
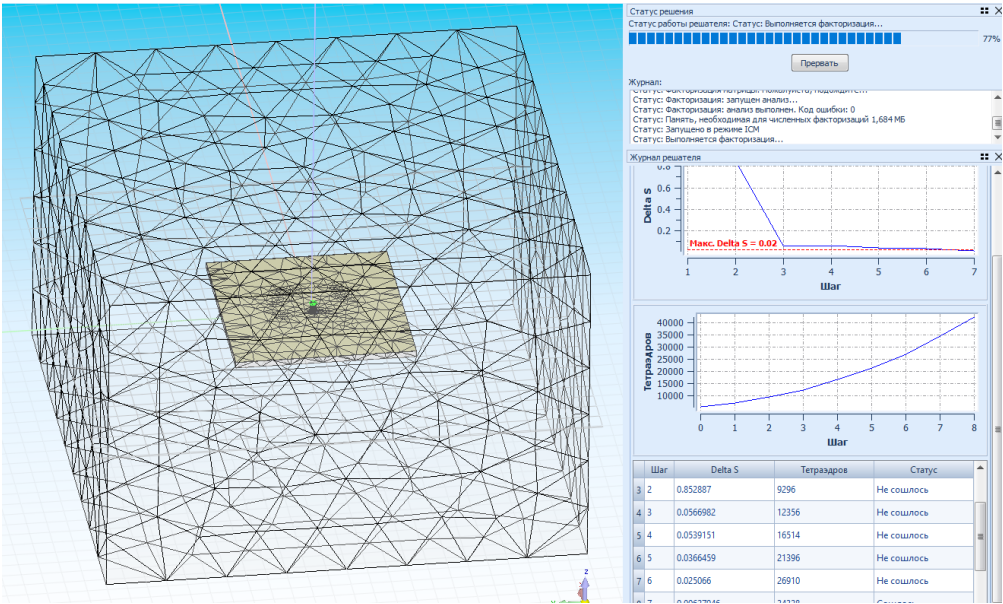
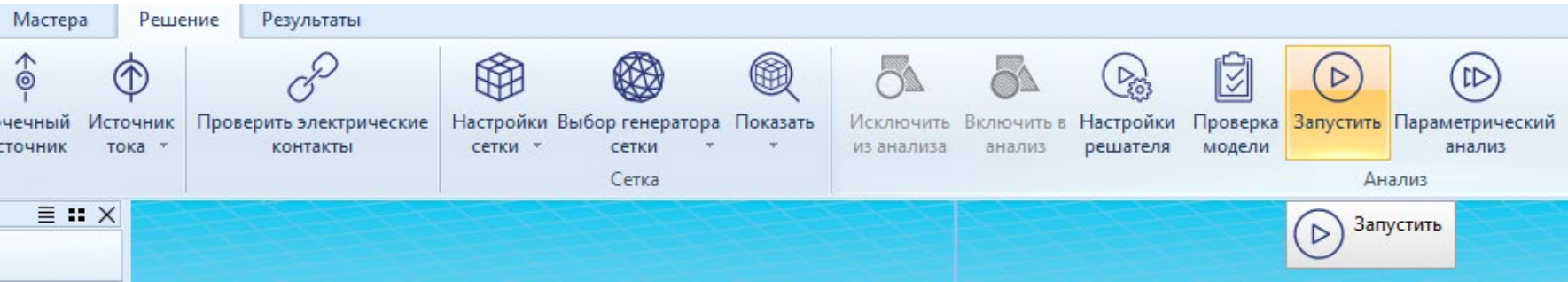
❑ Создание Воздушного объема:

1. Во вкладке **Мастера** > **Воздушный объем**.
2. В диалоге **Построение воздушного объема** используйте значения по умолчанию и нажмите **OK**.



III. Решение

- ❑ Запустите решение:
 1. Вкладка **Решение** > **Запустить**.

