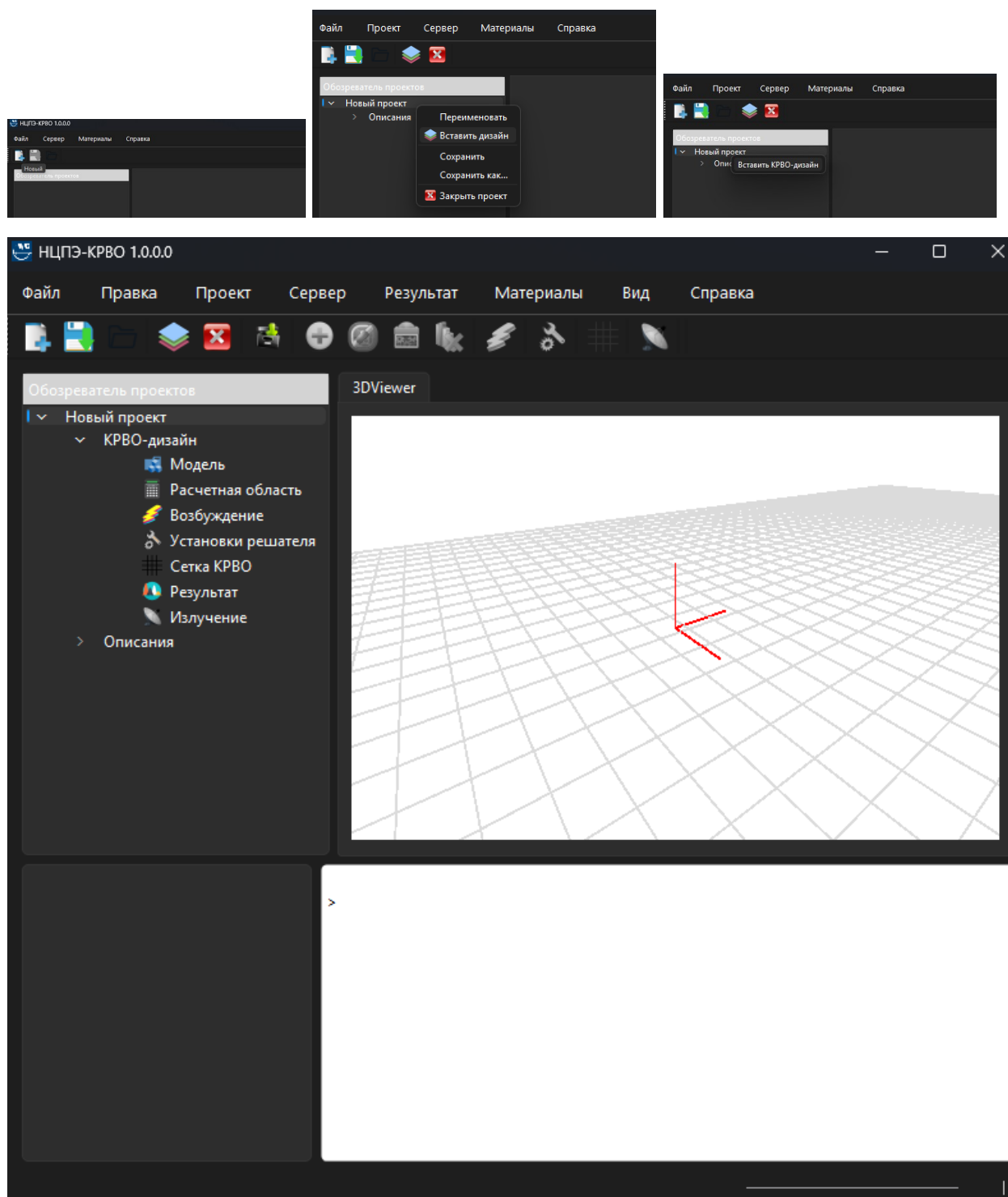
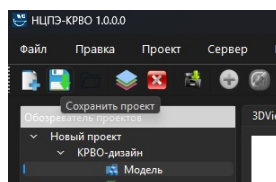


FDTD_Editor / FDTDServer. Последовательность действий

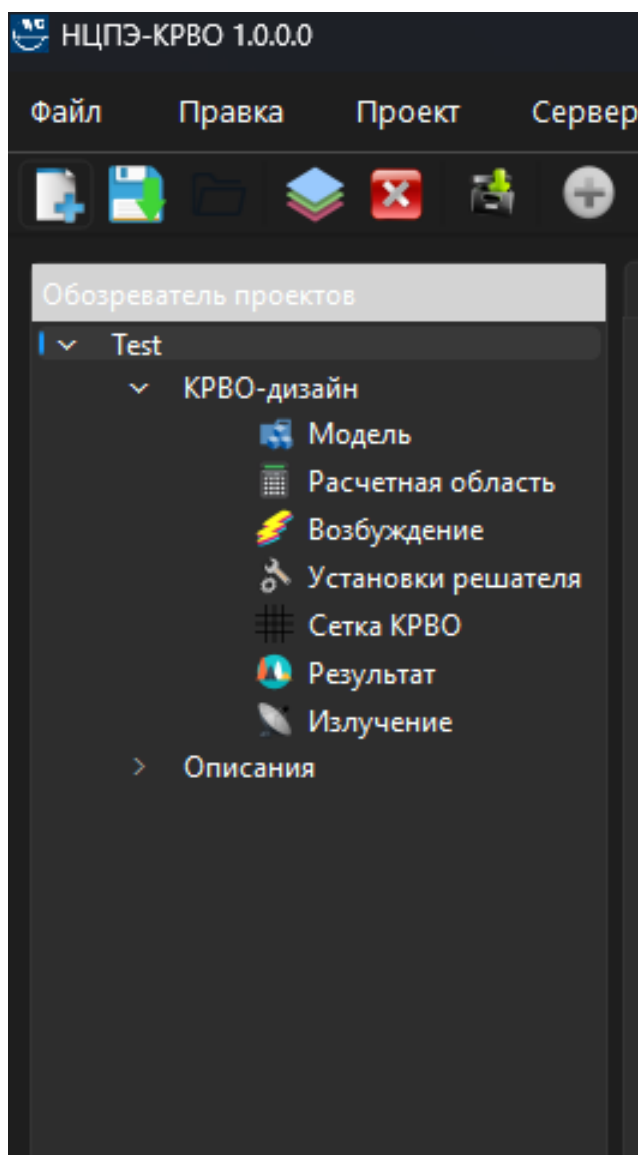
1. Создание нового проекта



После добавления «КРВО-дизайна» проект можно сохранить кнопкой «Сохранить проект» (или через меню «Файл» → «Сохранить как...»), задав имя, например «Test».

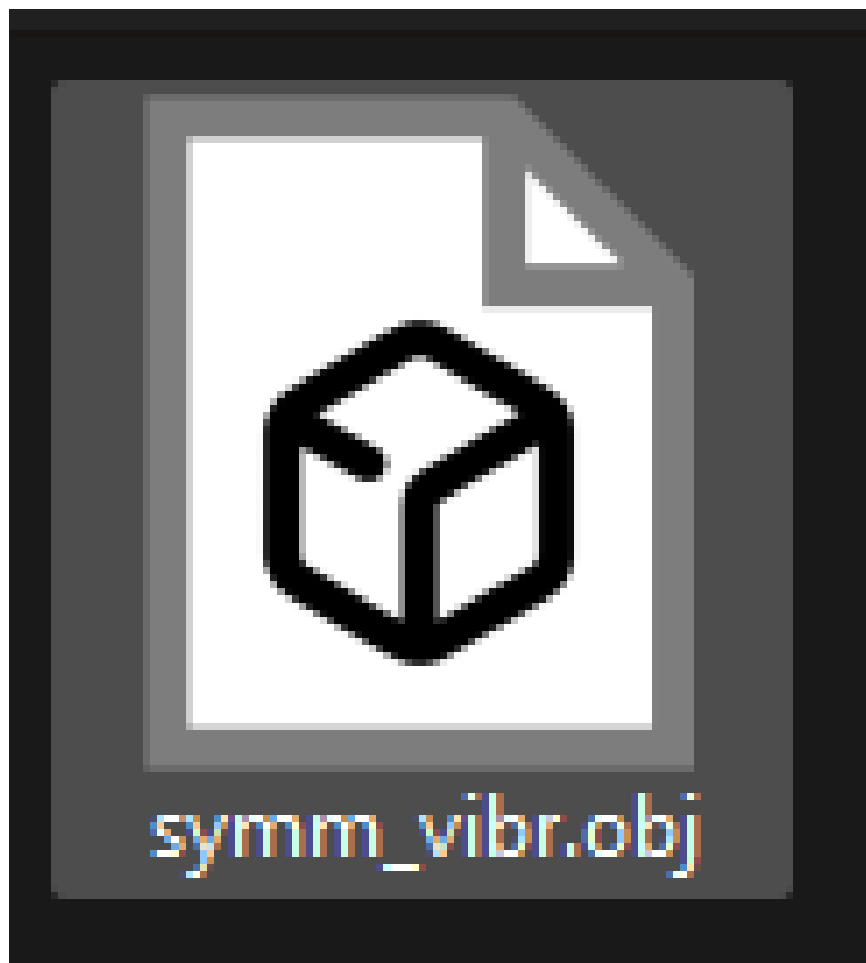
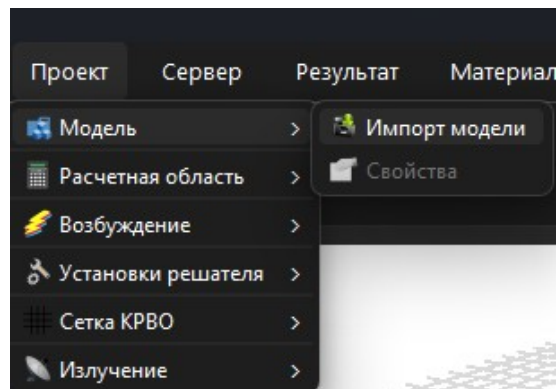


Закрыв проект и открыв его снова, можно убедиться в развертывании дерева проекта «Test».

