

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертационный совет: Д 212.125.08

Соискатель: Кожевников Владимир Владимирович

Тема диссертации: Выбор параметров разрядной камеры высокочастотного ионного двигателя

Специальность: 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов»

Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации:
На заседании 26 декабря 2017 года диссертационный совет пришёл к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, и принял решение присудить Кожевникову Владимиру Владимировичу ученую степень кандидата технических наук.

Присутствовали: *председатель диссертационного совета* Равикович Ю.А., *ученый секретарь диссертационного совета* Зуев Ю.В., члены диссертационного совета: Абашев В.М., Агульник А.Б., Демидов А.С., Козлов А.А., Коротеев А.А., Кочетков Ю.М., Краев В.М., Лесневский Л.Н., Молчанов А.М., Мякочин А.С., Надирадзе А.Б., Назаренко И.П., Ненарокомов А.В., Никитин П.В., Попов Г.А., Силуянова М.В., Тазетдинов Р.Г., Тимушев С.Ф., Хартов С.А., Чванов В.К.

Ученый секретарь диссертационного
совета Д 212.125.08, д.т.н., профессор

Зуев Ю.В.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.08,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»
МИНИСТЕРСТВА ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 26.12.2017г. № 40

О присуждении Кожевникову Владимиру Владимировичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Исследование локальных параметров плазмы в разрядной камере высокочастотного ионного двигателя малой мощности» по специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов» принята к защите 19.10.2017г. (протокол заседания №33) диссертационным советом Д 212.125.08, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ) Министерства образования и науки Российской Федерации (Минобрнауки РФ), 125993, г. Москва, А-80, ГСП-3, Волоколамское шоссе, д. 4, приказы Минобрнауки РФ: о создании диссертационного совета – №2249-1460 от 02.11.2007г., об изменении состава диссертационного совета – №1986-540/1460 от 21.11.2008г., о продлении срока действия диссертационного совета – №1925-601 от 08.09.2009г., о соответствии диссертационного совета Положению о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук – №105/нк от 11.04.2012г., об изменении состава диссертационного совета – №508/нк от 22.08.2012г., об изменении состава диссертационного совета – №548/нк от 06.10.2014г., об изменении состава диссертационного совета – №1017/нк от 20.10.2017г.

Соискатель Кожевников Владимир Владимирович, 1990 года рождения, работает ассистентом в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» Министерства образования и науки Российской Федерации.

В 2013 году соискатель окончил с отличием федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», в 2017 году соискатель окончил аспирантуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

Диссертация выполнена на кафедре «Электроракетные двигатели, энергетические и энергофизические установки» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» Министерства образования и науки Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук Хартов Сергей Анатольевич, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», кафедра «Электроракетные двигатели, энергетические и энергофизические установки», профессор.

Официальные оппоненты:

- Ходненко Владимир Павлович, доктор технических наук, профессор, акционерное общество «Научно-производственная корпорация «Космические системы мониторинга, информационно-управляющие и электромеханические комплексы» имени А.Г. Иосифьяна», отдел 21, главный научный сотрудник;

- Духопельников Дмитрий Владимирович, кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», кафедра «Плазменные энергетические установки», доцент

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Государственный научный центр Российской Федерации - федеральное государственное унитарное предприятие «Исследовательский центр имени М.В. Келдыша», г. Москва, в своем положительном отзыве, подписанном Семёнкиным Александром Вениаминовичем, доктором технических наук, заместителем генерального директора по космическим аппаратам и энергетике – начальником отделения 3, Ловцовым Александром Сергеевичем, кандидатом физико-математических наук, начальником отдела 120 и утвержденном Генеральным директором Кошлаковым Владимиром Владимировичем, указала, что диссертационную работу В.В. Кожевникова характеризует актуальность тематики, новизна сравнительного экспериментального исследования и практическая значимость полученных результатов. Диссертационная работа В.В. Кожевникова представляет собой научно-квалификационную работу, в которой решена актуальная научно-техническая задача. Результаты диссертационной работы В.В. Кожевникова рекомендуется использовать в научной и производственной деятельности таких предприятий, как ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша», МАИ, занимающихся исследованиями и разработкой ионных двигателей. Часть результатов может быть отражена при чтении специальных курсов в МФТИ, МАИ, МЭИ, МИРЭА, МГТУ им. Н.Э. Баумана и других ВУЗах. Диссертационная работа соответствует требованиям «Положения о присуждении учёных степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Кожевников Владимир Владимирович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Соискатель имеет 22 опубликованные работы, все по теме диссертации, общим объемом 6,5 п.л., из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 9 работ. Из 22 научных работ соискателя: 6 – статьи в рецензируемых научных изданиях из рекомендованного ВАК перечня; 3 – статьи в рецензируемых иностранных изданиях, входящих в международные реферативные базы (Scopus); 1 – патент на полезную модель; 12 – тезисы докладов на научных конференциях. Все работы опубликованы в соавторстве. Научные работы соискателя описывают интегральные и локальные

исследования лабораторного образца высокочастотного двигателя и его параметров. Основным авторским вкладом Кожевникова В.В. является разработка методики диагностики высокочастотного индукционного разряда многоэлектродными электростатическими зондами, приведение результатов экспериментов – двумерных распределений локальных параметров (температуры и концентрации электронов) в плазме двигателя и интегральных зависимостей мощности двигателя от массового расхода ксенона, описание численной модели расчёта параметров в плазме разрядной камеры двигателя.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах.