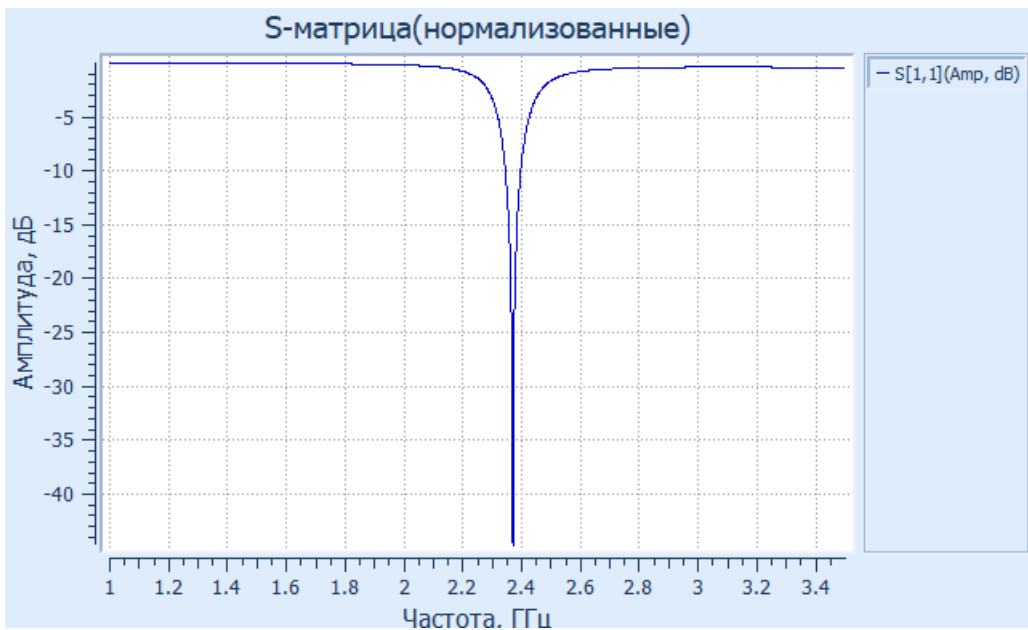
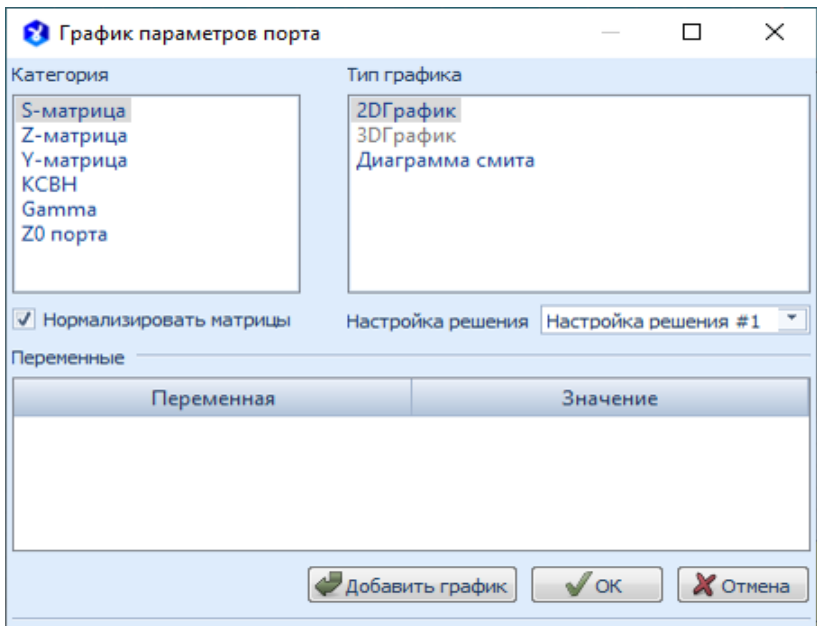
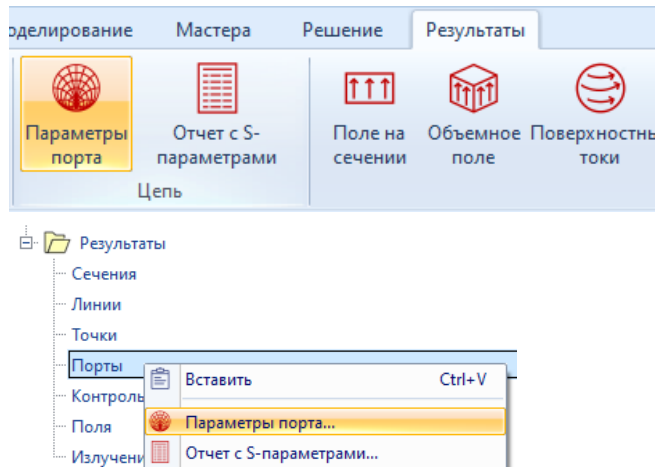