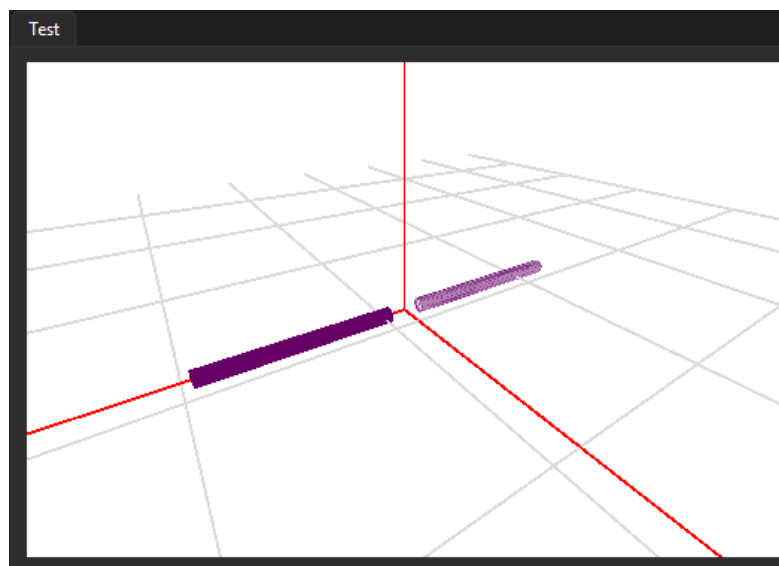


2. Загрузка модели из obj-файла в проект

1. В главном меню выбрать «Проект» → «Модель» → «Импорт модели» (здесь файл `symm_vibr.obj`).

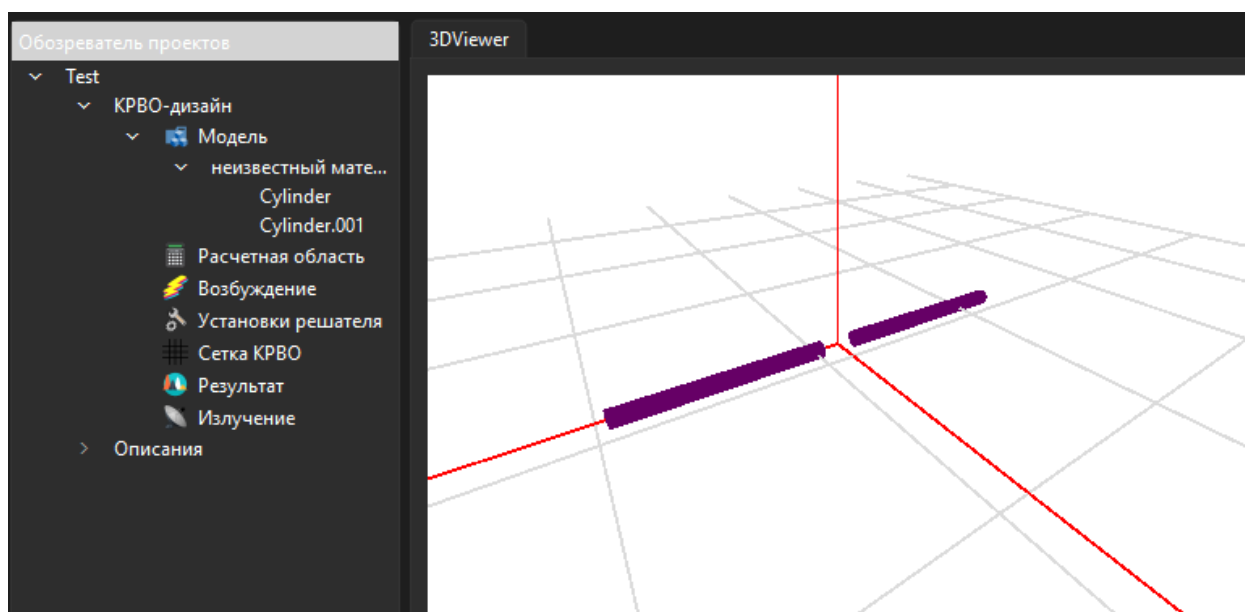


В окне просмотрщика 3DViewer появится модель



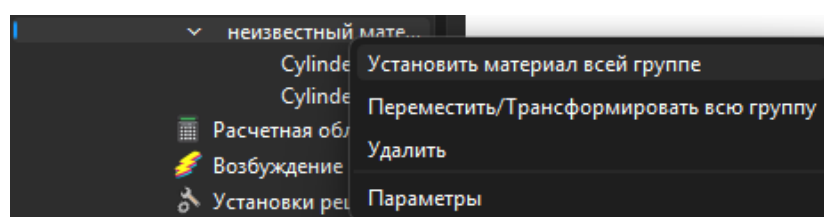
Способ 2: импорт модели можно также вызвать из контекстного меню пункта «Модель» (ПКМ). Дальнейшая последовательность действий аналогична указанной выше.

На данном этапе можно сохранить проект через меню «Сохранить как...». Закрыв проект и открыв его снова, можно убедиться в разворачивании в дереве проекта «Test» импортированной модели «неизвестный материал 1».

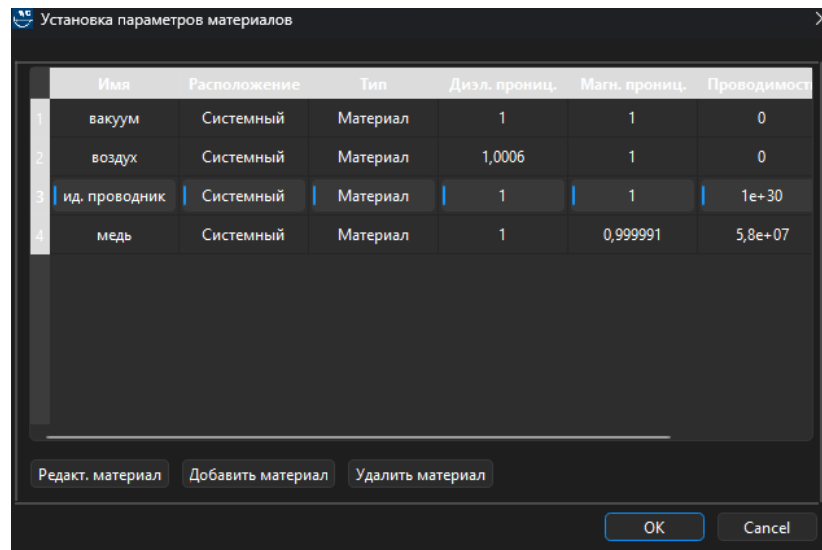


3. Присвоение электрических параметров материала объектам модели

1. На пункте дерева проекта «неизвестный материал 1» нажать ПКМ, выбрав пункт меню «Установить материал всей группе».

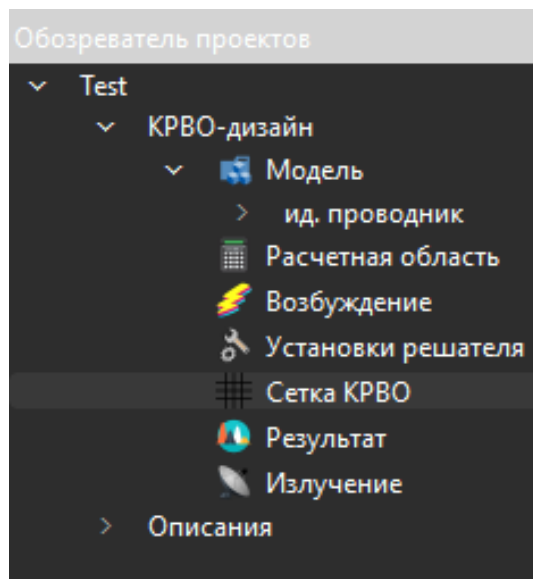


2. В диалоговом окне «Установка параметров материалов» выбрать «ид. проводник» (идеальный проводник) и нажать «ОК».



В этом же диалоговом окне можно добавить свой материал, или выбрать любой другой из имеющихся.

