**Слайд 0. Титульный слайд**

Уважаемая комиссия! Вашему внимаю представляется доклад на тему "Исследование алгоритма определения типа поверхности удаленных объектов поляриметрическими методами".

**Слайд 1. Постановка задачи**

В настоящее время проблема экологии становится насущной не только в отношении биосферы и экосферы Земли, но и околоземного космического пространства. Всё большую актуальность приобретает вопрос разработки системы очистки термосферы от объектов техногенного происхождения. Поэтому цель работы – исследование алгоритма определения типа поверхности удаленных объектов поляриметрическими методами при помощи разработанной программной системы – является актуальной.

На слайде представлены основные задачи, которые были поставлены и решены в рамках данной работы (зачитать).

**Слайд 2. Фотометрия**

В первой главе ВКР рассматриваются существующие математические модели задач фотометрии. К таким задачам в рамках данной работы относятся следующие:

1. прямая задача фотометрии – представляет собой измерение оптических характеристик изучаемого объекта;
2. обратная задача фотометрии – по результатам измерения оптических параметров определяются геометрические параметры тела.

**Слайд 3. Система анализа...**

Основой для ВКР послужила диссертационная работа Бодровой И.В., посвящённая разработке математических методов анализа световых потоков. На слайдах 3-8 представлена система анализа поверхности оптическими методами.

С использованием исходных данных изучаемого тела и средствами математического моделирования для измерения доступны следующие параметры:

1. параметры положения в пространстве (ось вращения, ориентация),
2. геометрические параметры (габаритные размеры, форма),
3. параметры структуры (компоненты тела и их взаимное расположение),
4. физические параметры поверхности (оптические характеристики, состояние поверхности).

Стоит отметить, что зачастую методы фотометрии для анализа удалённых объектов являются единственными из доступных.

В координатном пространстве данная система может быть представлена следующим образом (ссылка на слайд).

Здесь начало координат соответствует поверхности космического объекта, расположенного в плоскости XOY. Ось OZ соответствует нормали к плоскости XOY, то есть к поверхности объекта. Угол  соответствует углу между вектором «объект-излучатель»  и проекцией этого вектора на плоскость XOY (коллинеарно направлению оси OX). Угол  соответствует углу между проекцией вектора «объект-приёмник»  на плоскость XOY и осью OX. Углы  и  соответствуют углам между нормалью OZ и векторами  и  соответственно.  – угол между векторами  и .

**Слайд 4. Представление вектора E**

Модель светового пучка в некоторой среде можно представить в виде электромагнитного поля, обладающего параметром напряжённости, при этом характер колебаний вектора напряжённости определяет поляризацию светового поля.

Можно представить вектор напряжённости через проекции  и  на орты  и  (ссылка на слайд). Здесь P – плоскость поляризации, Q – плоскость референции, вектор  соответствует направлению световой волны.

**Слайд 5. Эллипс поляризации**

Вектор напряжённости по ходу распространения светового потока описывает фигуру, называемую эллипсом поляризации (ссылка на слайд). Данный эллипс обладает коэффициентом эллиптичности *e = b / a*, азимутальным углом , амплитудой колебаний (параметры амплитуд  равны описанным вокруг эллипса сторонам прямоугольника) и разностью фаз составляющих  в точке отсчёта: .

**Слайд 6. Вектор Стокса**

Главным инструментом расчётов послужил так называемый вектор Стокса, представляемый следующим образом (ссылка на слайд). Параметр U выражает плоскость поляризации, V – эллиптичность светового потока.

**Слайд 7. Матрица Мюллера**

Другим инструментом для расчётов послужила матрица Мюллера, служащая оператором, преобразующим вектор Стокса падающей волны в вектор отражённой (ссылка на слайд).

Таким образом, параметры вектора Стокса используются в задачах расчёта компонент вектор-функции Стокса и расчёта матриц оператора рассеяния. Для металлических поверхностей матрица рассеяния может быть описана следующим образом (ссылка на слайд), аналогично для диэлектрических (ссылка на слайд).

**Слайд 8. Функциональная блок-схема...**

Для моделирования отраженного излучения в работе Бодровой И.В. используется установка, которая послужила основой вычисления параметров поляризации отражённого излучения.

Далее рассматриваются современные методы и алгоритмы определения типа покрытий удалённых объектов.

