**Задание 1  
Расчет и визуализация теплового режима космического аппарата**

1. **Общая постановка задачи**

В предлагаемой упрощенной методике теплового расчета космический аппарат (КА) представляется моделью в виде совокупности конечных элементов (КЭ или просто элементов), каждый из которых имеет по своему объему температуру . Элементы обмениваются теплом друг с другом и с внешней средой, что обеспечивается теплопроводностью материалов, тепловым излучением и массопереносом – циркуляцией теплоносителя в гидравлических контурах, тепловыми трубами и вентиляцией.

Ключевым уравнением при решении задачи является уравнение теплового баланса конечного элемента, которое устанавливает, что рост его тепловой энергии равен сумме входящих и выходящих потоков тепла:

где

* - тепловой поток от -го элемента к -му элементу за счет теплопроводности, коэффициент тепловой связи , - площадь сечения, разделяющего -ый и -ый КЭ, - коэффициент теплопроводности материала на границе двух КЭ; ;
* - полный поток теплового излучения поверхности конечного элемента, вычисляемый по закону Стефана-Больцмана, здесь - степень черноты (коэффициент излучения) серого тела, - площадь поверхности элемента, - постоянная Стефана-Больцмана; знак минус в формуле присутствует в связи с принятым соглашением о том, что выходящий поток энергии имеет отрицательную величину;
* - поток тепла, получаемый или отдаваемые КЭ за счет внутреннего источника (представляет собой некоторую заданную функцию).

1. **Постановка задачи по численной реализации**Написать программу на языке python, которая будет осуществлять загрузку модели в формате .obj и тепловой расчет в соответствии с общей постановкой задачи:
   1. На вход поступает .obj файл, в котором уже произведено разделение на КЭ. Каждый объект/геометрия соответствует одному КЭ. Необходимо загрузить файл и по представленной в нем информации определить КЭ.
   2. По представленной в варианте модели определить параметры , .
   3. По заданной в варианте задания информации проинициализировать параметры, отвечающие тепловым характеристикам КЭ: , , ,:
      1. Сохранить указанные выше параметры в .csv или .json файл
      2. Реализовать возможность выбора расположения файла с указанными тепловыми характеристиками из меню пользовательского интерфейса.
      3. Считать значения из файла и проинициализировать параметры.
   4. Задать общее время теплового расчета (\*или реализовать возможность бесконечного расчетного времени)
   5. С помощью scipy.solve\_ivp / scipy.odeint решить систему ОДУ на всем временном отрезке или последовательно на каждом небольшом временном в случае бесконечного расчета.
   6. В качестве начальных значений температур предусмотреть два вариант:
      1. стационарные решения полученной системы ОДУ, полученные численно с помощью scipy.optimize.fsolve,
      2. заданные в конфигурационном файле значения стартовых температур.
   7. Провести визуализацию температур КЭ: на одном графике отображать динамику изменения температуры всех КЭ в зависимости от времени.
   8. Параллельно тепловому расчету сохранять значение температур КЭ и время, в которое оно было получено, в .csv файл.
   9. В пользовательском интерфейсе программы реализовать меню «Настройки» с выбором
      1. расположение итогового .csv файла со значениями температур КЭ в системе,
      2. .csv/.json файла с температурными коэффициентами,
      3. .csv/.json файла со значениями стартовых температур,
      4. общим временем теплового расчета или вариантом бесконечного расчет времени
      5. другими параметрами