3. Убедиться, что пункт «неизвестный материал 1» поменял название на «ид. проводник».



4. При нажатии на пункт «ид. проводник» ЛКМ в окне свойств отобразятся параметры модели.

Имя	Знач.	Ед. измер.	Вычисл. знач.
Материал	'ид. проводник'	{eps[ед.],mu[ед.]}	{1.000000,1.000000,1e+30}
Отображение	☒		
Цвет		RGBA	{102,0,102,0.2}
Габариты	{XSize,YSize,ZSi...}	м	{0.04,1.10,0.04}
Центр	{X,Y,Z}	м	{0.00,0.00,0.00}
Число ...	triangles	ед.	128

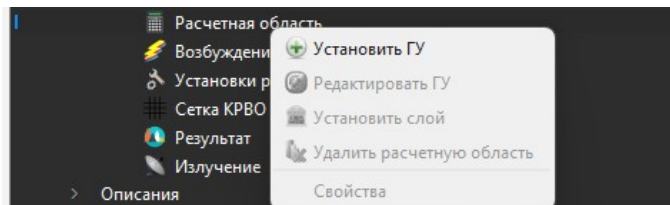
На данном этапе можно сохранить проект через меню «Сохранить как...». Закрыв проект и открыв его снова, можно убедиться в развертывании в дереве проекта «Test» импортированной модели «ид. проводник».

4. Постановка граничных условий модели

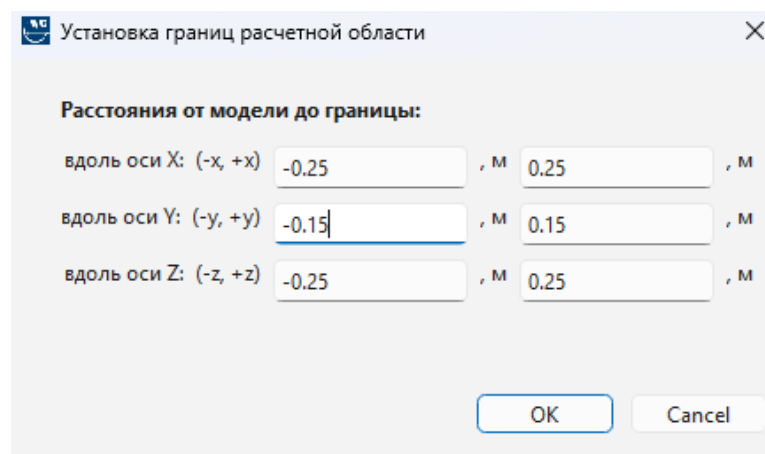
Предполагается, что модель вибратора излучает в свободном пространстве, поэтому в качестве граничных условий (ГУ) целесообразно применить идеально-согласованные слои (perfectly matched layers, PML). Они поглощают падающие на стенки расчетной области волны практически без отражений, имитируя работу антенны в открытом пространстве, но при этом модель остается ограниченной стенками расчетной области.

Для постановки ГУ «PML» следует:

1. Нажать ПКМ на пункте «Расчетная область» и выбрать «Установить ГУ».



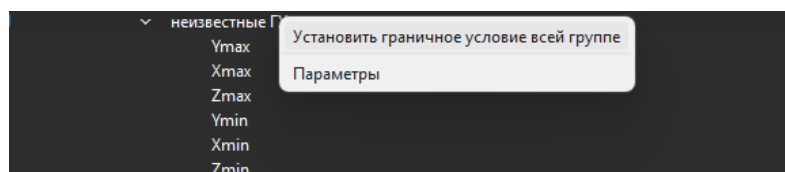
2. Установить расстояния от модели до границ расчётной области: вдоль оси X: -0,25...0,25, Y: -0,15...0,15, Z: -0,25...0,25. Нажать кнопку «ОК».



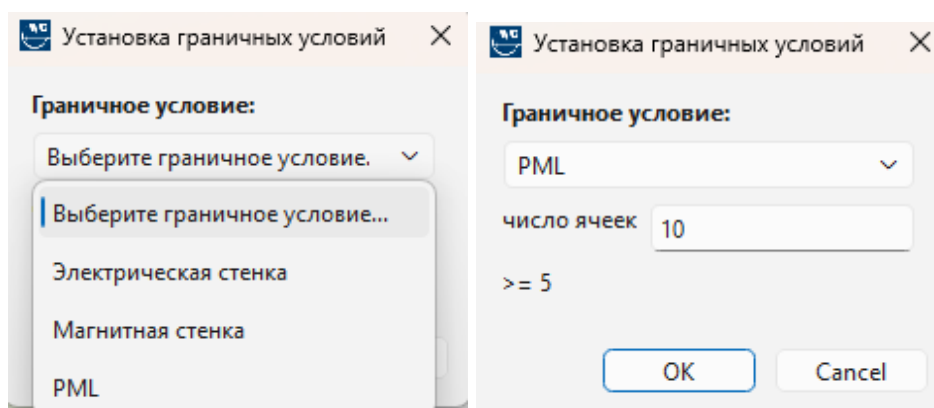
3. Проконтролировать появление стенок расчетной области в дереве проекта и на сцене просмотрщика 3DViewer.



4. Нажать ПКМ на пункт меню «неизвестные ГУ», выбрав ЛКМ «Установить граничное условие всей группе».



5. В открывшемся диалоговом окне «Установка граничных условий» выбрать пункт «PML», оставить толщину стенок в 10 ячеек, нажать «ОК».



6. Проконтролировать замену пункта дерева проекта «неизвестные ГУ» на «PML». В окне свойств проекта можно увидеть свойства данного ГУ.



Имя	Знач.	Ед. измер.	Вычисл. знач.
Гранич. условие	'PML'	ед.	6
Отображение	☒		
Габариты	{XSize,YSize,ZSi...	м	{0.54, 1.40, 0.54}
Центр	{X,Y,Z}	м	{0.00, 0.00, 0.00}

На данном этапе можно сохранить проект через меню «Сохранить как...». Закрыв проект и открыв его снова, можно убедиться в разворачивании в дереве проекта «Test» граничных условий типа «PML».

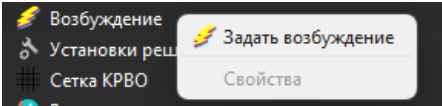
5. Формирование модели возбуждения

Предполагается, что модель вибратора питается симметричной линией передачи без потерь. Линия имеет волновое сопротивление 50 Ом, без сдвига

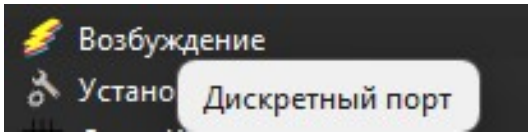
по фазе питающего тока. Линия имеет электрический контакт с поверхностью вибратора: одним концом – к одному плечу, другим – к другому.

Для создания модели возбуждения необходимо проделать следующее.

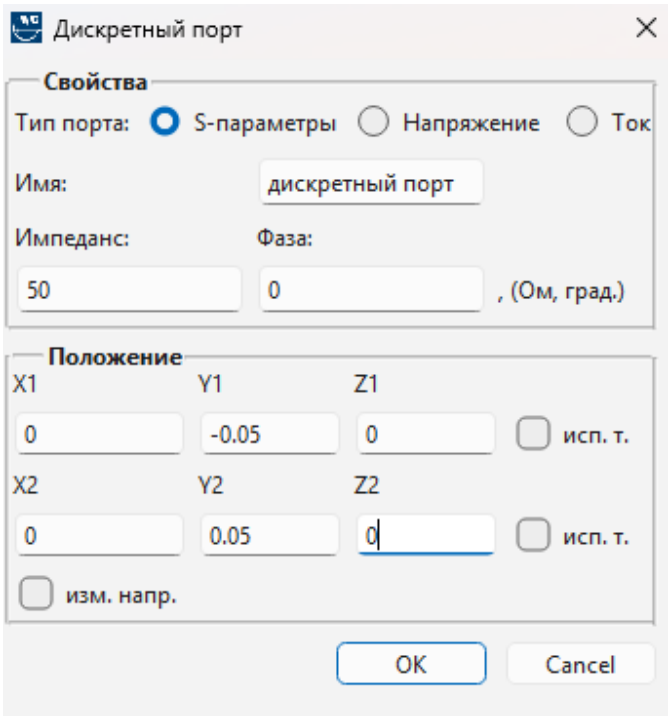
1. Нажать ПКМ на пункте «Возбуждение» и выбрать «Задать возбуждение».



2. Выбрать пункт «Дискретный порт».



