

Отзыв научного руководителя

о диссертанте Валиуллине Валерии Владимировиче и его диссертационной работе на тему «Воздействие плазмы электроракетных двигателей на высоковольтные солнечные батареи космических аппаратов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15. – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

В.В. Валиуллин окончил с отличием Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет), институт №2 «Авиационные, ракетные двигатели и энергетические установки» в 2020 году и по окончании стал работать в научно-исследовательском отделе кафедры 208 «Электроракетные двигатели, энергетические и энергофизические установки» (НИО-208) МАИ.

Во время обучения в аспирантуре он участвовал в выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ кафедры по тематике, связанной с исследованиями электроразрядных явлений, возникающими при взаимодействии плазменной струи электроракетного двигателя (ЭРД) с космическим аппаратом (КА). Это позволило ему приобрести необходимые знания и опыт для дальнейших исследований.

Успехи в учебе и результаты научной работы позволили В.В. Валиуллину после окончания института в том же 2020 году поступить в аспирантуру МАИ по специальности 05.07.05 «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

В ходе обучения в аспирантуре Валиуллин В.В. активно и регулярно работал над диссертацией, выступал на различных конференциях, готовил публикации в научных изданиях. В рамках педагогической практики участвовал в выполнении лабораторных и практических работ и самостоятельно проводил занятия и консультации, в том числе организовывал внеучебные творческие занятия со студентами.

По его инициативе на кафедре был создан научно-технический клуб «Импульс», в котором студенты знакомились с особенностями ЭРД и энергоустановок (ЭУ) КА, принимали участие в научной работе кафедры.

В настоящее время Валиуллин В.В. работает инженером в НИО-208 МАИ, участвует в плановых НИР и СЧ ОКР кафедры.

Диссертация Валиуллина В.В. посвящена проблемам воздействия магнитосферной плазмы и плазмы ЭРД на высоковольтные солнечные батареи (БС) КА. Высоковольтные БС с рабочим напряжением от 100 и более вольт в настоящее время являются одним из перспективных направлений развития систем электропитания (СЭП) КА. Это позволяет существенно снизить массу СЭП и, соответственно, увеличить массу полезной нагрузки КА.

Однако увеличение рабочего напряжения БС сопряжено с риском возникновения вторичных дуговых разрядов (ВДР), способных привести к разрушению элементов конструкции высоковольтных БС (ВБС) и значительному снижению их выходной мощности. Такие разряды могут быть

инициированы первичными электростатическими разрядами (ЭСР), возникающими при электризации КА, находящихся в среде геомагнитной плазмы, а также плазмой электроракетных двигателей (ЭРД), которые широко применяются для управления полетом современных КА.

Чтобы обеспечить надежную работу ВБС в космосе, необходимо создать эффективные средства защиты от дуговых разрядов, что является сложнейшей научно-технической и технологической задачей, сопряженной с глубоким изучением физики процессов взаимодействия геомагнитной плазмы и плазмы ЭРД с элементами конструкции ВБС КА.

Успешное решение этих задач создаст условия для перехода на перспективные высоковольтные СЭП и значительно снизит аномалии, происходящие на ВБС КА в околоземном космическом пространстве.

В связи с изложенным **актуальность темы исследования** определяется: в научном плане – необходимостью развития современных теоретических представлений о процессах дугообразования на электродах ВБС, находящихся в плазменной среде ЭСР, в практическом отношении – необходимостью разработки эффективных средств защиты ВБС от дуговых разрядов и методов испытания ВБС в лабораторных условиях.

Целью данной работы является разработка моделей взаимодействия плазмы ЭРД с ВБС КА, формулировка критериев возникновения дуговых разрядов на открытых электродах ВБС.

При этом сформулированы и решены следующие задачи:

1. Разработка математической модели накопления и релаксации электрического заряда в диэлектрических материалах ВБС под действием геомагнитной плазмы и плазмы ЭРД. Численное исследование возможности возникновения электрического пробоя радиационно-заряженного диэлектрика при воздействии на него плазмы ЭРД;

2. Экспериментальное определение токов утечки и условий возникновения дуговых разрядов на положительно и отрицательно смещенных электродах в зависимости от концентрации плазмы, потенциала и материала электродов;

3. Разработка феноменологической модели возникновения и развития электрического разряда на открытых электродах высоковольтной БС, формулирование критериев перехода этого разряда в дуговой режим;

4. Разработка инженерной модели для оценивания потенциалов и токов утечки с электродов полноразмерной высоковольтной БС, определение возможности возникновения дугового разряда между электродами высоковольтной БС.

В рамках работы над диссертацией Валиуллиным В.В. была разработана физико-математическая модель взаимодействия плазмы ЭРД с радиационно-заряженными диэлектриками, с помощью которой получены новые данные о параметрах взаимодействия. Проведены экспериментальные исследования электроразрядных явлений на открытых электродах ВБС, разработана феноменологическая модель развития дуговых разрядов, сформулированы критерии их возникновения. Расчетным путем показано, что на реальных ВБС

КА могут возникать условия для мощных дуговых разрядов, способных привести к значительным разрушениям конструкции ВБС.

Помимо этого, Валиуллиным В.В. была самостоятельно разработана и изготовлена экспериментальная оснастка и система автоматизации эксперимента, позволившая получить необходимые данные о параметрах дуговых разрядах.

С использованием предложенных моделей и критериев возникновения дуговых разрядов на ВБС разработана и успешно реализована Программа-методика испытаний ВБС перспективного КА с ЭРД (акт внедрения АО «Сатурн» № 45/22-24 от 30.09.2024).

Результаты диссертационной работы Валиуллина В.В. прошли апробацию на 11 международных и российских конференциях.

По теме диссертации опубликовано 5 работ в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК РФ. Из них 4 работы опубликовано по научной специальности 2.5.15. «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов» (технические науки) и 1 работа по смежной научной специальности 1.3.8. «Физика конденсированного состояния» (физико-математические, технические науки).

Работа отвечает всем требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям.

На основании вышеизложенного считаю, что Валиуллин Валерий Владимирович является квалифицированным специалистом в области обеспечения ресурса и надежности энергетических установок летательных аппаратов (п.12,15,20 паспорта специальности 2.5.15.) и заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15. – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Научный руководитель, заведующий кафедрой 208 «Электроракетные двигатели, энергетические и энергофизические установки» МАИ, доцент, доктор технических наук

Подпись А.Б. Надирадзе заверяю

Директор дирекции Института №2 «Авиационные, ракетные двигатели и энергетические установки» МАИ


24.09.24.

А.Б. Надирадзе



В.П. Монахова