

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ СОВМЕСТНОГО РАСЧЕТА ДВИГАТЕЛЯ И ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Боранов А.А.

ПК «Салют» АО «ОДК», г. Москва, 25andrey01@gmail.com

Ключевые слова: совместный расчет двигателя и летательного аппарата, ВРД, системное проектирование, летательный аппарат, силовая установка.

Из года в год наблюдается расширение круга задач для современных летательных аппаратов. Например, появляются задачи связанные с применением ЛА для выведения спутников на орбиту. Перспективным решением такой задачи является ЛА с комбинированной СУ. Этот факт говорит о том, что в отечественном авиадвигателестроении необходимы дополнительные исследования и проработка ПО для совместного расчета различных типов двигателей с летательными аппаратами.

Данная работа посвящена разработке ПО для совместного расчета двигателя и летательного аппарата. Данная программа состоит из следующих модулей: модуль подготовки входных данных, модуль решения СНАУ, модуль графического интерфейса для вывода результата.

Блок-схема демонстрирующая принцип работы представлена на рисунке 1.

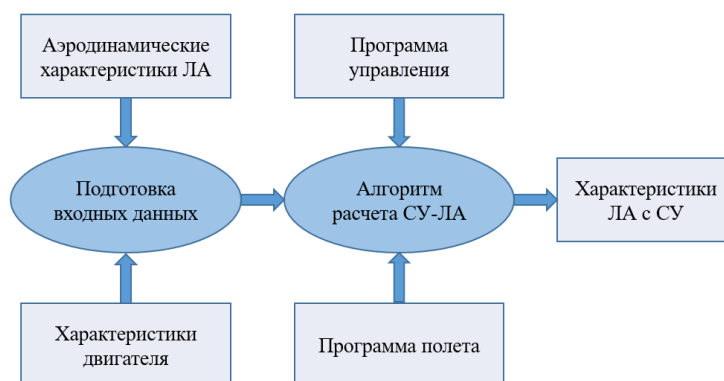


Рисунок 1 – Принцип работы программного обеспечения

Исходные характеристики силовых установок представляют из себя файлы различных форматов, содержащие в себе значения установленных параметров, причем последовательность и структура расположения данных в различных файлах – отличается, это приводит к увеличению времени на анализ. Характеристики СУ необходимо импортировать в программу СУ-ЛА, выполнение этой задачи ручной обработкой – нецелесообразно, так как затрачивается большое количество времени.

Алгоритм подготовки входных данных помогает обрабатывать входной файл, с целью выделения из массива данных нужных для расчета для дальнейшего их импортирования в модуль-решатель СНАУ.

Расчет траектории летательного аппарата производится путем численного интегрирования уравнений движения центра масс, представленных на рисунке 2.

Сейчас идет разработка и интеграция алгоритма расчета, написанного на языке Python в программу.

Поскольку проблема расчета двигателя в постановке задачи СУ вместе с ЛА определена, важным аспектом является написание методики расчета для решения данной задачи. Поскольку для успешной работы данного проекта придется решать СНАУ, методика расчета будет предполагать различные методы решения данных уравнений.

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dV}{dt} = \frac{P - X}{m} - g \sin(\theta) \\ \frac{d\theta}{dt} = \frac{P \sin(\alpha) + Y}{mV} - \frac{g}{V} \cos(\alpha) \\ \frac{dH}{dt} = V \sin(\theta) \\ \frac{dm}{dt} = -m_{\text{сек}} \\ \frac{dL}{dt} = V \cos(\theta) \\ \alpha = \vartheta - \theta \end{array} \right.$$

Рисунок 2 – СНАУ движения центра масс

ПО для совместного расчета двигателя и летательного аппарата выполняет свои функции. При известных тактико-технических характеристиках определяет сочетание параметров двигателя и ЛА.

В данный момент ПО осуществляет итерационный расчет СНАУ и отсутствует модуль графического интерфейса. ПО показало достоверность проводимых расчетов в сравнении с имеющимися программами полетов.

Список литературы

1. С.В. Румянцев, В.А. Сгилевский. Системное проектирование авиационного двигателя. – М.: Изд-во МАИ, 1991. – 80 с.
2. А.А. Лебедев, Л.С. Чернобровкин. Динамика полета беспилотных летательных аппаратов: учебное пособие для вузов. – Изд. 2, пер. и доп. – М.: Машиностроение, 1973. – 616 с.
3. О.К. Югов, О.Д. Селиванов. Согласование характеристик самолета и двигателя. – М.: Машиностроение, 1975. – 204 с.

