УТВЕРЖДЕНО

643.ТЦВД.00015-01 34 01-ЛУ

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ «Синапсис-МТМ»

РУКОВОДСТВО ОПЕРАТОРА

643.ТЦВД.00015-01 34 01

Листов 20

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

2020

АННОТАЦИЯ

В данном документе приведено руководство оператора по применению и эксплуатации программного изделия (обеспечения) «Синапсис-МТМ», предназначенного для расчета многоточечных моделей объектов локации (как объектов антропогенной природы, так и подстилающих поверхностей), на основе их полигональных моделей с заданными радиофизическими свойствами.

В разделе «Назначение программы» указаны сведения о назначении программы и информация, достаточная для понимания функций программы и ее эксплуатации.

В разделе «Условия выполнения программы» указаны условия, необходимые для выполнения программы (минимальный состав аппаратных и программных средств и т.п.).

В разделе «Выполнение программы» указана последовательность действий оператора, обеспечивающих загрузку, запуск, выполнение и завершение программы.

Оформление программного документа «Руководство оператора» произведено по требованиям ЕСПД (ГОСТ 19.101-77[1)], ГОСТ 19.103-77[2)], ГОСТ 19.104-78[3)], ГОСТ 19.105-78[4)], ГОСТ 19.106-78[5)], ГОСТ 19.505-79[6)], ГОСТ 19.604-78[7)]).

[1)] ГОСТ 19.101-77 ЕСПД. Виды программ и программных документов

[2)] ГОСТ 19.103-77 ЕСПД. Обозначение программ и программных документов

[3)] ГОСТ 19.104-78 ЕСПД. Основные надписи

[4)] ГОСТ 19.105-78 ЕСПД. Общие требования к программным документам

[5)] ГОСТ 19.106-78 ЕСПД. Общие требования к программным документам, выполненным печатным способом

[6)] ГОСТ 19.505-79 ЕСПД. Руководство оператора. Требования к содержанию и оформлению

[7)] ГОСТ 19.604-78 ЕСПД. Правила внесения изменений в программные документы, выполненные печатным способом

СОДЕРЖАНИЕ

1. Назначение программы 4
1.1 Функциональное назначение программы 4
1.2 Эксплуатационное назначение программы 4
1.3 Функциональные возможности программы 4
1.3.1 Состав входных данных 5
1.3.2 Состав выходных данных 5
2. Условия выполнения программы 6
2.1 Минимальный состав аппаратных средств 6
2.2 Требования к операционной системе 6
2.3 Минимальный состав программных средств 6
2.4 Требования к персоналу (пользователю) 7
3. Выполнение программы 7
3.1 Способы поставки дистрибутива программы 7
3.2 Установка программы на ПЭВМ 7
3.3 Настройка программы 10
3.4 Запуск программы 10
3.5 Выполнение программы 10
3.6 Завершение работы программы 11
3.7 Удаление программы 11
4. Сообщения оператору 12
Приложение А. Многоточечная модель объекта 13
Приложение Б. Протокол взаимодействия 15
Лист регистрации изменений 20

1. Назначение программы

1.1 Функциональное назначение программы

ПрЭВМ «Синапсис-МТМ» позволяет формировать многоточечную модель (МТМ) объекта локации (как антропогенной природы, так и подстилающей поверхности), на основе его полигональной модели с заданными радиофизическими свойствами или известными регрессионными зависимостями характеристик рассеяния элементов. Описание МТМ представлено в Приложении А.

Многоточечная модель, создаваемая посредством ПрЭВМ «Синапсис-МТМ», формируется с учетом заданных параметров зондирующего электромагнитного поля (длина волны, вид поляризации) и детализации МТМ (число элементов и шаг построения ДОР (диаграмма обратного рассеивания) элементов).

Расчет ДОР элементов многоточечной модели в ПрЭВМ «Синапсис-МТМ» основывается на теории физического оптики. При этом, расчет компонент рассеянного электромагнитного поля в ПрЭВМ «Синапсис-МТМ» реализован в отдельном модуле (динамической библиотеке), что позволяет наращивать возможности программного обеспечения, в части точности моделирования рассеянного электромагнитного поля (вклад от острых кромок элементов сцены (физическая теория дифракции) и вклад при многократных переотражениях электромагнитных волн между элементами сцены), без изменения его архитектуры.

1.2 Эксплуатационное назначение программы

Программа предназначена для эксплуатирования в профильных подразделениях или организациях, занимающихся созданием или исследованием имитаторов отражённого радиолокационного сигнала от моделируемых объектов фоноцелевой обстановки.

