

## РАЗРАБОТКА КОНФИГУРИРУЕМОГО ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОТРАБОТКИ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ МАЛОРАЗМЕРНЫМИ ГАЗОТУРБИНЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ

Полтораднев А.С.<sup>1</sup>, Кумарин А.А.<sup>1</sup>, Токарев И.Д.<sup>2</sup>, Давыдов Р.С.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Самарский университет, г. Самара, a.poltoradnev@icloud.com

<sup>2</sup>ООО «Иннопол-технологии», г. Самара

<sup>3</sup>ПАО «РКК «Энергия» имени С.П. Королёва», г. Королёв

*Ключевые слова:* система управления, программно-аппаратный комплекс, МГТД.

В настоящее время существует значительный интерес к беспилотным летательным аппаратам и систем энергоснабжения, в которых в качестве силовой установки рассматривают использование малоразмерных газотурбинных двигателей (МГТД). Исходя из анализа импортных моделей МГТД последние поставляются вместе со специально разработанными системами автоматического управления. Стоит также отметить интерес разработчиков и производителей летательных аппаратов и систем энергоснабжения к «коробочным» решениям МГТД – изделий, комплектуемых всеми необходимыми системами для установки в летательный аппарат в качестве двигательной установки и подключения к главному полетному контроллеру.

Разработка и отладка систем автоматического управления МГТД может потребовать значительного количества времени, особенно если задача состоит в разработке систем автоматического управления для линейки моделей МГТД. Таким образом цель работы состоит в разработке конфигурируемого программно-аппаратного комплекса для отработки систем управления МГТД позволяющего:

- определить параметры исполнительных органов системы автоматического управления и подобрать соответствующие элементы;
- разработать алгоритмы системы автоматического управления и отладить их.

В разработанном комплексе реализована возможность подбора исполнительных органов в широком диапазоне требуемых напряжений и мощности. На рис. 1 приведена структурная схема конфигурируемого программно-аппаратного комплекса.

Разработанный программно-аппаратный комплекс позволяет реализовать следующие основные функции системы управления МГТД:

- управление коллекторным/бесколлекторным двигателем постоянного тока топливного насоса;
- управление коллекторным/бесколлекторным двигателем постоянного тока стартера-генератора;
- управление свечой постоянного накала;
- управление электроклапанами подачи топлива;
- двухстороннее общение по интерфейсу связи с ведущим устройством;
- контроль скорости вращения ротора, температуры выходных газов, температуры элементов системы управления;
- управление и контроль процессом зарядки источника питания.

Предлагается следующей процесс создания системы управления МГТД с использованием разработанного комплекса:

1) для конкретной модели МГТД с использованием комплекса определяют параметры и подбирают исполнительные органы системы управления (стартер, свеча зажигания, топливные клапаны, топливные насосы, необходимые цифровые и аналоговые датчики);

2) разрабатывают или переносят готовые алгоритмы для системы управления МГТД;

3) отлаживают алгоритмы системы управления в сборе с МГТД и подобранными исполнительными органами, при необходимости выполняют огневые испытания;

4) на основании результатов отладки и подобранных исполнительных органов системы управления, а также исходя из требований компоновки и экономической целесообразности создают итоговую печатную плату [1] системы управления МГТД;

5) выполняют перенос встраиваемого программного обеспечения с универсального конфигурируемого модуля на итоговую печатную плату системы управления МГТД, производят необходимую отладку.