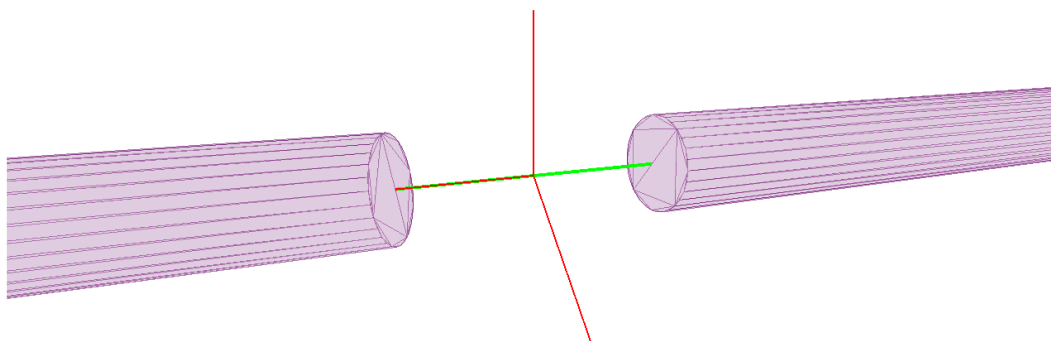
3. Установить «S-параметры», импеданс – 50, фаза – 0. В разделе «Положение» установить значения в м, показанные на рисунке, так как вибратор расположен вдоль оси Y и ширина зазора вибратора – 10 см.



4. Щелкнув ЛКМ по появившемуся пункту дерева «дискретный порт 1» убедиться в наличии параметров порта в окне свойств проекта.

Имя	Знач.	Ед. измер.	Вычисл. знач.
Имя	дискретный ...		
Тип	'S-parameters'		
Импеданс	{ro, phase}	Ом, град.	{50, 0}
Длины ...	{XSize,YSize,ZSi...	м	{0.00, 0.10, 0.00}
Центр	{X,Y,Z}	м	{0.0000, 0.0000, 0.0000}

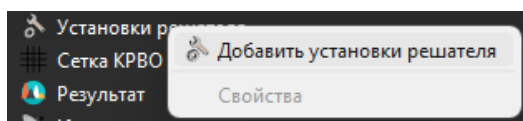
5. Увеличив модель вибратора в области зазора, убедиться, что зеленая линия порта имеет гальванический контакт с внутренними торцами плеч.



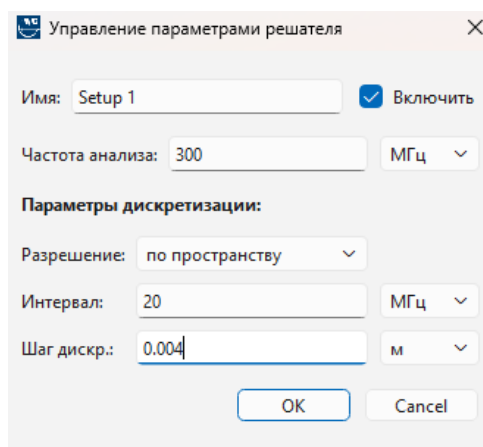
На данном этапе можно сохранить проект через меню «Сохранить как...». Закрыв проект и открыв его снова, можно убедиться в развертывании в дереве проекта «Test» модели возбуждения типа «дискретный порт» и всех остальных сформированных до этого этапа пунктов проекта.

6. Установка параметров КРВО-решателя

1. Нажать ПКМ на пункте «Установки решателя» и выбрать «Добавить установки решателя».



2. В появившемся диалоговом окне «Управление параметрами решателя» установить частоту анализа 300 МГц («МГц» выбрать в правом чекбоксе поля). Для простоты установки параметров целесообразно в поле «Параметры дискретизации» выбрать пункт «по пространству». В поле «интервал» установить интервал между гармониками спектра (плотность) 20 МГц, размер ячейки – 0,004 м. Нажать кнопку «ОК».



Далее проконтролировать появление в дереве проекта пункта «Setup 1», в окне свойств проекта – параметры дискретизации модели.

Имя	Знач.	Ед. измер.	Вычисл. знач.
Установка ...	'Setup 1'		
Использование	☒		
Опорная ...	'fc'	Гц	3e+08
Интервал меж...	'df'	Гц	2e+07
Частота ...	'fs'	Гц	1.29814e+11
Шаг сетки	'delta'	м	0.004
Шаг по времени	'dt'	с	7.70333e-12
Число ...	'Nstep'	ед.	6480

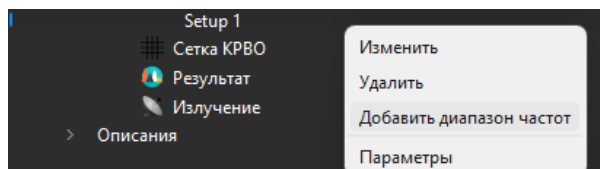
На данном этапе можно сохранить проект через меню «Сохранить как...». Закрыв проект и открыв его снова, можно убедиться в развертывании в дереве проекта «Test» установок решателя «Setup 1» и всех остальных сформированных до этого этапа пунктов проекта.

7. Установка качания частоты модели возбуждения

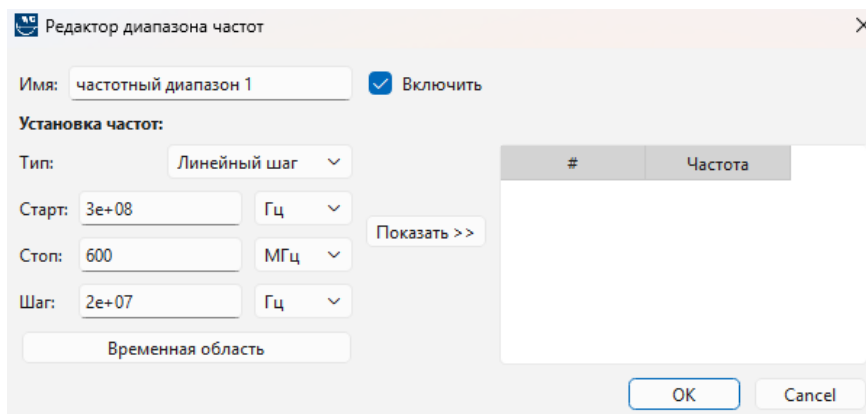
Качание частоты генератора, подключенного в виде дискретного порта в зазор антенны, требуется для вывода графика входного сопротивления или характеристик направленности излучателя для различных частот.

Для установки качания частоты необходимо проделать следующее.

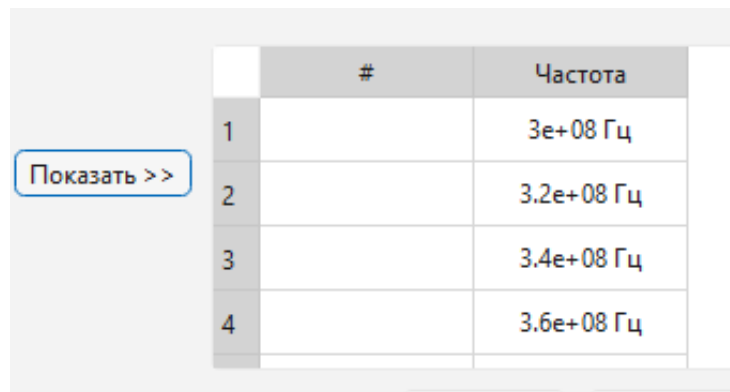
1. ПКМ выбрать пункт в дереве проекта «Setup 1», пункт контекстного меню «Добавить диапазон частот».



2. В появившемся диалоговом окне «Редактор диапазона частот» установить в поле «Установка частот»-> «Стоп» значение 600 МГц.

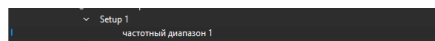


3. Нажав на кнопку «Показать» убедиться в построении шкалы частот, нажать кнопку «ОК».



	#	Частота
1		3e+08 Гц
2		3.2e+08 Гц
3		3.4e+08 Гц
4		3.6e+08 Гц

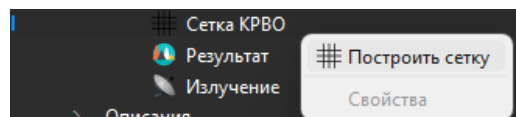
4. В дереве проекта в пункте «Setup 1» должен появиться дочерний пункт «частотный диапазон 1».