Программа может эксплуатироваться (как модуль расширения ПрЭВМ «СинФорМат») в составе стендов и тренажерных комплексов, функционирующих на базе ПрЭВМ «Синапсис».

1.3 Функциональные возможности программы

Программа «Синапсис-МТМ» позволяет:

- производить расчёт МТМ на основе полигональных триангуляционных сеток трёхмерных моделей с заданными электрофизическими параметрами или известными регрессионными зависимостями характеристик рассеяния ее элементов;

- проводить расчёт МТМ объекта локации с учетом вклада в общее рассеянное поле от гладких элементов радиолокационной сцены (тория физической оптики). При этом, в архитектуре программного продукта учтена возможность расширения функционала расчета рассеянного электромагнитного поля, путем добавления компоненты поля, соответствующей вкладу от острых кромок элементов сцены (физическая теория дифракции) и компоненты поля, соответствующей рассеянию при многократных переотражениях электромагнитных волн между элементами сцены;
- проводить расчёт МТМ для требуемого значения длинны волны и поляризации зондирующего поля (в случае наличия элементов полигональных моделей с заданными регрессионными зависимостями характеристик рассеяния, данные зависимости должны соответствовать заданному значению длинны волны и поляризации);
- проводить расчёт МТМ с требуемой детализацией (число элементов и шаг построения ДОР элементов).

1.3.1 Состав входных данных

В качестве входных параметров для расчётов ПрЭВМ «Синапсис-МТМ» использует следующие данные (Приложение Б):

- трехмерная геометрическая модель радиофизической сцены, состоящая из полигональных моделей подстилающих поверхностей и полигональных моделей объектов антропогенной природы. Каждый треугольник данных моделей обладает заданными радиофизическими характеристиками, а именно относительная диэлектрическая и магнитная проницаемость материала, удельная проводимость материала или регрессионная зависимость характеристик рассеяния от угла места визирования;
- информация о характеристиках зондирующего поля (длина волны, вид поляризации);
- информация о детализации МТМ (число элементов и шаг построения ДОР элементов).

1.3.2 Состав выходных данных

Выходными данными являются сформированные (для заданной радиофизической сцены, параметров зондирующего электромагнитного поля и детализации МТМ) элементы (элементарные отражатели) многоточечной модели с рассчитанными диаграммами

обратного рассеяния и пространственными координатами. Описание выходных данных многоточечной модели приведено в Приложении Б.

2. Условия выполнения программы

2.1 Минимальный состав аппаратных средств

В состав технических средств для работы ПрЭВМ «Синапсис-МТМ» должна входить ПЭВМ, удовлетворяющая минимальным техническим требованиям:

- центральный процессор с частотой не менее 3 ГГц (с поддержкой SSE2) и количеством ядер не менее 4;
- не менее 8 ГБ оперативной памяти;
- наличие свободного места на жестком диске не менее 256 Мб;
- видеокарта NVIDIA не ниже 10 серии:
  1) количество ядер CUDA не менее 600,
  2) объём видео памяти (DDR5) не менее 4 Гб;
- оптический манипулятор типа «мышь»;
- клавиатура;
- монитор.

2.2 Требования к операционной системе

Для функционирования ПрЭВМ «Синапсис-МТМ» на ПЭВМ должна быть установлена 64-разрядная версия операционной системы Microsoft Windows 7 (SP 1) и выше.

Операционная система должна быть настроена в соответствии с «Инструкцией по настройке операционной системы Windows при использовании ПрЭВМ ООО «АУРУС» – 643.ТЦВД.00000-01 97 01.

2.3 Минимальный состав программных средств

В программных комплексах, работающих на базе ПрЭВМ «Синапсис» данный модуль является математическим модулем расширения ПрЭВМ «СинФорМат», посредством графического интерфейса которого пользователь может осуществлять настройку и управление работой модуля.

Также ПрЭВМ «Синапсис-МТМ» может работать с любым исполняемым приложением, поддерживающим протокол обмена Приложения Б.

2.4 Требования к персоналу (пользователю)

Количество персонала, требуемого для работы программы, составляет 1 штатную единицу: конечный пользователь программы – оператор. Оператор ПрЭВМ должен иметь образование не ниже среднего технического и квалификацию не ниже техника 1 категории.

Установку, конфигурирование и настройку ПрЭВМ «Синапсис-МТМ» должен осуществлять опытный пользователь ПЭВМ или системный администратор.