Сведения об авторах

Боранов А.А., инженер конструктор 3-й категории ПК «Салют» АО «ОДК». Область научных интересов: теория воздушно-реактивных двигателей.

SOFTWARE FOR JOINT CALCULATION OF ENGINE AND AIRCRAFT

Boranolov A.A.

PC Salyut JSC UEC, Moscow, 25andrey01@gmail.com

Keywords: joint calculation of the engine and aircraft, jet, system design, aircraft, power plant.

From year to year, there is an expansion of the range of tasks for modern aircraft. For example, there are tasks associated with the use of aircraft to launch satellites into orbit. A promising solution to this problem is an aircraft with a combined control system. This fact suggests that in the domestic aircraft engine industry, additional research and development of software is needed for the joint calculation of various types of engines with aircraft.

This work is devoted to the development of software for the joint calculation of the engine and the aircraft. This program consists of the following modules: input data preparation module, SNAU solution module, graphical interface module for displaying the result.

A block diagram showing the principle of operation is shown in Figure 1.

The initial characteristics of power plants are files of various formats containing the values of the set parameters, and the sequence and structure of the data location in different files is different, which leads to an increase in the time for analysis. The characteristics of the CS must be imported into the CS-LA program; performing this task by manual processing is impractical, since a large amount of time is spent.

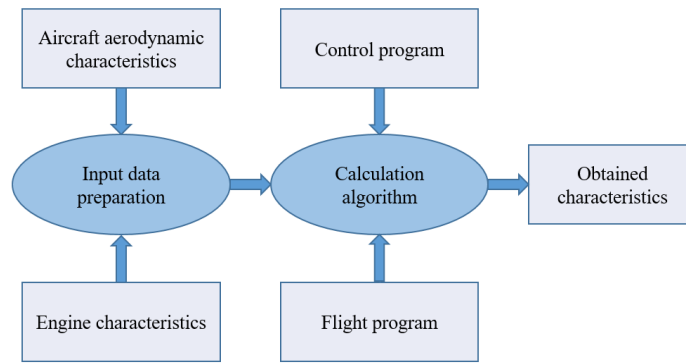


Figure 1 – How the software works

The input data preparation algorithm helps to process the input file in order to extract the data needed for calculation from the array for their further import into the SNAU solver module.

The calculation of the trajectory of the aircraft is carried out by numerical integration of the equations of motion of the center of mass, presented in Figure 2.

Now we are developing and integrating the calculation algorithm written in Python into the program.

Since the problem of calculating the engine in the formulation of the problem of the CS together with the aircraft is defined, an important aspect is to write a calculation methodology for solving this problem. Since for the successful operation of this project, SNAU will have to be solved, the calculation methodology will involve various methods for solving these equations.

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dV}{dt} = \frac{P - X}{m} - g \sin(\theta) \\ \frac{d\theta}{dt} = \frac{P \sin(\alpha) + Y}{mV} - \frac{g}{V} \cos(\alpha) \\ \frac{dH}{dt} = V \sin(\theta) \\ \frac{dm}{dt} = -m_{cek} \\ \frac{dL}{dt} = V \cos(\theta) \\ \alpha = \vartheta - \theta \end{array} \right.$$

Figure 2 – SNAU movement of the center of mass

The software for the joint calculation of the engine and the aircraft performs its functions. With known performance characteristics, it determines the combination of engine and aircraft parameters.

At the moment, the software performs iterative calculation of SNAU and there is no graphical interface module. The software showed the reliability of the calculations performed in comparison with the available flight programs.

Bibliography

1. S.V. Rumyantsev, V.A. Sgilevsky. System design of an aircraft engine. – M.: Publishing House of MAI, 1991. – 80 p.
2. A.A. Lebedev, L.S. Chernobrovkin. Flight dynamics of unmanned aerial vehicles. Textbook for universities. Ed. 2nd, revised and additional. M., "Engineering", 1973, 616 p.
3. O.K. Yugov, O.D. Selivanov. Coordination of aircraft and engine characteristics. M., "Engineering", 1975, p. 204.

Information about the authors

Boranov A.A., design engineer of the 3rd category of the Salyut PC of JSC UEC. Research interests: theory of jet engines.