**Слайд 9. Алгорим общий**

Алгоритм определения типа покрытия состоит в следующем:

1. генерация и селекция характеризующих признаков,
2. отбор классификатора,
3. оценка ошибки классификатора,
4. построение разделяющей поверхности решения и определение типа поверхности.

Исследуемая поверхность может быть классифицирована как диэлектрическое или металлическое покрытие.

Для каждого из классов описан свой алгоритм вычисления показателя преломления. Каждому значению параметра преломления, в зависимости от класса исследуемой поверхности, соответствует свой материал.

**Слайд 11 Алгоритм расчета компонент вектора Стокса**

На слайде представлен алгоритм расчета компонент вектора Стокса. Основа алгоритма – нахождение решения СЛАУ.

**Слайд 12 Алгоритм расчета компонент вектора Стокса   
естественного излучения**

На слайде представлен алгоритм расчета компонент вектора Стокса естественного излучения. Основа алгоритма – операции с комплексными числами.

**Слайд 13 Алгоритм расчета дополнительных   
параметров численными методами**

Расчет дополнительных параметром может быть осуществлен аналитически и численно. Числненный алгоритм с использованием метода градиентного спуска представлен на слайде.

**Слайд 14-15 Алгоритм определения коэффициента преломления металлических покрытий**

На слайдах 14-15 представлен алгоритм определения коэффициента преломления неметаллических и металлическиз покрытий.

**Слайд 16. Программная система Stokes**

После изучения всех математических алгоритмов и методов разрабатывается программная система, вычисляющая показатели преломления и определяющая с помощью них материал покрытия.

Архитектура программной системы выглядит следующим образом (слайд). Программный пакет состоит из:

1. программы расчета параметров Стокса и коэффициента поляризации отраженного светового потока;
2. программы для вычисления азимутального угла, угла эллиптичности и комплексного показателя поляризации светового потока;
3. программы для расчета показателя преломления и определения материала покрытия.

**Слайд 17. Схема БД**

Программа была написана на объектно-ориентированном высокоуровневом интерпретируемом языке программирования Python. В качестве среды разработки выступал редактор Visual Studio Code. Для работы с базами данных использовалась библиотека SQLite. Также была задействована система контроля версий *Git*. Схема взаимодействия программных модулей представлена на слайде.

**Слайд 18. Схема БД**

База данных программы представляет собой набор несвязанных между собой таблиц, предназначенных для хранения исходны и расчетных данных.

Таким образом, программа производит расчёт параметров Стокса и коэффициента поляризации отраженного светового потока, вычисление азимутального угла, угла эллиптичности и комплексного показателя поляризации светового потока, расчёт показателя преломления и определение материала покрытия.

**Слайд 19. Настройка..**

Для настройки программной системы необходимо выполнить следующие действия:

* открыть файл basic.ini или создать его копию с произвольным именем и расширением ini;
* в секции [*Common*] ввести значения следующих параметров для настройки работы алгоритмов:
  + Fi – угол падения;
  + Nju\_Re – действительная часть показателя преломления;
  + Nju\_Im – комплексная часть показателя преломления;
  + Gamma – угол (*угол чего?)*.
* в секции [*Intervals*] ввести значения допустимых интервалов соответствующих параметров вектора Стокса падающего и отражённого излучения.

**Слайд 20. Обращение к системе**

Обращение к программной системе происходит через интерфейс командной строки (терминал) Следует перейти в папку /stokes запуск осуществляется командой “python main.py [опции] ”.

Программе могут быть переданы следующие параметры:

* '-c', '--config':
  + назначение: конфигурационный файл;
  + значение по умолчанию 'config/basic.ini',
* '-t', '--task':
  + назначение: номер задачи (1, 2 или 3)
  + значение по умолчанию '1',
* '-f', '--file':
  + назначение: файл для загрузки данных;
  + значение по умолчанию '/data/csv/calculation.csv',
* '-m', '--material':
  + назначение: файл с показателями преломления материалов;
  + значение по умолчанию '/data/csv/MaterialRefraction.csv'.

**Слайд 21-27**

В ходе тестирования программы была проверена корректность импорта данных, работы расчётных модулей и вывода графической информации (результаты тестирования на слайде).

**Слайд 28. Заключение**