3. Выполнение программы

Перед началом работы с ПрЭВМ «Синапсис-МТМ» оператору необходимо ознакомиться с инструкцией по установке ключа лицензии программного обеспечения 643.ТЦВД.00000-01 99 01.

3.1 Способы поставки дистрибутива программы

Дистрибутив программы может передаваться пользователю следующим образом:

- На лицензионном USB-ключе (Dongle) с электронным носителем (карта microSD);
- На электронном носителе;
- Путем скачивания с FTP сервера фирмы-разработчика.

3.2 Установка программы на ПЭВМ

Для установки ПрЭВМ необходимо установить лицензионный USB-Ключ (Dongle) в ПЭВМ. Изображение ключа приведено на рисунке 1.

В зависимости от способа передачи дистрибутива:

- Дистрибутив передается на лицензионном USB-ключе (Dongle) с электронным носителем (карта microSD). Переписать с карты памяти на свою ПЭВМ папку «Install»,
- Дистрибутив передается на электронном носителе. Переписать с него на свою ПЭВМ папку «Install»,
- Дистрибутив скачивается с FTP сервера фирмы-разработчика. Переписать с сервера на свою ПЭВМ папку «015_MTM\Install».

Перейдите на своей ПЭВМ в скопированную папку «Install». Запустите автономный установщик «SynapsysMTM_Setup.exe».



Рисунок 1 – USB-ключ (ключ лицензий)

Перед установкой внимательно прочтите условия лицензионного соглашения на использование программного продукта. При согласии с требованиями использования ПрЭВМ установите флаг «Я принимаю условия соглашения» и нажмите «Далее». Пример приведен на рисунке 2.

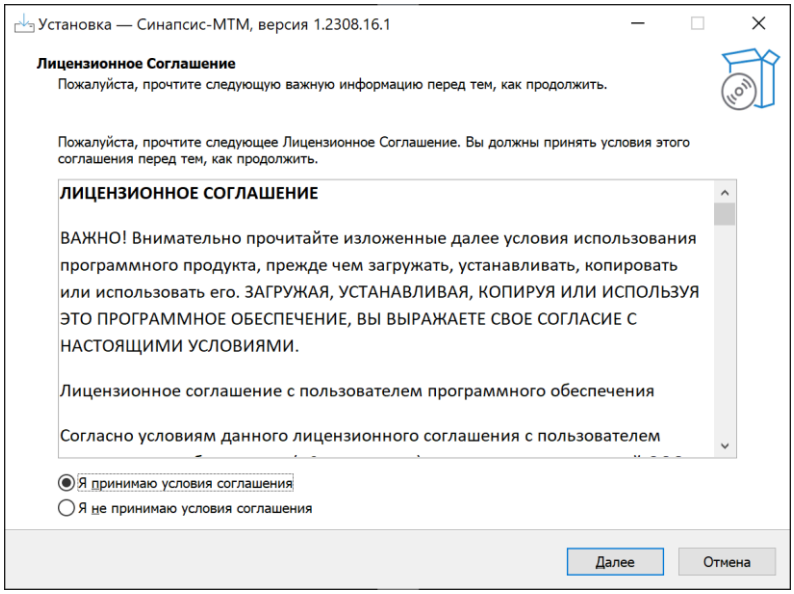

Рисунок 2 – Окно с лицензионным соглашением

Для установки в папку по умолчанию нажмите «Далее». Для изменения папки установки необходимо нажать кнопку «Обзор», выбрать место установки и нажать «Далее». Пример приведен на рисунке 3.

В том случае, если на ПЭВМ уже установлено какое-либо приложение ООО «АУРУС», то установка остальных приложений будет происходить в корневую папку установленного приложения. Путь установки будет задан автоматически без возможности изменения пользователем.

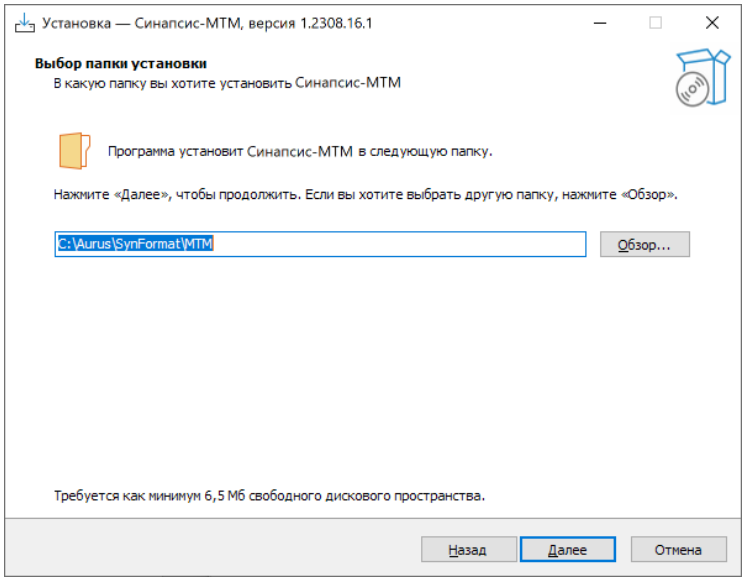

Рисунок 3 – Выбор папки установки

Для начала процесса копирования файлов на ПЭВМ нажмите «Установить». Пример окна приведен на рисунке 4.