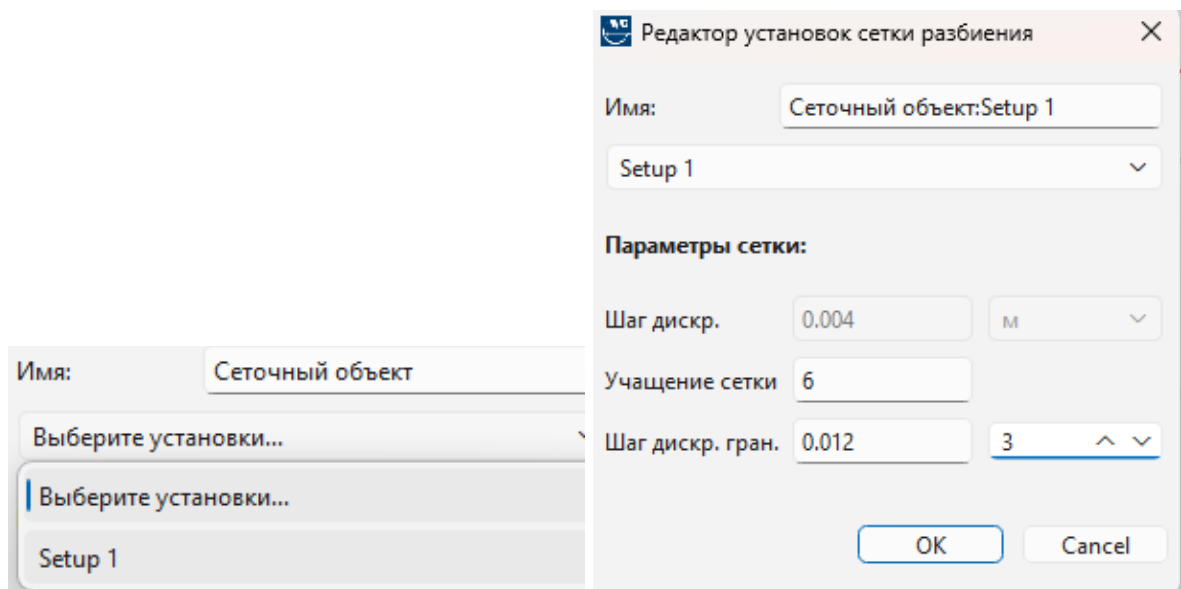
На данном этапе можно сохранить проект через меню «Сохранить как...». Закрыв проект и открыв его снова, можно убедиться в разворачивании в дереве проекта «Test» установок решателя «Setup 1», его дочернего пункта «частотный диапазон 1» и всех остальных сформированных до этого этапа пунктов дерева проекта.

8. Построение КРВО-сетки модели

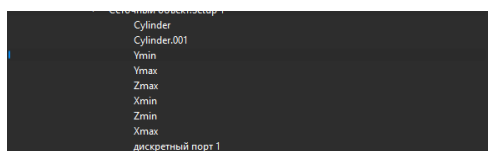
1. Нажать ПКМ на пункте «Сетка КРВО» и выбрать «Построить сетку».



2. В диалоговом окне «Редактор установок сетки разбиения» выбрать набор установок «Setup 1». Установить «Учащение сетки» = 6, а «Шаг дискр. гран.» = 0,012 (счётчик 3). Нажать «ОК». Примечание: значение «Шаг дискр. гран.» = 0,012 м (втрое крупнее базового 0,004 м) выбрано для того, чтобы демонстрационный расчёт уместился в оперативную память рабочей станции; при более мелком значении объём требуемой памяти резко возрастает. Параметр «Учащение сетки» на объём памяти влияет слабо.

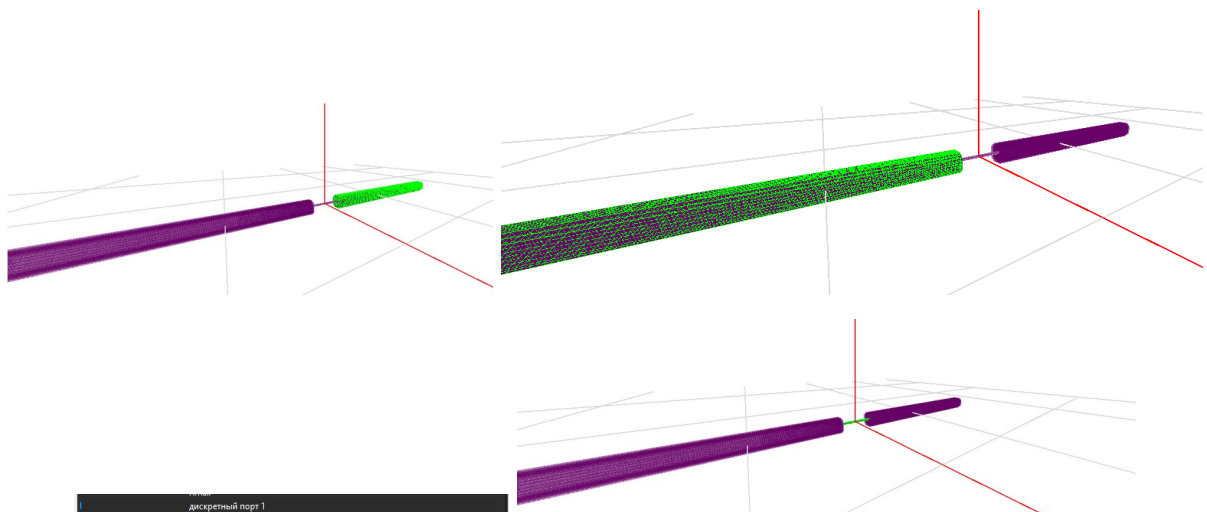


3. Убедиться, что в дереве проекта в пункте «Сетка КРВО» появился дочерний пункт «Сеточный объект: Setup 1». Каждому набору установок решателя ассоциирована своя сетка разбиения.



4. Попеременно переключая в дереве дискретности частей модели, визуально (в просмотрщике 3DViewer, установив камеру соответствующим образом) наблюдать построенную сетку, совмещенную с той или иной частью модели.

Имя	Знач.	Ед. измер.	Вычисл. знач.
Имя	Ymin		
Тип	граница		
Отображение	☐		
ID элемента	'id'		(3c4b89c1-069f-4e0a-94e5-79640302a824)
Число кубов ...	'Ncubes'	ед.	18225
Наличие выч. ...	нет		



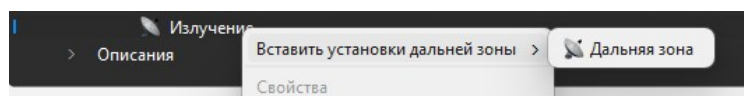
На данном этапе можно сохранить проект через меню «Сохранить как...». Закрыв проект и открыв его снова, можно убедиться в развертывании в дереве

проекта «Test» сетки разбиения «Сеточный объект:Setup 1», и его дочерних пунктов, а также всех остальных сформированных до этого этапа пунктов дерева проекта.

9. Установка параметров дальней зоны

Данный этап необходим, если потребуется помимо входных параметров рассчитанной модели получить параметры ее излучения. При игнорировании данного пункта построить диаграммы направленности после получения расчетов от сервера будет нельзя.

1. ПКМ в пункте дерева проекта «Излучение» выбрать пункт контекстного меню «Вставить установки дальней зоны» -> «Дальняя зона».



2. В появившемся диалоговом окне «Установка параметров дальней зоны» в полях «Фи» и «Тетта» в поле «Шаг» выставить желаемый угловой шаг сетки дальней зоны. В текущем примере в полях «Шаг» выставить 2 градуса. Нажать кнопку «ОК».

Имя	
Дальняя зона 1	

Фи	
Старт	0 град.
Стоп	360 град.
Шаг	2 град.

Тетта	
Старт	0 град.
Стоп	180 град.
Шаг	2 град.

OK Cancel

3. Убедиться в том, что в пункте дерева проекта «Излучение» появился дочерний пункт «Дальняя зона 1».