Наиболее значимые работы:

1. Кожевников В.В., Смирнов А.А., Смирнов П.Е., Черный И.А. Автоматизированная система диагностики параметров выходного пучка радиочастотного ионного двигателя // Труды МАИ – 2014. – № 75. – 24 с. URL: <http://www.mai.ru/science/trudy/published.php?ID=49699>.

2. Кожевников В.В., Хартов С.А. Исследование многоэлектродными зондами локальных параметров плазмы в разрядной камере высокочастотного ионного двигателя малой мощности // Известия Российской академии наук. Энергетика. – 2016. – № 2. – С. 26-33.

3. Антропов Н.Н., Ахметжанов Р.В., Богатый А.В., Гришин Р.А., Кожевников В.В., Плохих А.П., Попов Г.А., Хартов С.А. Экспериментальные исследования высокочастотных ионного двигателя // Известия Российской академии наук. Энергетика. – 2016. – № 2. – С. 4-14.

4. Кожевников В.В., Хартов С.А. Исследование локальных параметров плазмы в разрядной камере высокочастотного ионного двигателя малой мощности // Известия Российской академии наук. Энергетика. – 2017. – № 3. – С. 13-20.

5. Кожевников В.В., Смирнов П.Е., Суворов М.О., Хартов С.А. Разработка высокочастотного ионного двигателя, работающего на атмосферных газах // Известия Российской академии наук. Энергетика. – 2017. – № 3. – С. 5-12.

6. Канев С.В., Кожевников В.В., Хартов С.А. Физико-математическая модель процессов в ионизационной камере электроракетного двигателя,

использующего атмосферные газы в качестве рабочего тела // Известия Российской академии наук. Энергетика. – 2017. – № 3. – С. 21-30.

7. Antropov N.N., Akhmetzhanov R.V., Kozhevnikov V.V., et al. *Experimental research of radio-frequency ion thruster* (Conference Paper) // Proceedings of the International Astronautical Congress; Guadalajara; Mexico; 26 September 2016 through 30 September 2016; Code 126413. – ISSN: 00741795 Publisher: International Astronautical Federation, IAF

8. Antropov N.N., Akhmetzhanov R.V., Kozhevnikov V.V., et al. *Experimental research of radio-frequency ion thruster* // Thermal Engineering, Volume 63, Issue 13, 1 December 2016, pp. 957-963. ISSN: 00406015. DOI: 10.1134/S0040601516130036

9. Kozhevnikov V., Khartov S., Suvorov M., Cherniy I. *Plasma Local Parameters Measuring in the Low Power Radio-frequency Ion Thruster's Discharge Chamber* // Procedia Engineering, Volume 185, 2017, pp. 432-437. / URL: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.05.070>.

10. Гаврюшин В.М., Кожевников В.В., Нигматзянов В.В. и др. Патент на полезную модель – №158759 РФ. Ионно-плазменный двигатель. Заявитель: Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет). – № 2014142905, Заяв. 24.10.2014, Опубл. 20.01.2016, Бюл. № 2.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

Отзыв на диссертацию ведущей организации, Государственного научного центра Российской Федерации - федерального государственного унитарного предприятия «Исследовательский центр имени М.В. Келдыша» (ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша»). В качестве замечаний по диссертационной работе отмечается:

1. Автор относит к новизне работы разработку методики исследования локальных параметров плазмы в РК ВЧ ИД с применением тройного электростатического зонда, однако, приведенная методика не имеет принципиальных отличий от способов изучения ВЧ-разряда в РК ИД другими исследователями.

2. Предложенную численную модель, позволяющую построить двумерные распределения локальных параметров плазмы в РК ВЧИД малой

мощности, также нельзя отнести к новизне, поскольку используется готовый программный продукт, в котором автор задает геометрию и граничные условия своей модели.

3. При разработке тройного зонда расстояние между зондами было выбрано равным 0.2 мм. При этом в работе приводятся данные по режимам, в которых радиус Дебая превышает 0.05 мм. Так как размер возмущённой области плазмы вокруг зонда может составлять несколько радиусов Дебая, в отдельных режимах условие независимости отдельных электродов трёхэлектродного зонда не выполнялось.

4. Средняя длина пробега ионов в работе оценивается по газокинетическому сечению столкновения иона с нейтралом. При этом не учитываются столкновения перезарядки, сечение которых при энергиях ионов, характерных для ВЧ-разряда, выше газокинетического. Также вывод об отсутствии столкновений ионизации и рекомбинации в слое ошибочно делается на основе оценки длины пробега столкновений ионов с нейтралами, а не с электронами. С учётом этого для выбора параметров зонда необходимо было провести более аккуратные и подробные оценки.