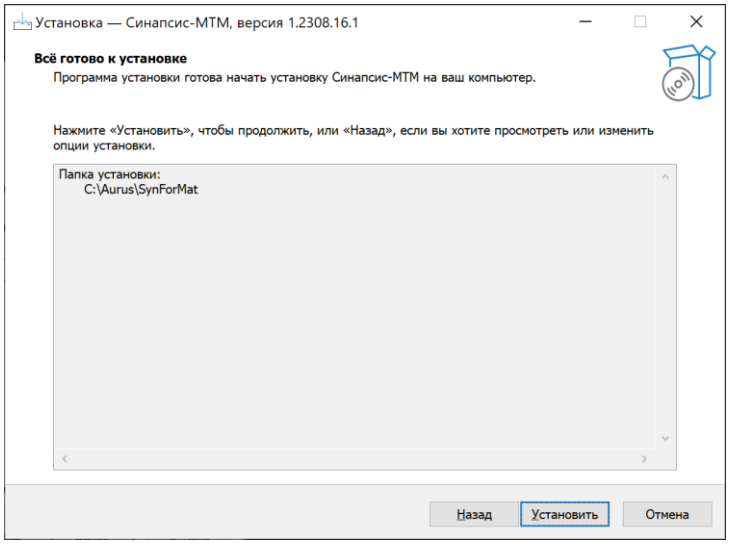

Рисунок 4 – Окно установки

Нажмите кнопку «Завершить» для завершения установи. Пример окна приведен на рисунке 5.

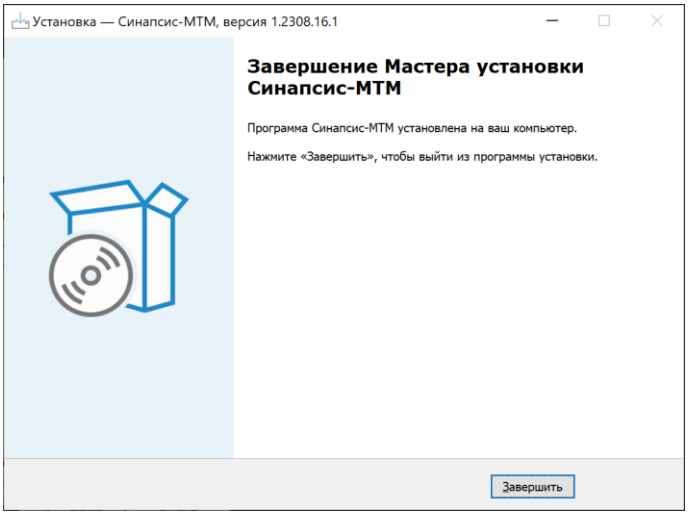

Рисунок 5 – Окно завершения установки

3.3 Настройка программы

Настройка ПрЭВМ «Синапсис-МТМ» осуществляется графическим функционалом ПрЭВМ «».

3.4 Запуск программы

Запуск ПрЭВМ «Синапсис-МТМ» осуществляется посредством исполняемого файла «SynFormat.bat», расположенного в папке ПрЭВМ «СинФорМат».

При отсутствии предустановленного ПрЭВМ «СинФорМат» запуск ПрЭВМ «Синапсис-МТМ» производится исполняемым файлом Пользователя, поддерживающим протокол обмена Приложения Б.

При отсутствии в ЭВМ соответствующего ключа лицензии (USB-Ключ) в процессе работы ПрЭВМ «Синапсис-МТМ» будет выведено окно с сообщением об ошибке, с последующим закрытием ПрЭВМ. Пример окна приведен на рисунке 6.