IV. Результаты

- ❑ После завершения процесса решения результаты доступны в дереве проекта > **Результаты**:

Для создания графика S-параметров:

1. В дереве, правый клик на **Порты** > **Параметры порта**.
Данная функция также доступна во вкладке **Результаты**.
2. В диалоге **Создать параметры порта** оставьте значения по умолчанию и нажмите **ОК**.

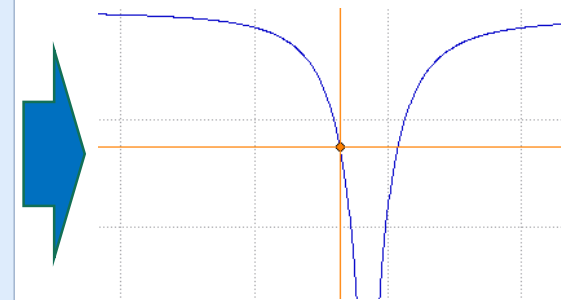
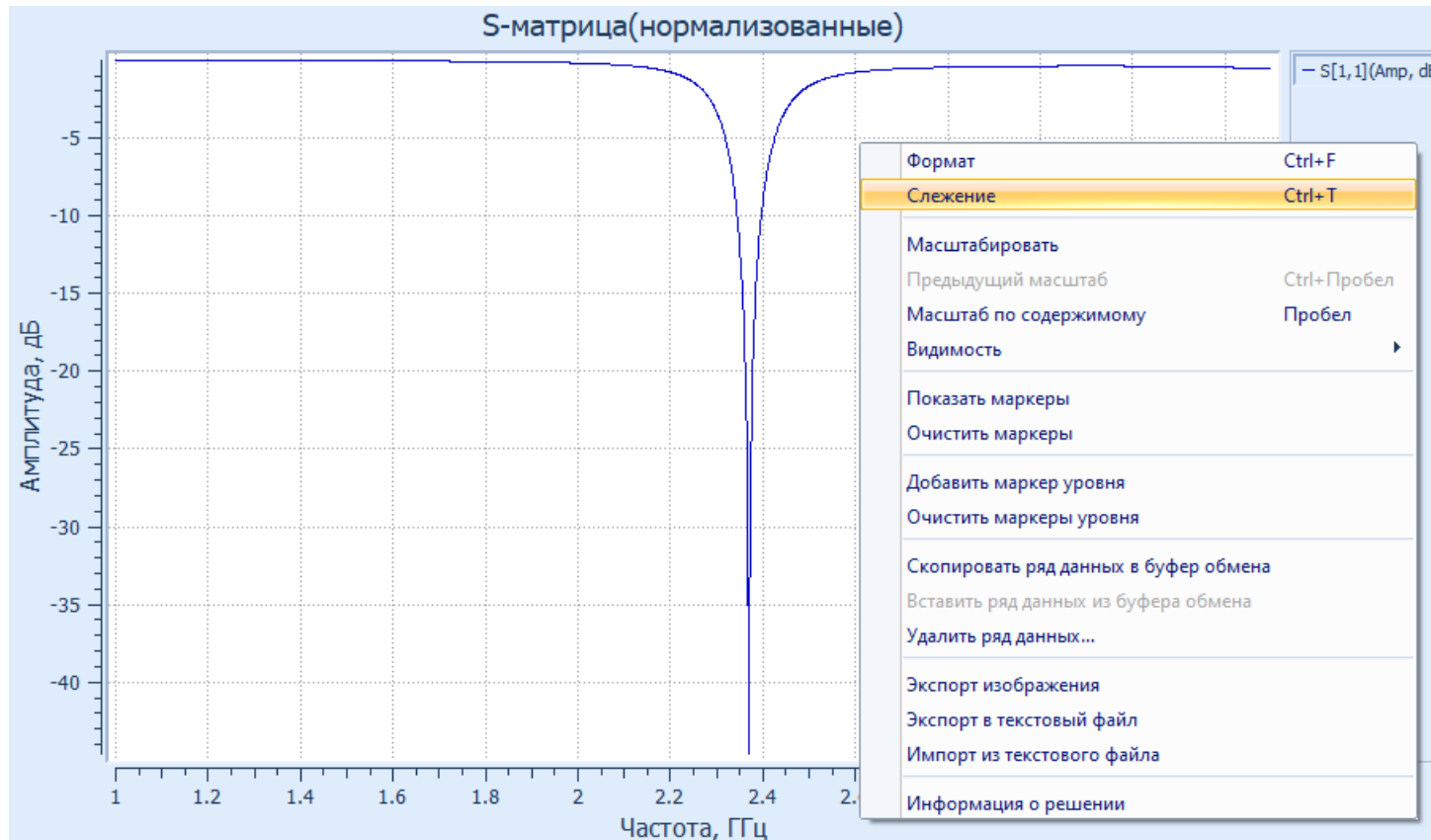