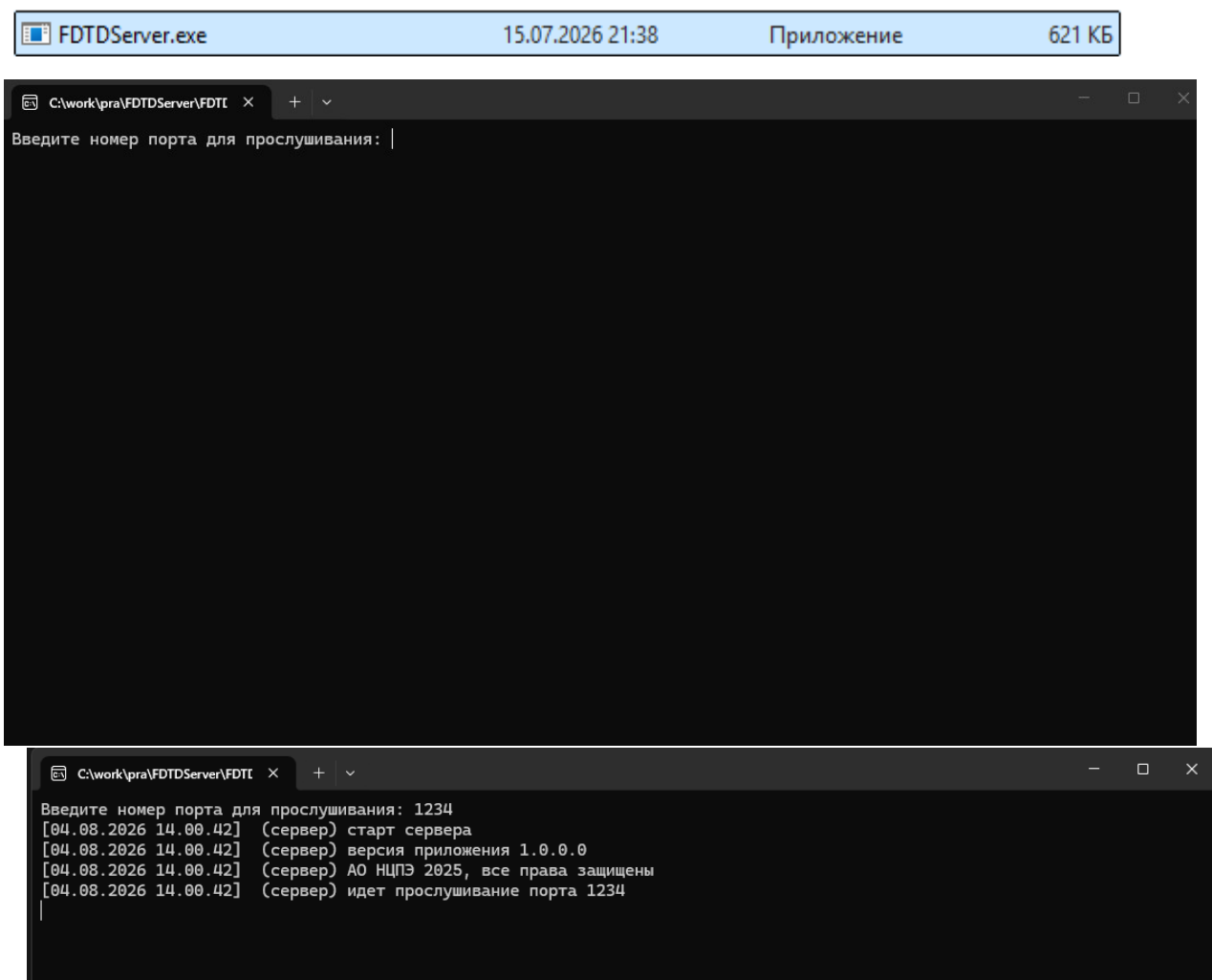


На данном этапе можно сохранить проект через меню «Сохранить как...». Закрыв проект и открыв его снова, можно убедиться в развертывании в дереве проекта «Test» параметров дальней зоны «Излучение», и его дочернего пункта «Дальняя зона 1», а также всех остальных сформированных до этого этапа пунктов дерева проекта.

Подготовка исходных данных для передачи серверу окончена!

10. Запуск сервера

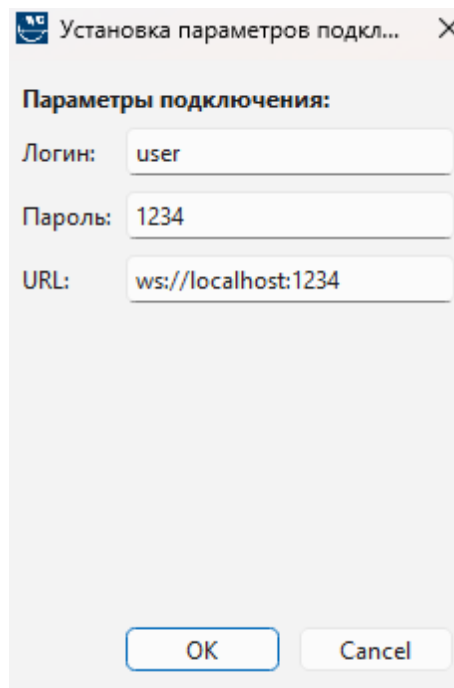
1. Запустить сервер с правами администратора.



В последующих версиях серверного приложения пользователю будет дана возможность выбора номера порта для запуска сразу нескольких серверных приложений на одной ЭВМ.

11. Отправка данных на сервер из клиентского приложения

1. В пункте главного меню клиентского приложения «Сервер» выбрать пункт «Подключить».



2. В диалоговом окне «Установка параметров подключения» указать «Логин» – user, «Пароль» – 1234, «URL» – ws://localhost:1234 (где 1234 – номер порта подключения). Нажать «OK» и убедиться в командном окне в наличии строк:

[server] соединение установлено. Ваш ID [...].

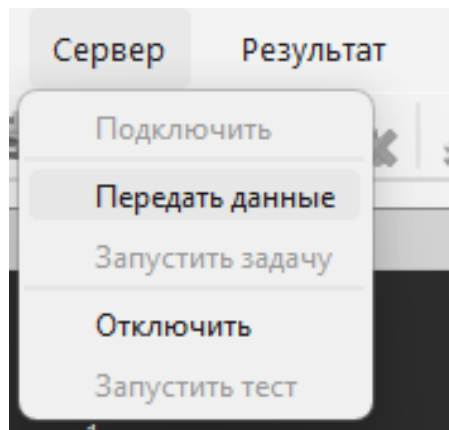
сервер подключен

```
> [server] соединение установлено. Ваш ID [dAdMuBn7qJce]
> сервер подключен
>
```

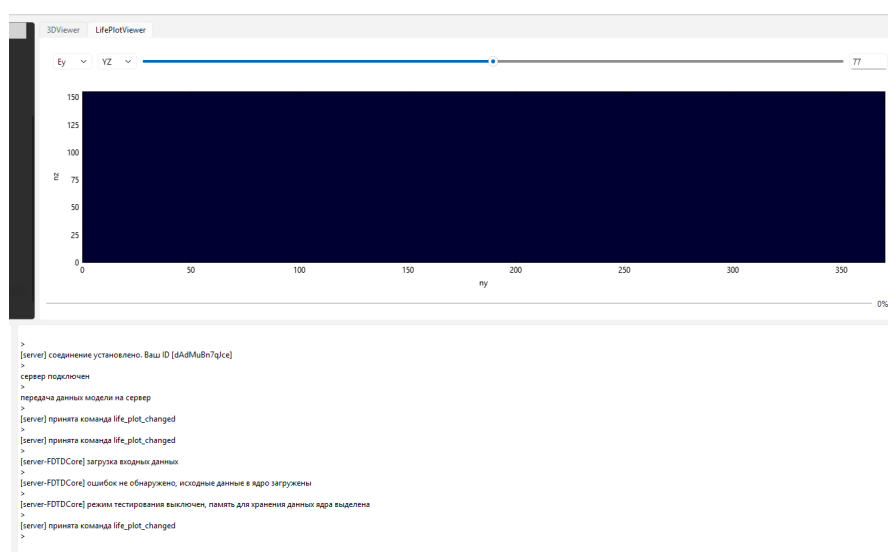
3. В окне серверного приложения отследить наличие строк, характеризующих завершение процесса подключения клиента.

```
Введите номер порта для прослушивания: 1234
[04.08.2026 14.36.32] (сервер) старт сервера
[04.08.2026 14.36.32] (сервер) версия приложения 1.0.0.0
[04.08.2026 14.36.32] (сервер) АО НЦПЭ 2025, все права защищены
[04.08.2026 14.36.32] (сервер) идет прослушивание порта 1234
[04.08.2026 14.36.52] (сервер) новый сеанс подключения [dAdMuBn7qJce]
[04.08.2026 14.36.52] (сервер) Адрес ::ffff:127.0.0.1 Имя Порт 62775
[04.08.2026 14.36.52] (сервер) прием сообщения [dAdMuBn7qJce]
[04.08.2026 14.36.52] (сервер) декодирование сообщения [dAdMuBn7qJce]
[04.08.2026 14.36.52] (сервер) клиент [user] подключен
[04.08.2026 14.36.52] (сервер) клиент [user] = [dAdMuBn7qJce]
```

4. В главном меню клиентского приложения «Сервер» выбрать пункт меню «Передать данные».



5. Убедиться в автоматическом появлении окна просмотрщика LifePlotViewer.



6. Убедиться в командном окне клиентского приложения строк, сигнализирующих об успешности загрузки исходных данных модели на сервер.

12. Запуск серверного приложения на расчет

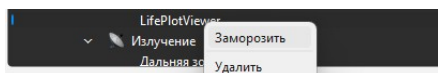
1. В пункте главного меню клиентского приложения «Сервер» выбрать пункт «Запустить задачу».

```
[04.08.2026 15:04:56] [сервер] поступила команда от клиента [0b0f0b0e9d9d] [runTask]
```

2. Отслеживать модификацию изображения среза поля, отображаемого просмотрщиком LifePlotViewer, заполнение прогресс-бара и смену номеров шагов в командном окне клиентского приложения.

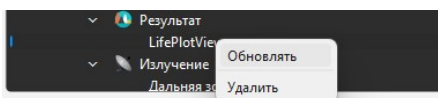
Resource	Usage	Memory	Speed	Bandwidth
FDTD Core Server	8,2%	3 964,0 МБ	0 МБ/с	0 Мбит/с
FDTD Model Editor	0%	2 820,3 МБ	0 МБ/с	0 Мбит/с

3. В целях заморозки передачи данных «живого графика» и уменьшения нагрузки на сервер можно выбрать в пункте дерева проекта «Результат», дочернем пункте «LifePlotViewer» в контекстном меню пункт «Заморозить».



Как правило, данное действие позволяет уменьшить объем занимаемой задачей оперативной памяти сервера и несколько ускорить процесс счета.

При необходимости включить отслеживание «живого графика» в том же пункте меню выбрать пункт «Обновлять». Пункты меняют друг-друга.