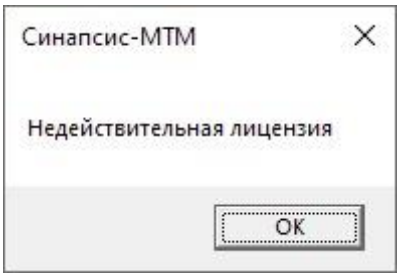

Рисунок 6 – Окно с сообщением о недействительной лицензии

3.5 Выполнение программы

Структурная схема ПрЭВМ «Синапсис-МТМ» представлена на рисунке 7. При работе ПрЭВМ получает данные (линия Ln2) из фоноцелевой обстановки ПрЭВМ «Синапсис» (трёхмерной сцены) в виде полигональных объектов. Посредством ПрЭВМ

«СинФорМат» происходит вызов функционала ПрЭВМ «Синапсис-МТМ» и передача входных параметров для формирования многоточечной модели (линия Ln3). Через линию Ln4 происходит получение рассчитанной многоточечной модели в соответствии с Приложением Б. Далее полученные точки с комплексными ДОР с помощью ПрЭВМ «СинФорМат» сохраняются в файл с расширением *.mtm для последующей обработки в математических стендах.

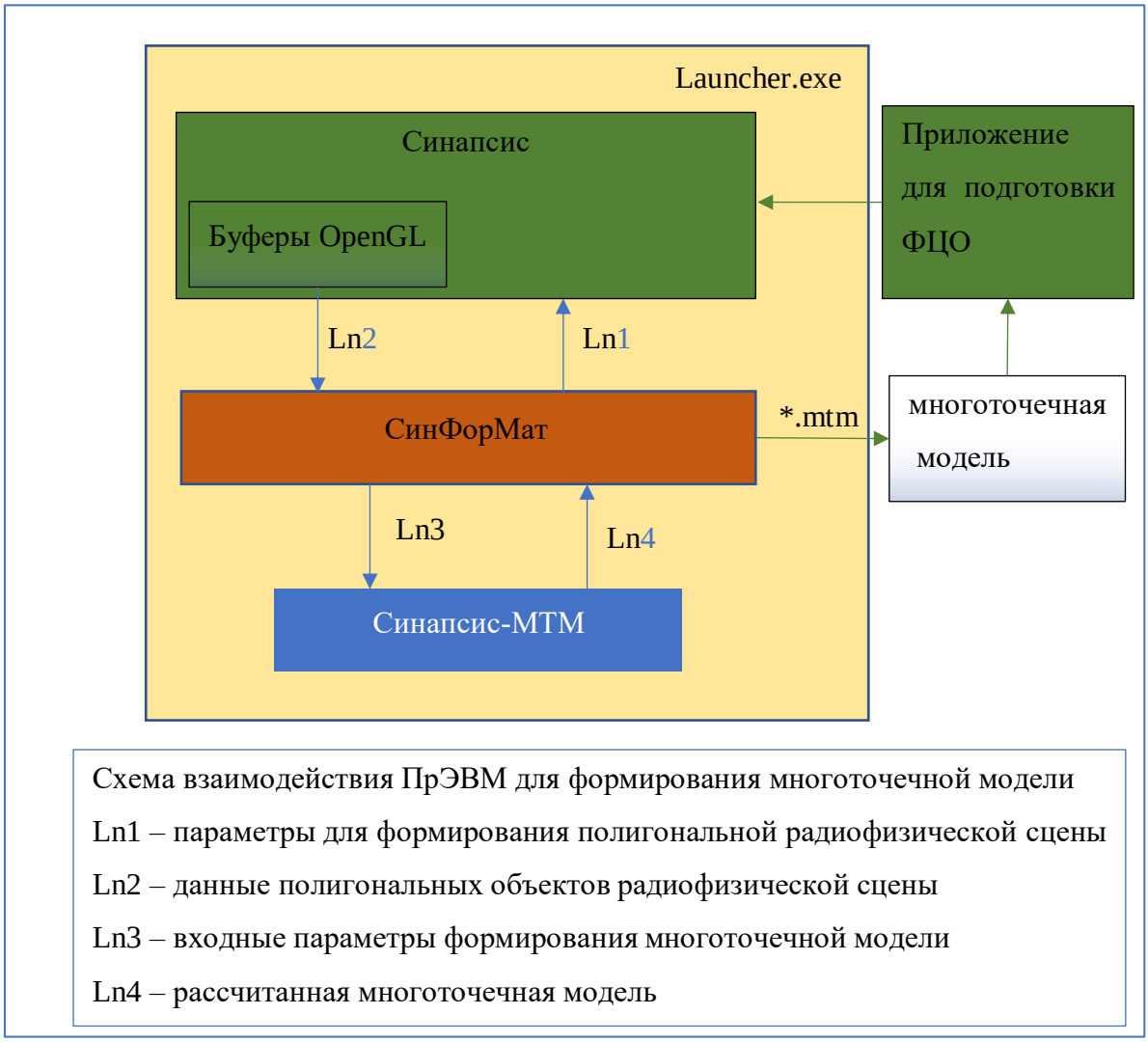

Рисунок 7 - Структурная схема работы Синапсис-МТМ

3.6 Завершение работы программы

Завершения работы ПрЭВМ «Синапсис-МТМ» осуществляется при завершении запустившего его приложения.