IV. Результаты

Работа с графиком:

1. Щелкните правой кнопкой мыши в поле графика > **Слежение**

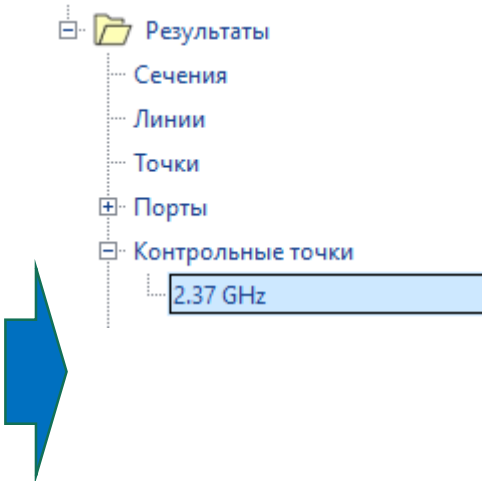
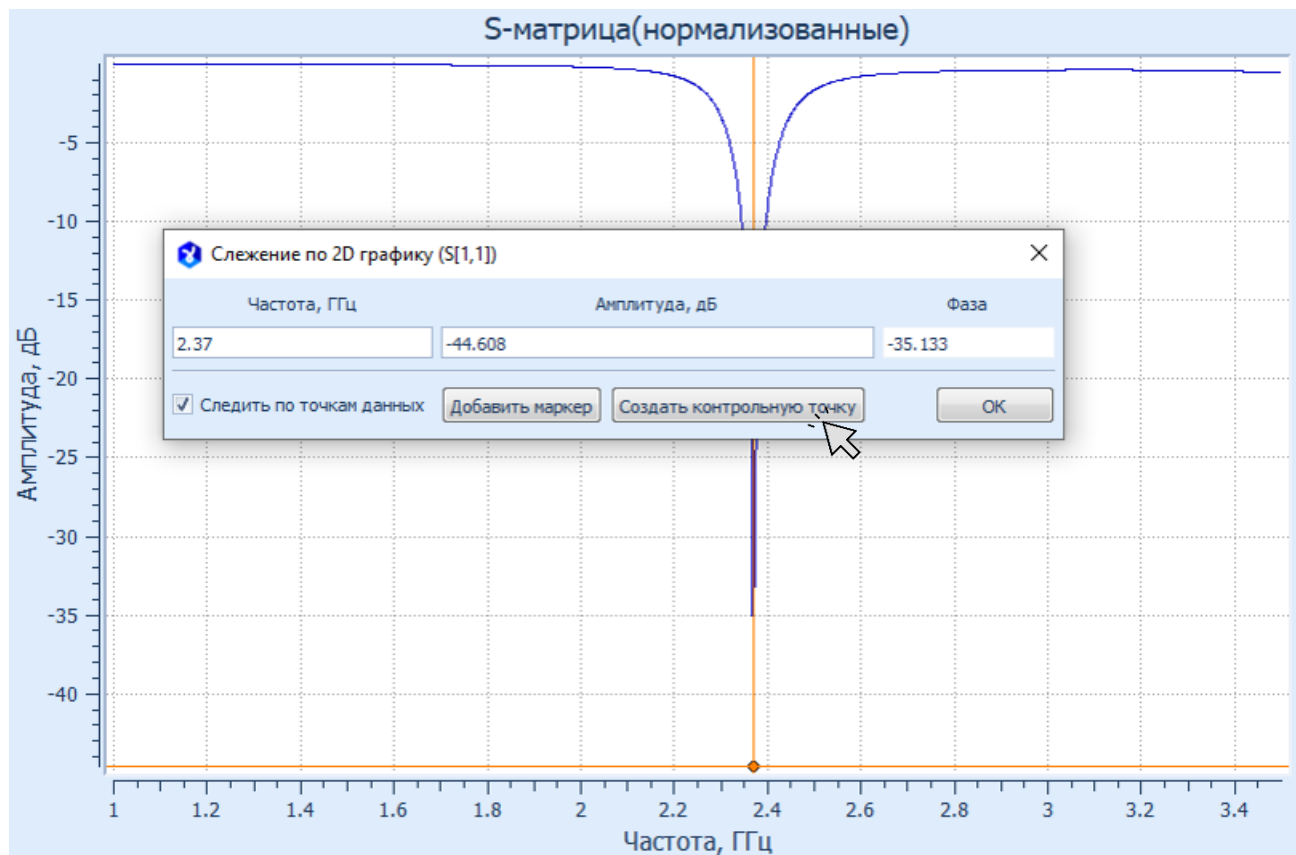
- Данная функция позволяет выбирать конкретные точки на графики, получать точные значения, создавать Контрольный точки для последующей работы и т.п.



IV. Результаты

Создание Контрольной точки:

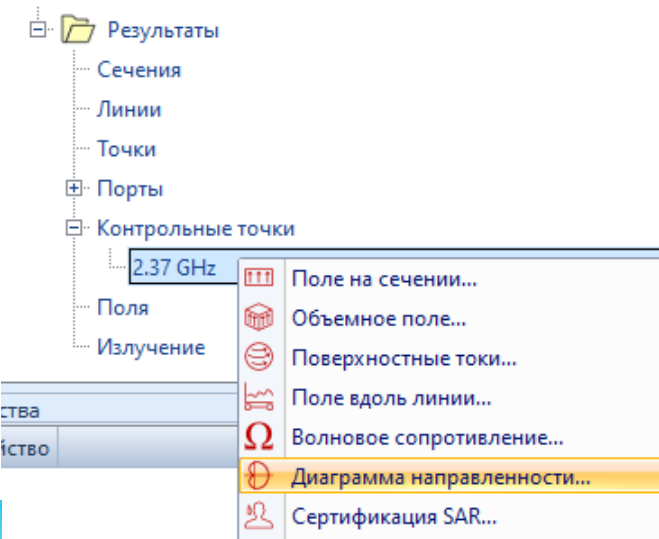
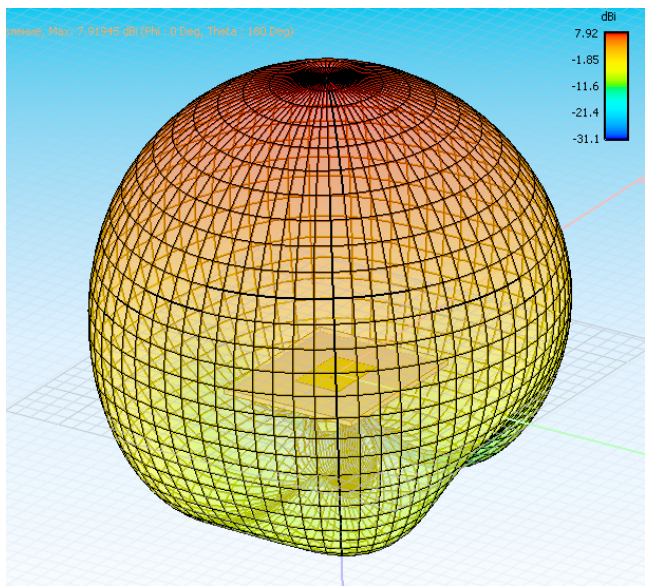
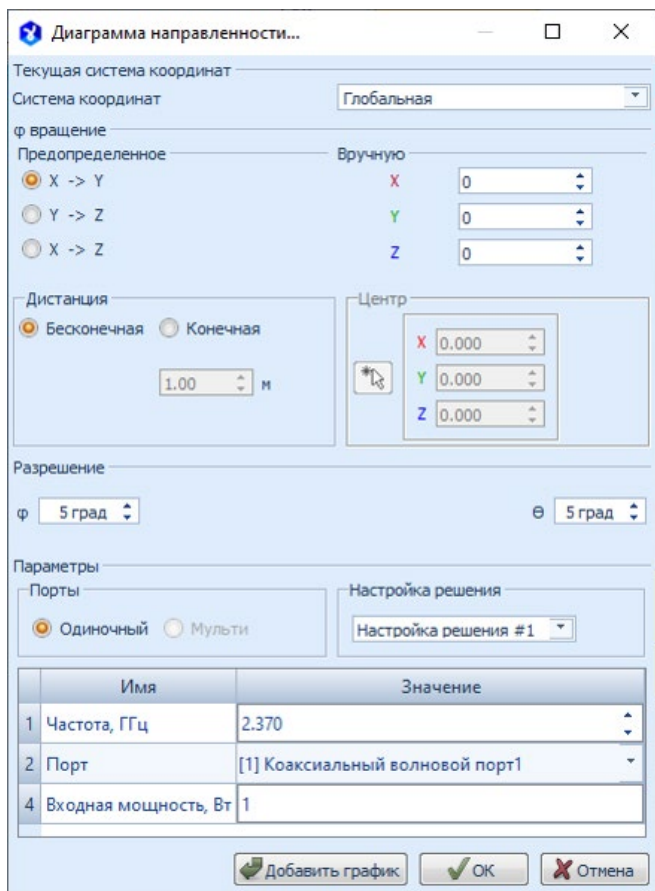
1. Щелкните правой кнопкой мыши в поле графика > **Слежение**
2. Выберите соответствующую точку на графике и нажмите **Создать контрольную точку**.
3. Контрольная точка для частоты **2.37 ГГц** должна появиться в дереве проекта > **Результаты** > **Контрольные точки**.