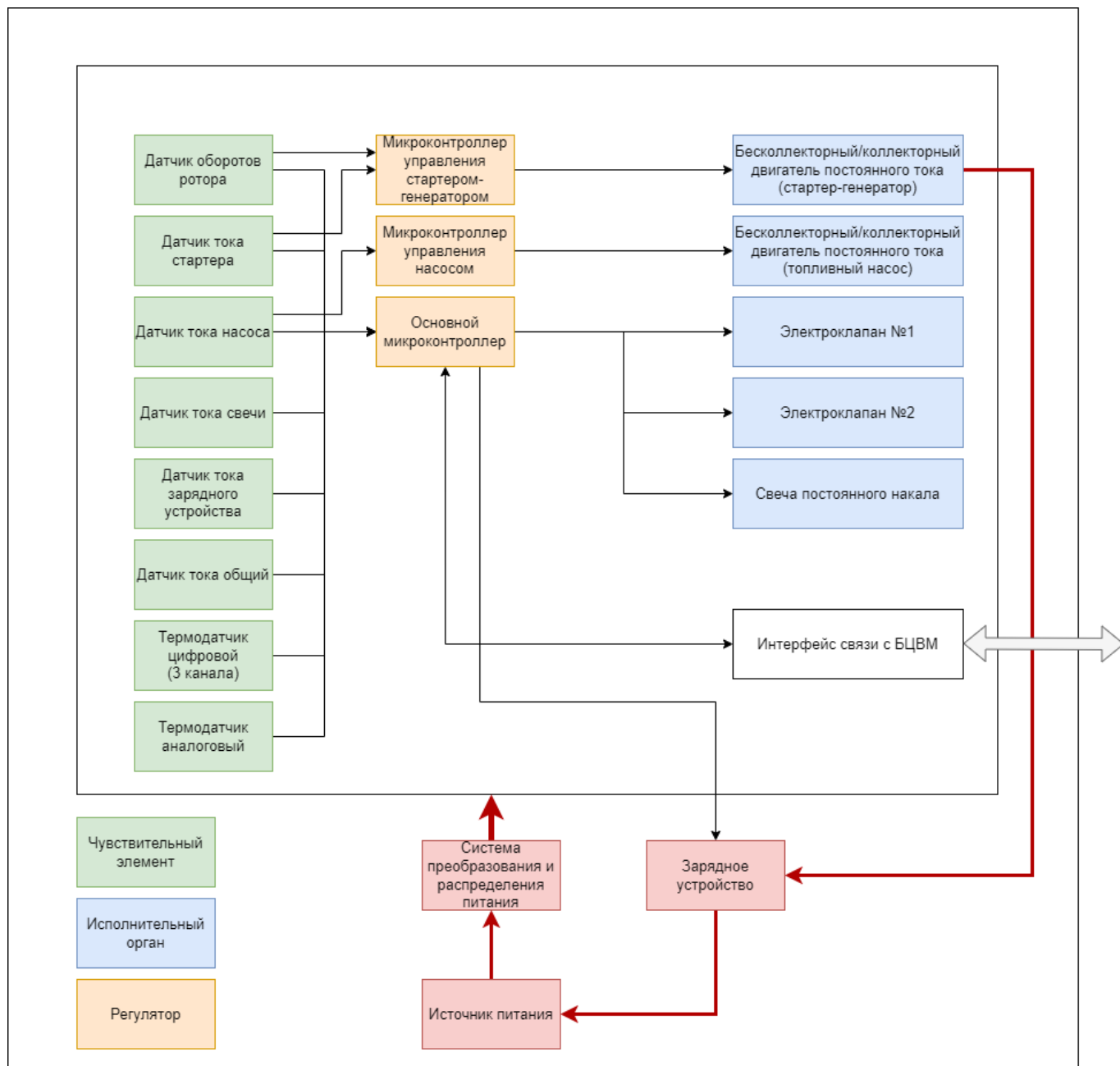


Рисунок 1 – Структурная схема конфигурируемого программно-аппаратного комплекса для обработки СУ МГТД

### Список литературы

1. Илюкин О.А. Российская документация по Altium Designer: учебное пособие [Электронный ресурс]: Вики по Altium. – Австралия: Altium Limited, [2011]. – Режим доступа: [wiki.altium.com](http://wiki.altium.com).

### Сведения об авторах

Полтораднев А.С., аспирант Самарского университета.

Кумарин А.А., аспирант Самарского университета.  
Токарев И.Д., инженер-программист ООО «Иннопол-технологии».  
Давыдов Р.С., инженер II категории отдела разработки и комплексного интегрирования пилотируемых космических комплексов ПАО «РКК «Энергия» имени С.П. Королёва».

## **DEVELOPMENT OF A SOFTWARE-HARDWARE COMPLEX FOR THE DESIGN OF AUTOMATIC CONTROL SYSTEMS FOR MICRO GAS TURBINE ENGINES**

Poltoradnev A.S.<sup>1</sup>, Kumarin A.A., Tokared I.D.<sup>2</sup>, Davydov R.S.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Samara University, Samara, Russia, [a.poltoradnev@icloud.com](mailto:a.poltoradnev@icloud.com)

<sup>2</sup>INNOPOL Co. Ltd., Samara

<sup>3</sup>RSC Energia, Korolev

*Keywords: control system, software-hardware complex, MGTE.*

A configurable software-hardware complex developed for the design of micro gas turbine engine control systems, which allows determining the parameters of the actuators of the automatic control system and selecting the model of the actuators, as well as developing algorithms for the automatic control system and debugging it. The process of creating an MGTE control system using the developed software-hardware complex is proposed.