



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ КОРПОРАЦИЯ  
«КОСМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА,  
ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ И ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ  
КОМПЛЕКСЫ» имени А.Г. ИОСИФЬЯНА»  
(АО «Корпорация «ВНИИЭМ»)



Хорошный тупик, д. 4, стр. 1, Москва, 107078  
Тел.: (495) 608-84-67, (495) 365-56-10; Факс: (495) 624-86-65, (495) 366-26-38  
e-mail: info@vniiem.ru; http://www.vniiem.ru  
ОКПО 04657139; ОГРН 5117746071097; ИНН/КПП 7701944514/770101001

14.06.18 № 68-Н/87

На № 010/15-19 от 16.05.19

Ученому секретарю диссертационного совета  
Д212.125.14 ГБОУ ВО «МОСКОВСКИЙ  
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ (национальный  
исследовательский университет)» (МАИ)

к. ф.- м. н. Гидаспову В.Ю.

Волоколамское ш., д. 4  
Москва, А-80, ГСП-3, 125993

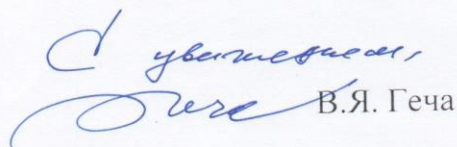
Отзыв на автореферат

Уважаемый Владимир Юрьевич!

Представляю Вам отзыв на автореферат диссертации Абгаряна Микаэла Варгановича «Численное моделирование струи разреженной плазмы, исходящей из электрореактивного двигателя», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы.

Приложение: упомянутый «Отзыв...» в 2 экз., на 2 листах.

Заместитель генерального директора  
по научной работе, д.т.н., проф.

  
В.Я. Геча

ОБЩИЙ ОТДЕЛ МАИ

Вх. № 17.06.19 09219

Хромов Александр Викторович  
(963) 760-66-98



## Отзыв

на автореферат диссертации Абгаряна Микаэла Вартановича  
«Численное моделирование струи разреженной плазмы, исходящей из  
электрореактивного двигателя», представленной на соискание ученой  
степени кандидата физико-математических наук по специальности  
01.02.05 «Механика жидкости, газа и плазмы»

Работа посвящена моделированию плазменной струи, истекающей из стационарного плазменного двигателя (СПД). Двигатели такого типа были созданы в России под руководством Морозовым А.И., сотрудника Института атомной энергии имени И.В. Курчатова. СПД являются двигателями малой тяги, которые получили широкое применение не только в России, но и США, Франции и др. Впервые они были испытаны в 1972 г. в составе КА «Метеор», и в последующие годы работали на КА типа «Метеор», «Метеор - Природа» и других КА, созданных во ВНИИЭМ. Двигатели данного типа работают в составе корректирующих двигательных установок современных КА «Канопус-В» и будут в дальнейшем применяться на борту ряда перспективных КА АО «Корпорация «ВНИИЭМ». Также российские СПД широко применяются в системах коррекции отечественных и зарубежных геостационарных КА. Для всех перечисленных КА важными являются вопросы взаимодействия струй работающих СПД с элементами конструкции и системами КА. Для решения этих вопросов необходимо иметь модели струи СПД для расчета параметров ускоренных ионных потоков в окрестности КА.

При всех своих положительных качествах СПД обладают большой расходимостью струи. Кроме того, в соответствии с известным механизмом образования т.н. ионов перезарядки в струе образуются вторичные ионы, которые создают так называемые обратные потоки ионов, заполняющие окружающее двигатель пространство и способные влиять на аппаратуру КА. Поэтому, тема диссертации Абгаряна Микаэла Вартановича является весьма актуальной.

Диссертантом в качестве метода определения искомых распределений параметров ускоренных и вторичных потоков плазмы был выбран аппарат модельных кинетических уравнений. Он базируется на решении системы кинетических уравнений Больцмана для определения функций распределения частиц в плазме струи СПД. По сравнению с широко распространенными в настоящее время статистическими методами моделирования, выбранный автором диссертации метод моделирования процессов в струе СПД является более строгим и обоснованным.

Автором разработана трехмерная нестационарная расчетная модель для моделирования движения частиц в струе СПД, верифицированная по результатам измерений параметров плазменной струи наиболее распространенного в мире двигателя

ОБЩИЙ ОТДЕЛ МАИ  
Вх. №  
17 06 2019



СПД-100 и не имеющая аналогов в настоящее время. Она учитывает колебания параметров ионного потока в струе с учетом влияния колебаний разрядного тока на истекающий из двигателя ионный поток. Поэтому данные концентрации плазмы в струе, полученные в результате численного моделирования, наглядно отображают существенно нестационарный характер течения. Данная расчетная модель позволяет также использовать рассчитываемые функции распределения ионов и нейтралов для определения пространственных распределений концентрации и потоков частиц на попадающие в струю элементы конструкции, обратных потоков ионов. Таким образом, полученные в работе результаты имеют несомненную научную ценность и прикладную значимость.

В качестве замечания, касающегося изложения содержания работы в автореферате, можно отметить следующее.

1. На с.8 автореферата (глава 1) при описании принципиальной схемы СПД-100, как источника плазменной струи, не выделены существенные для дальнейшей математической постановки задачи параметры самого СПД или ионного потока в струе. Поэтому из автореферата не вполне ясно, при каких ограничениях на диапазон расхода рабочего тела, значение напряженности электрического поля и др. параметры решаются уравнения (1) для распределения ионов и нейтралов, или же такие ограничения отсутствуют и полученные в работе результаты применимы ко всем типам СПД и режимам их работы.

Сделанное замечание, безусловно, не снижает ценности проведенного на высоком уровне исследования и полученных новых результатов численного моделирования.

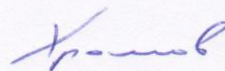
Таким образом, судя по автореферату, рассмотренная диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, удовлетворяющую всем требованиям ВАК, а ее автор, Абгарян Микаэл Варданович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 «Механика жидкости, газа и плазмы».

Заместитель генерального директора  
АО «Корпорация «ВНИИЭМ»  
по научной работе д.т.н., проф.



В.Я. Геча

Главный конструктор КА, к.т.н.



А.В. Хромов