3.7 Удаление программы

Для удаления ПрЭВМ «Синапсис-МТМ» необходимо выполнить следующие действия:

- Нажать на клавиатуре Win + R и ввести команду: appwiz.cpl,
- Откроется окно, пример которого приведен на рисунке 8.
- Нажать “ОК”.

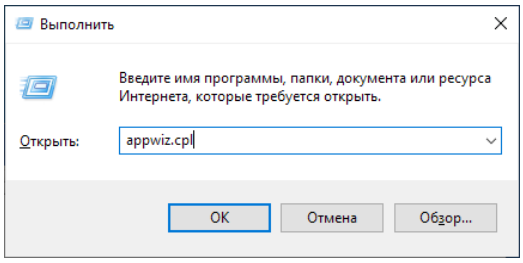

Рисунок 8 - Окно «Выполнить»

- В открывшемся окне «Программы и компоненты» двойным щелчком левой кнопки мыши выбрать программу «Синапсис-МТМ». Пример окна приведен на рисунке 9.

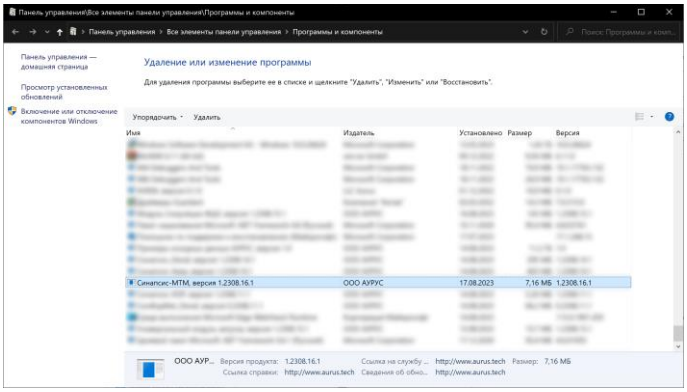

Рисунок 9 – Окно «Программы и компоненты»

- В появившемся окне подтвердить удаление программы, нажав кнопку «Да».
- Следовать указаниям деинсталлятора.
- После удаления программы с ПЭВМ будет выведено информационное окно, пример которого приведен на рисунке 10.

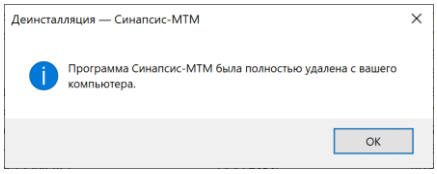

Рисунок 10 – Информационное окно об успешном удалении программы

- Нажать «ОК».

4. Сообщения оператору

Программа «Синапсис-МТМ» не формирует специальных сообщений.

Приложение А. Многоточечная модель объекта

Многоточечная модель объекта локации является дальнейшей аппроксимацией радиофизической модели, путем перехода от фацетной модели с заданными радиофизическими характеристиками к модели, состоящей из набора элементарных отражателей (соответствующих геометрии объекта) с заданными диаграммами обратного рассеяния. Такая модель обладает по сравнению с фацетной моделью существенно большим быстродействием и сравнимой точностью моделирования характеристик рассеяния (средняя погрешность расчета многоточечной модели по сравнению с полигональной моделью не превышает 6 дБ, а погрешность по максимальному значению мощности не превышает 3 дБ), что вкупе может позволить использовать многоточечные модели объектов локации в стендах полунатурного моделирования.

Координаты элемента многоточечной модели выдаются в локальной декартовой системе координат (СК) объекта, образованной путём параллельного переноса исходной декартовой СК объекта в точку привязки (*X_cu, Y_cu, Z_cu* – параметры структуры FCO_MTM Приложения Б) модели объекта.

ДОР каждого элемента многоточечной модели рассчитывается в сферической СК модели объекта, формируемой относительно локальной декартовой СК объекта: угол азимута ψ лежит в плоскости X^*Z^* и отсчитывается от оси X^* в сторону оси Z^*, а угол места θ лежит в плоскости образуемой проекцией линии визирования РЛС на плоскость X^*Z^* и осью Y^* и отсчитывается от проекции линии визирования РЛС на плоскость X^*Z^* в сторону оси Y^* (рисунок А.1).