13. Завершение обслуживания клиента серверным приложением

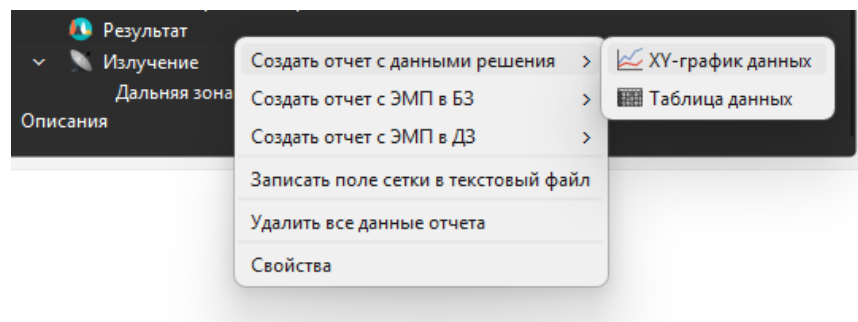
Главным признаком завершения обслуживания клиента серверным приложением является появление в командном окне строк об окончании расчёта во временной области, быстром преобразовании Фурье токов и напряжений портов и поверхностных полей, формировании данных полей объектов модели, а также об освобождении ресурса клиента и автоматическом разрыве соединения с сервером («расчёт ЭМП во временной области завершён», «работа окончена. Число временных шагов: 6480», «ресурс клиента [...] освобождён», «соединение с сервером разорвано»).

Обязателен автоматический разрыв соединения с сервером.

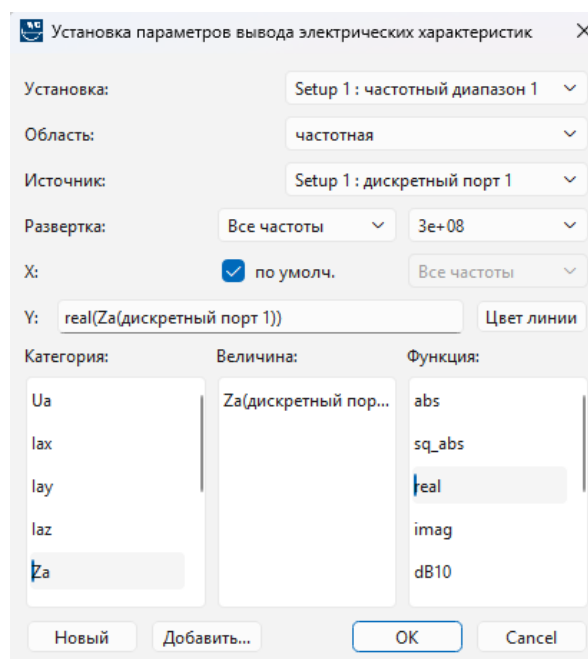
ВАЖНО! Пока серверное приложение полностью не обслужит клиентское, никаких результатов (графиков, диаграмм) получено быть не может!

14. Построение графика входного сопротивления (действительной и мнимой частей) на одном полотне

1. Нажать ПКМ на пункте «Результат» и выбрать «Создать отчет с данными решения» → «XY-график данных».



2. В диалоговом окне «Установка параметров вывода электрических характеристик» выбрать «Установка» – Setup 1 : частотный диапазон 1; «Источник» – Setup 1 : дискретный порт 1; «Категория» – Za; «Функция» – real. Нажать кнопку «Новый».



3. Убедиться в появлении в дереве проекта нового пункта «XY-график 1»



4. Не закрывая диалогового окна, выбрать в таблице «Функция» функцию второго графика (imag).

Категория:	Величина:	Функция:
Ua	Za(дискретный пор...	abs
Iax		sq_abs
Iay		real
Iaz		imag

5. Нажать кнопку «Добавить» и «Ok».

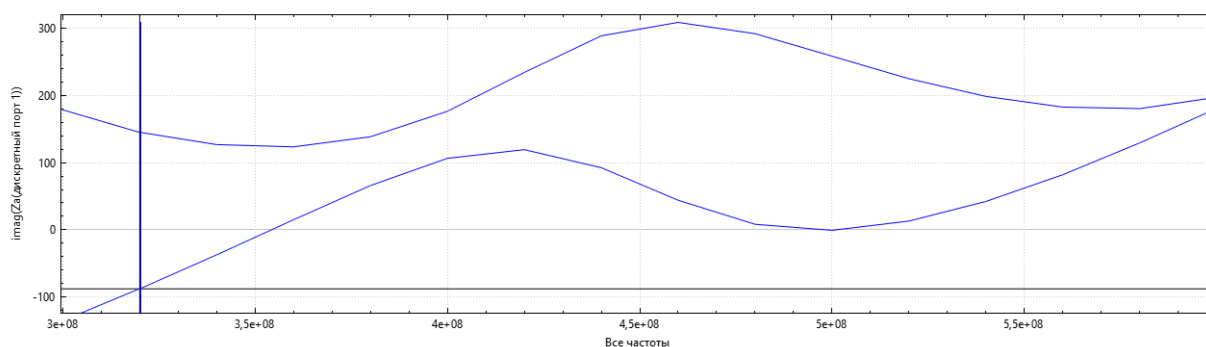
Добавить...

OK

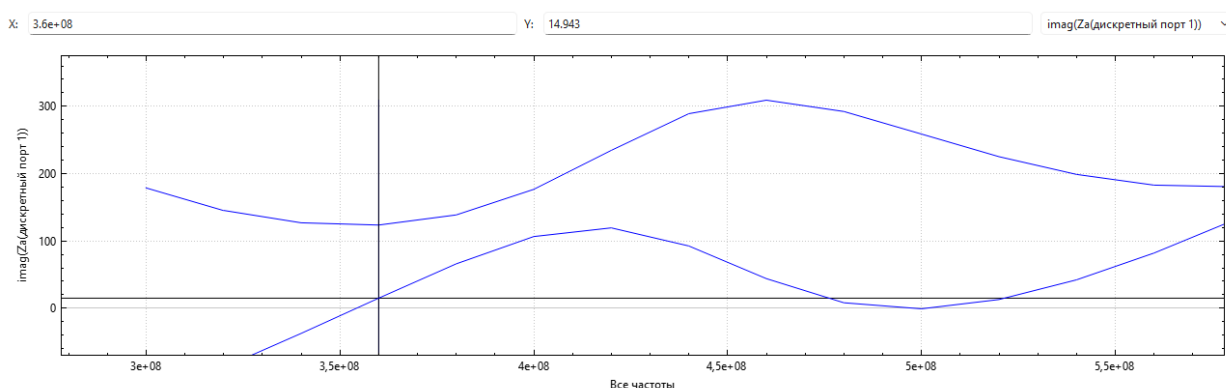
6. Нажать в дереве проекта пункт сформированного графика «XY-график 1».



7. Убедиться в наличии двух кривых входного сопротивления (real и imag).



8. Переключаясь между графиками (график 1 и график 2), нажимая ЛКМ на графике (перемещая трассировщик) считывать данные в текстовых окнах «X:» и «Y:». Трассировщик привязывается к частотам.



Для сохранения проекта вместе с сформированным графиком, выбрать пункт меню «Сохранить как...», папку сохранения.

Для того, чтобы убедиться в сохранности графика, закрыть проект и загрузить его снова, дождавшись появления в дереве проекта пункта сформированного графика «XY-график 1» (после построения сетки).

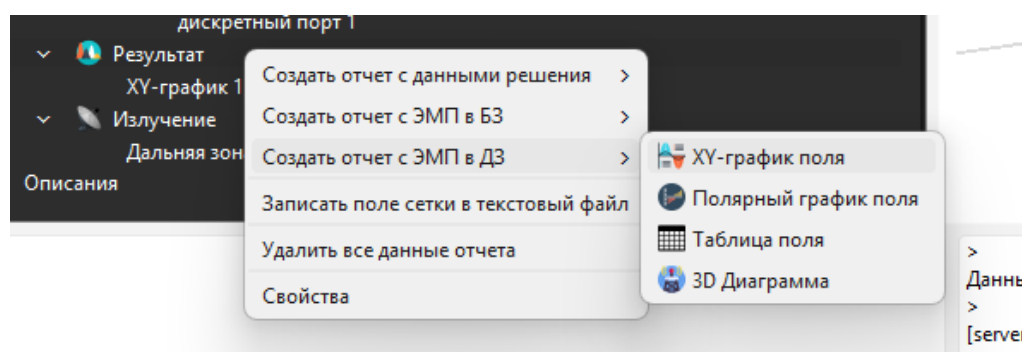
Убедившись, что данные поля порта и данные полей объектов проекта также считаны из файлов проекта, можно приступить к заказу и построению других графиков.

Для их сохранения и последующего развертывания, необходимо сохранить проект (через меню «Сохранить как...»).

15. Построение графика характеристики направленности

Способ 1: построить график в декартовой системе координат.

1. Нажать ПКМ на пункте «Результат» и выбрать «Создать отчет с ЭМП в ДЗ» → «ХУ-график поля».



2. В диалоговом окне «Установка параметров вывода поля излучения» выбрать «Установка» – Setup 1 : частотный диапазон 1; «Развертка» → «Выбор частоты» – $3e+08$ (300 МГц); в разделе «Х» – «Фи», угол среза «Тетта = 90»; «Категория» – Etotat; «Функция» – real; установить флажок «поле на границах расчётной области». Нажать «Новый», затем «ОК».

