

**Информация о ходе выполнения работ,
выполняемых по Соглашению № 14.577.21.0198 от 27 октября 2015 г.
о предоставлении субсидии в рамках федеральной целевой программы
«Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития
научно-технологического комплекса России на 2014 - 2020 годы»**

**1 Этап «Определение основных концептуальных принципов построения бортовой
энегопреобразующей аппаратуры»**

Цель первого этапа заключается в определении основных концептуальных принципов построения бортовой энегопреобразующей аппаратуры (ЭПА) в части построения схем преобразователей постоянного напряжения и элементов цифровой системы управления класса Space (микропроцессоры, ПЛИС, микроконтроллеры).

Задачи первого этапа:

1. Проведение аналитического обзора современной научно-технической, нормативной, методической литературы в части:

а) характеристик применяемых в настоящее время в ЭПА КА схем преобразования энергии с «жесткой» коммутацией в части схем преобразования энергии от различных источников;

б) характеристик вариантов высокочастотных схем преобразования энергии с «мягкой» коммутацией;

в) сравнительного анализа характеристик различных схем преобразования энергии;

г) современного состояния отечественной и импортной ЭКБ класса Space (высокочастотных контроллеров широтно-импульсной модуляции, микропроцессоров и микроконтроллеров, программируемых логических интегральных схем (ПЛИС), базовых матричных кристаллов (БМК).

Выпуск аналитического отчета по результатам аналитического обзора современной научно-технической, нормативной, методической литературы в указанной части.

2. Подготовка и выпуск отчета о патентных исследованиях.

3. Проведение исследований в части приобретения материалов и комплектующих для изготовления экспериментального образца. Перечень приобретенных материалов и комплектующих для изготовления экспериментальных образцов.

4. Обоснование и приобретение необходимого прикладного программного обеспечения.

5. Изготовление разработка и согласование с АО «ИСС» списка материалов для изготовления экспериментальных образцов. Приобретение материалов для изготовления экспериментальных образцов.

6. Проведение исследовательских по выбору и запуску процесса приобретения контрольно-измерительного оборудования для проведения исследовательских испытаний экспериментальных образцов модулей и прибора ЭПА МП. Подготовка Технического задания на поставку контрольно-измерительного оборудования и перечня приобретаемого оборудования (АО «ИСС»).

Основополагающее значение первого этапа определяется необходимостью сформулировать концепцию построения энергопреобразующей аппаратуры и выбрать, в основном, класс преобразователей постоянного напряжения и тип микропроцессорного комплекта, которые с высокой степенью вероятности с минимальными рисками обеспечат достижение основных параметров системы электропитания.

Определяется часть необходимых материалов, комплектующих, контрольно-измерительное оборудование и специализированное программное обеспечение.

Интеллектуальная нагрузка на первом этапе возлагается на сбор и анализ информации об основных современных тенденциях в развитии схем интеллектуальной силовой электроники и алгоритмов управления отдельными полупроводниковыми приборами и устройствами в целом, в результате которого определяются основные направления по выбору структуры ЭПА, концепция построения схем базовых dc/dc а также идеология аппаратной реализации отказоустойчивой микропроцессорной системы управления и мониторинга. Результаты аналитического обзора представлены в аналитическом отчете.

Для успешного проведения работ второго и третьего этапов необходимо было определиться с выбором базовых специализированных прикладных программ имитационного моделирования, а также с контрольно-измерительным оборудованием. Данный вид работ в части прикладного программного обеспечения выполняется в отчетном периоде. Работы по выбору и приобретению контрольно-измерительного оборудования носят более длительный характер, в отчетном периоде подготавливается техническое задание и начинается процесс приобретения.

Изготовление экспериментальных образцов модулей ЭПА КА в ходе работ второго этапа требует заблаговременного приобретения базовых комплектующих и основных материалов, это вид работ по выбору и приобретению в соответствии со списком, согласованным с АО «ИСС» выполнен в отчетном периоде.

В результате работ по первому этапу проекта были:

- Выявлены классы схем, принципиально позволяющие обеспечить достижение требований технического задания ПНИЭР, в результате проведения аналитического обзора схем полупроводниковых преобразователей напряжения и микропроцессорных систем управления. Схемотехнические решения, которые могут быть взяты за базовые при построении полупроводниковых преобразователей напряжения, представляют собой комбинацию схем с «жесткой» и «мягкой» коммутациями, что обеспечивает возможность повышения частоты ШИМ и реализацию основных функциональных и конструктивных характеристик энергопреобразующей аппаратуры. Ориентация при построении цифровой системы управления на ПЛИС и АЦ БМК с высокой плотностью логических вентилей позволяет ориентироваться на модульный принцип построения на уровне как энергопреобразующей аппаратуры в целом, так и на уровне единичного преобразователя напряжения, при этом появляется возможность наделять систему управления высоким уровнем интеллектуализации.

- Определены основные тенденции в топологиях и алгоритмах управления преобразователями для энергопреобразующей аппаратуры космических аппаратов по результатам проведения патентных исследований в классе полупроводниковых преобразователей напряжения. Результаты патентных исследований показали, что проведение ПНИЭР актуально, а предполагаемые решения обладают патентной чистотой и определенными техническими преимуществами при решении рассматриваемого класса задач.

- Определена номенклатура основных элементов и материалов, необходимых для создания экспериментальных образцов энергопреобразующей аппаратуры с микропроцессорным управлением для космических аппаратов, осуществлено их приобретение.

- Выявлен необходимый набор прикладных специализированных программ для имитационного моделирования и проектирования энергопреобразующей аппаратуры для космических аппаратов, осуществлено их приобретение.

- Определен необходимый набор контрольно-измерительного оборудования для проведения исследовательских испытаний экспериментальных образцов модулей и прибора ЭПА МП и его приобретение в части организации поставок.

К выполнению работ по проекту привлечены молодые ученые, включая аспирантов и студентов, в возрасте до 39 лет. Средний возраст основных исследователей-исполнителей составил не более 31 года. Доля исследователей до 39 лет — не менее 85 %. Результаты работы были представлены на научно-практической конференции по итогам

реализации в 2015 году прикладных научных исследований и экспериментальных разработок по приоритетным направлениям в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы» в рамках национальной выставки ВУЗПРОМ-ЭКСПО-2015.