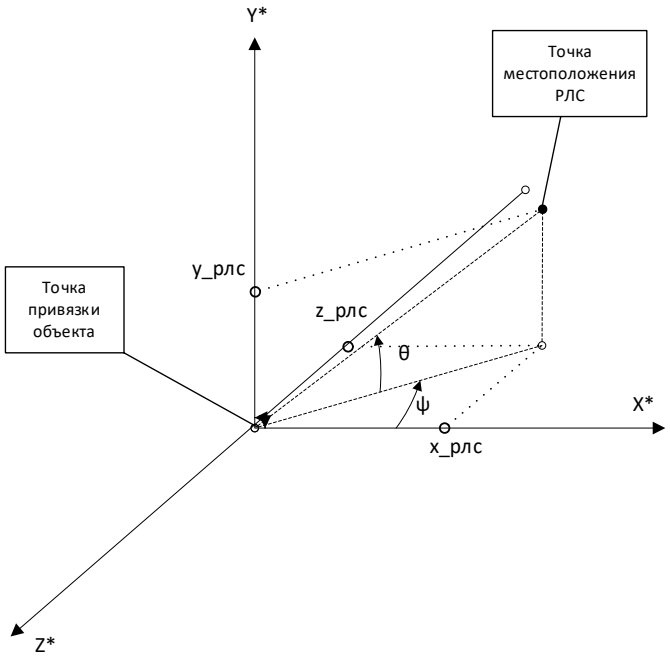

Рисунок А.1 – Сферическая система координат модели объекта

Приложение Б. Протокол взаимодействия

Библиотека «MTM_CUDA.dll» обладает следующим интерфейсом взаимодействия:

Element_MTM *Calculate_MTM(FCO_MTM *fco_mtm_pak, unsigned int &N_El_MTM) – функция реализует расчет многоточечной модели объекта по данным его радиофизической модели (FCO_MTM *fco_mtm_pak). Функция возвращает массив элементов многоточечной модели (массив структур Element_MTM) и число элементов многоточечной модели - unsigned int &N_El_MTM (число элементов массива структур Element_MTM).

Типы данных:

Примечание: Все структуры должны быть выровнены до 1 байта.

```
struct Element_MTM{
    double x; // [8 byte] -значение координаты X элемента MTM в локальной декартовой СК объекта, м
    double y; // [8 byte] -значение координаты Y элемента MTM в локальной декартовой СК объекта, м
    double z; // [8 byte] -значение координаты Z элемента MTM в локальной декартовой СК объекта, м
    _complex **DOR;
};

struct FCO_MTM{
    S_ID_MTM ID_MTM; // [36 byte] -вводится через пользовательское меню
    unsigned long M; // [4 byte] - число элементов массива вершин vertex *V
    unsigned long N; // [4 byte] -число элементов массива треугольников triangle *T
    unsigned long P; // [4 byte] -число элементов массива кромок edge *E
    unsigned long L; // [4 byte] -число элементов массива треугольников переотражения rereflection *R
    vect_sost Vect_Sost; // [72 byte] -резерв (используется алгоритмами MTM_CUDA)
    double X_cu; //[8 byte] -вводится через пользовательское меню
    double Y_cu; //[8 byte] -вводится через пользовательское меню
    double Z_cu; //[8 byte] -вводится через пользовательское меню
    dna DNA; //[56 byte] -вводится через пользовательское меню (частично)
    vertex *V; //массив вершин
```

```
        triangle *T; //массив треугольников
        edge *E; //массив кромок
        rereflection *R; //массив треугольников переотражения
};

struct S_ID_MTM{ //исходные данные для МТМ
        double D; // [8 byte] -дальность построения модели//по умолчанию дальняя зона для максимальной размерности объекта (присваивается этой переменной)
        unsigned long N_X; // [4 byte] -число элементов МТМ на ось X (элементы, попавшие в пустые области, выдаваться не будут)//по умолчанию N_X = 10
        unsigned long N_Y; // [4 byte] -число элементов МТМ на ось Y (элементы, попавшие в пустые области, выдаваться не будут)//по умолчанию N_Y = 10
        unsigned long N_Z; // [4 byte] -число элементов МТМ на ось Z (элементы, попавшие в пустые области, выдаваться не будут)//по умолчанию N_Z = 10
        double h_psi; // [8 byte] -шаг по углу азимута ДОР элемента МТМ, градусы // по умолчанию h_psi = 10 град. //psi: [0; 360]
        double h_teta; // [8 byte] -шаг по углу места ДОР элемента МТМ, градусы // по умолчанию h_teta = 10 град.// teta: [-90; 90]
};

struct vect_sost{
        double X; // [8 byte] -Координат по дальности носителя в декартовой СК объекта, м
        double Y; // [8 byte] -Координат по высоте носителя в декартовой СК объекта, м
        double Z; // [8 byte] -Координат по боку носителя в декартовой СК объекта, м
        double Vx; // [8 byte] -Проекция линейной скорости изделия на ось OX сопровождающей СК, м/с
        double Vy; //[8 byte] -Проекция линейной скорости изделия на ось OY сопровождающей СК, м/с
        double Vz; // [8 byte] -Проекция линейной скорости изделия на ось OZ сопровождающей СК, м/с
        double psi; // [8 byte] -Угол курса носителя, рад
        double teta; // [8 byte] -Угол тангажа носителя, рад
        double gamma; // [8 byte] -Угол крена носителя, рад
};
```

```
struct polyrizacia{
        double r; // [8 byte] -коэффициент эллиптичности
        double Betta; // [8 byte] -угол ориентации большой оси эллипса в поляризационном базисе, рад
};


struct dna{
        double Alfa; // [8 byte] -ширина ДНА РЛС в азимутальной плоскости, рад //не вводится через пользовательское меню
        double Betta; // [8 byte] -ширина ДНА РЛС в угломестной плоскости, рад //не вводится через пользовательское меню
        double Psi_A; // [8 byte] -угол отклонения ДНА РЛС в азимутальной плоскости, рад //не вводится через пользовательское меню
        double Teta_A; // [8 byte] -угол отклонения ДНА РЛС в угломестной плоскости, рад //не вводится через пользовательское меню
        polyrizacia Polar; // [16 byte] -тип поляризации ЭМ волны //вводится через пользовательское меню
        double Lymda; // [8 byte] -длина волны излучения РЛС, м //вводится через пользовательское меню
};


struct vertex{
        double x; // [8 byte] - значение координаты X вершины треугольника в декартовой СК объекта, м
        double y; // [8 byte] - значение координаты Y вершины треугольника в декартовой СК объекта, м
        double z; // [8 byte] - значение координаты Z вершины треугольника в декартовой СК объекта, м
};
```

```
struct material{
        float epsilon; // [4 byte] -относительная диэлектрическая проницаемость материала
        float sigma; // [4 byte] -удельная проводимость материала, См/м
        float my; // [4 byte] -относительная магнитная проницаемость материала
};


struct triangle{
        unsigned long nVertex1; // [4 byte] -номер 1-й вершины треугольника в массиве V
        unsigned long nVertex2; // [4 byte] -номер 2-й вершины треугольника в массиве V
        unsigned long nVertex3; // [4 byte] -номер 3-й вершины треугольника в массиве V
        unsigned long Fabric; // [4 byte] -тип материала
        double nx; // [8 byte] -значение координаты X нормали к плоскости треугольника в декартовой СК объекта, м
        double ny; // [8 byte] -значение координаты Y нормали к плоскости треугольника в декартовой СК объекта, м
        double nz; // [8 byte] -значение координаты Z нормали к плоскости треугольника в декартовой СК объекта, м
        _complex RCS; // [16 byte] -ЭПР треугольника, м2
        material Mater; // [12 byte] -характеристики материала
        unsigned long RESERV; // [4 byte] резерв
};

struct edge{
        unsigned long nVertex1; // [4 byte] -номер 1-й вершины в массиве V, образующей острую кромку
        unsigned long nVertex2; // [4 byte] -номер 2-й вершины в массиве V, образующей острую кромку
        unsigned long nTriangle1; // [4 byte] -номер 1-го треугольника в массиве T, образующего острую кромку
        unsigned long nTriangle2; // [4 byte] -номер 2-го треугольника в массиве T, образующего острую кромку
        _complex RCS; // [16 byte] -ЭПР острой кромки, м2
};
```

```
struct rereflection{
        unsigned long nTriangle; // [4 byte]
        unsigned long nTriangleSource; // [4 byte]
        double x; [8 byte]
        double y; // [8 byte]
        double z; // [8 byte]
        _complex RCS; // [16 byte]
};
```

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Номера листов (страниц)					Всего листов (страниц) в докум	№ документа	Входящий № сопроводительного документа и дата	Подп.	Дата
Изм	измененных	замененных	новых	аннулированных					