Примечание: в версии 1.0.0.0 функция «mag» из прежних версий соответствует функции «real» для суммарного поля Etotat (величина Etotat уже является модулем поля) и функции «abs» для отдельных компонент (Ephi, Etheta). Флажок «поле на границах расчётной области» существенно влияет на результат: при его установке в выражении появляется признак «bound», и дальняя зона строится по полю на охватывающих границах расчётной области.

Установка параметров вывода поля излучения

Установка: Setup 1 : частотный диапазон 1

Область: частотная

Геометрия: Setup 1 : дискретный порт 1

Развертка: Выбор частоты 3e+08

X: Фи ☒ по умолч. Тетта = 90

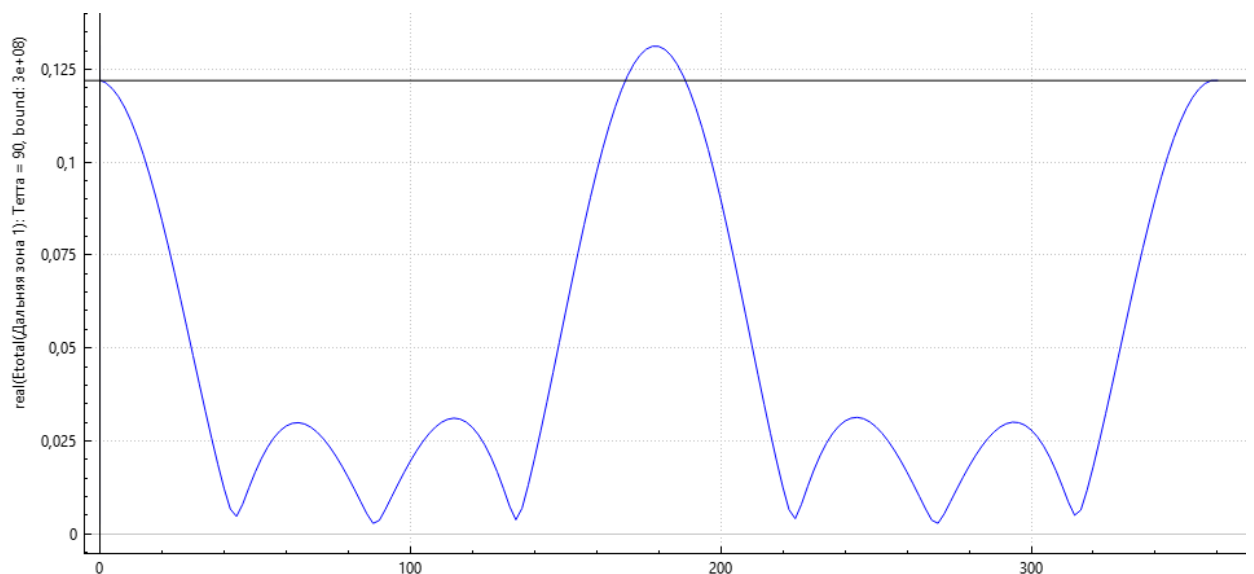
Y: $\text{il}(\text{Etotal}(\text{Дальняя зона 1}); \text{Тетта} = 90, \text{bound: } 3\text{e}+08)$ Цвет линии

☒ поле на границах расчетной области

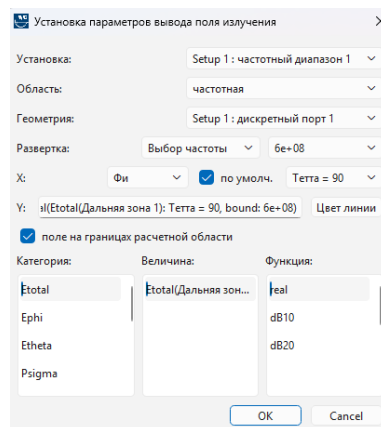
Категория:	Величина:	Функция:
Etotal	Etotal(Дальняя зон...	real
Ephi		dB10
Etheta		dB20
Psigma		

OK Cancel

3. Дождаться построения поля дальней зоны на частоте 300 МГц; в пункте «Результат» появится «XY-график поля». Выбрав его, в окне просмотрщика XYPlotViewer получить угловое распределение поля.

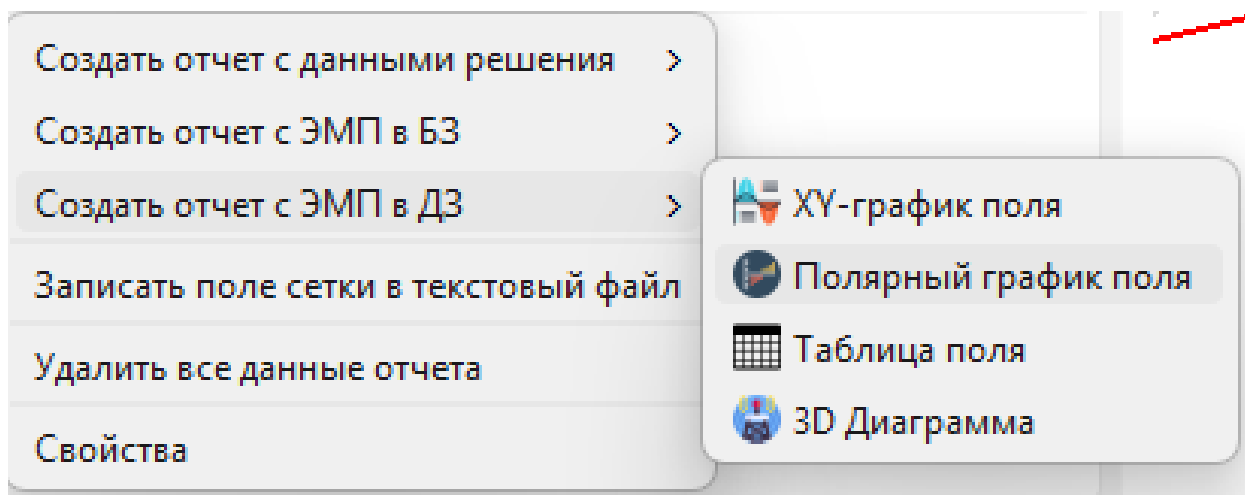


4. Для получения поля на другой частоте повторить шаги 1–2, выбрав в поле «Развертка» частоту 600 МГц (6e+08).



Способ 2: построить график в полярной системе координат.

1. Нажать ПКМ на пункте «Результат» и выбрать «Создать отчет с ЭМП в ДЗ» → «Полярный график поля».



2. Задать те же параметры (E_{total} , real, «Тетта = 90», флажок «поле на границах расчётной области», частота 300 или 600 МГц) и нажать «Новый», затем «ОК».

Установка параметров вывода поля излучения

Установка: Setup 1 : частотный диапазон 1

Область: частотная

Геометрия: Setup 1 : дискретный порт 1

Развертка: Выбор частоты 3e+08

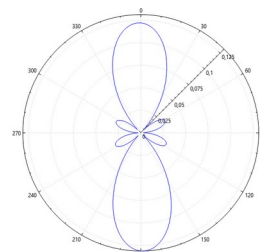
X: Фи ☒ по умолч. Тетта = 90

Y: $\text{a}((\text{Etotal}(\text{Дальняя зона 1}); \text{Тетта} = 90, \text{bound: } 3e+08))$ Цвет линии

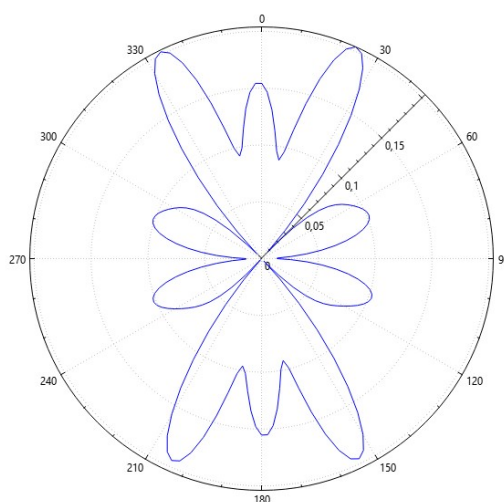
☒ поле на границах расчетной области

Категория:	Величина:	Функция:
Etotal	Etotal(Дальняя зон...	real
Ephi		dB10
Etheta		dB20
Psigma		

OK Cancel



3. По окончании расчёта поля дальней зоны в пункте «Результат» появится «Полярный график 4»; при выборе другой частоты (например, 600 МГц) появится «Полярный график 5».



4. Выбрав в дереве один из построенных пунктов, в окне просмотрщика XYPlotViewer получить диаграмму направленности в полярных координатах для частоты 300 МГц (график слева) или 600 МГц (график справа).

Поскольку общая длина симметричного вибратора равна 1 м, он является волновым на частоте 300 МГц и двухволновым на частоте 600 МГц. Угловые распределения поля в ДЗ полностью согласуются с общепринятой теорией.