IV. Результаты

Создание Диаграммы направленности антенны на частоте 2.37 ГГц:

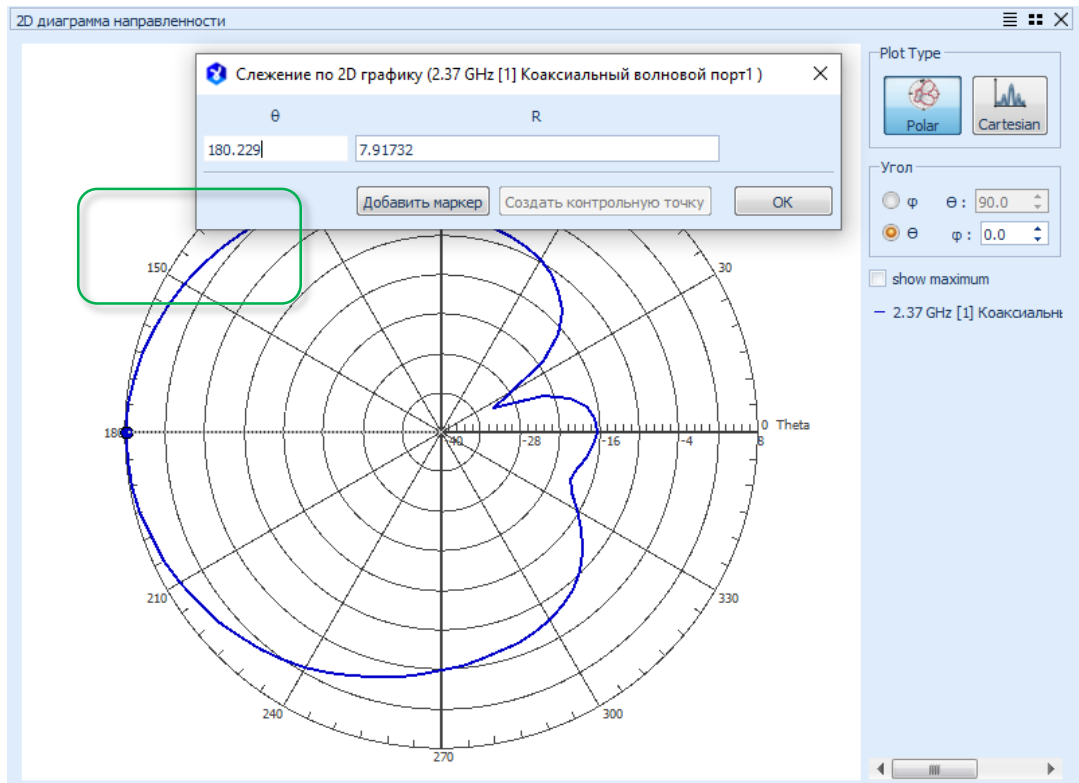
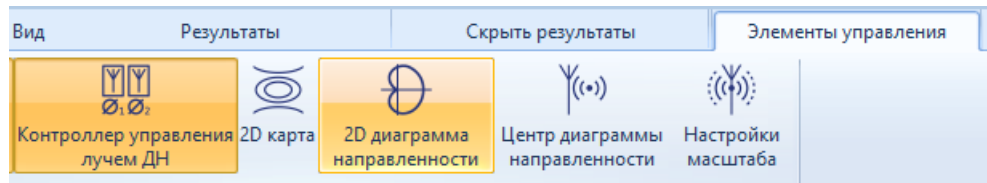
1. В папке **Результаты** > **Контрольные точки** > щелкните правой кнопкой мыши на контрольной точке "2.37 ГГц" > **Диаграмма направленности**.
2. В диалоге **Диаграммы направленности** обратите внимание, что диаграммы будет построена на частоте 2.37 ГГц и нажмите **ОК**.



IV. Результаты

Для просмотра 2D сечения Диаграммы направленности:

1. Во вкладке **Элементы управления** кликните **2D диаграмма направленности**.
 - Появится окно с 2D диаграммой.
2. В панели **2D диаграмма направленности** переключитесь на угол θ .
3. Щелкните правой кнопкой в поле графика и в контекстном меню > **Отследить**.
 - Получите искомое значение направленности антенны равное **7.9 дБ**



Сравнение предсказанной и вычисленной резонансной частоты

	Предсказанное значение	Расчет
Резонансная частота, ГГц	3.4	3.37

- Существует хорошее согласие между симуляцией ГАММА и прогнозируемыми результатами.