Отзыв на диссертацию официального оппонента доктора технических наук, профессора Ходненко Владимира Павловича. Замечания по диссертационной работе:

1. Ограничения условий проведения эксперимента не позволили автору провести измерения локальных параметров в номинальном режиме работы двигателя. В результате чего не удалось получить истинные количественные параметры, необходимые для моделирования рабочего процесса. Необходимо было бы попробовать обойти эти ограничения, чтобы результаты эксперимента более точно отражали реальный режим работы ВЧИД.

2. Предложенная автором упрощённая численная модель не предполагает возможность расчёта режима работы двигателя с извлечением ионного пучка, что ограничивает интерес к ней. С практической точки зрения следовало бы рассмотреть в модели именно процесс извлечения пучка в ходе работы двигателя.

3. Автору следовало бы привести больше случаев применения ВЧИД в составе реальных ЭРДУ. Например, самый первый запуск ВЧИД «RIT-10» на борту спутника «EURECA» в 1992 году.

4. Текст диссертации содержит ряд опечаток (например, на стр. 6 стоит запятая в словосочетании «наиболее оптимальные параметры», на стр. 81 искажён порядок букв в слове «зондодержатель», на стр. 98 пропущен предлог «на» перед «рис. 2.32 и 2.33»).

Отзыв на диссертацию официального оппонента кандидата технических наук, доцента Духопельникова Дмитрия Владимировича. Замечания по диссертационной работе:

1. Расчёт геометрических параметров тройного электростатического зонда проведен только для обобщенных параметров плазмы ВЧИД, полученных из работ других авторов в условиях, отличающихся от параметров в разрядной камере ВЧИД малой мощности (см. раздел 2.4.2 диссертации). Автором не проведена проверка погрешности зонда при измеренных в ходе эксперимента физических условиях. При оценке погрешности не учитывается входной ток усилителя осциллографа (и не обосновывается пренебрежение этим током). Данный ток является током зонда P2, который принимается за ноль.

2. Автором проведены исследования при ограничении уровня напряжения на эмиссионном электроде, вызванном возможным пробоем изоляции в разделительном трансформаторе. Следовало бы рассмотреть возможности модернизации системы зондовых измерений с тем, чтобы проводить эксперимент с номинальной разностью потенциалов в ИОС. Измерение параметров плазмы при номинальном режиме работы модели ВЧИД представляет большой интерес, поскольку в этом режиме количественные изменения локальных параметров плазмы в разрядной камере, очевидно, проявились бы ещё сильнее.

3. Предложенная численная модель имеет множество допущений, снижающих её точность, она позволяет только количественно судить о поведении концентрации плазмы. Необходимо было бы при ее разработке учитывать характер поведения температуры электронов, полученный в экспериментальной части работы.

4. В тексте диссертации имеются ряд неточностей и недоработок, снижающих ценность диссертационной работы. Так на рисунке 2.1 со схемой конструкции лабораторной модели ВЧИД отсутствует метка позиции «4» при этом метка позиции «3» повторяется два раза. Эта ошибка может усложнить восприятие схемы двигателя. На рисунках 2.25-2.29 указаны двумерные распределения температуры и концентрации электронов в плазме. Изменения параметров на графиках показаны только цветом, для наглядности следовало добавить изолинии температур и концентрации, как это было сделано автором в одной из его предыдущих работ. На странице 73 ошибочно указано «Соотношение токов U_1+U_2 и U_1+U_3 ...» вместо «Соотношение токов I_1+I_2 и I_1+I_3 ...». На странице 71 диссертации, а также в автореферате, указывается, что тройной электростатический зонд «...обеспечивает измерение трёх точек на зондовой характеристике: точки плавающего потенциала φ_f (является опорной точкой системы) и двух точек токов насыщения». В действительности, измеряется точка плавающего потенциала φ_f , точка ионного тока насыщения и точка между плавающим потенциалом и электронной ветвью насыщения.

Отзыв на автореферат диссертации федерального государственного унитарного предприятия «Опытное конструкторское бюро «Факел» (ФГУП ОКБ «Факел»), составленный Гниздором Р.Ю., старшим научным сотрудником отдела 301 и утверждённый ВрИО генерального конструктора ФГУП ОКБ «Факел» Жасан В.С., содержит одно замечание:

В диссертации отсутствуют данные по прогнозным ресурсным характеристикам разработанной инженерной модели ВЧИД ММ при обосновании допустимых изменений при проектировании ВЧИД.

Отзыв на автореферат диссертации Гарберы Станислава Николаевича, кандидата технических наук, заместителя начальника расчетного отдела акционерного общества «Конструкторское бюро химавтоматики» (АО КБХА), содержит следующие замечания:

1. В работе отсутствуют конкретные рекомендации по модернизации конструкции разрабатываемых ВЧИД с учетом полученных экспериментальных данных.

2. Фотография двигателя в типографской копии автореферата, приведённая на рис. 1а, слишком затемнена. Это затрудняет восприятие

конструкции двигателя. Диссертант должен был также привести в автореферате схему двигателя для большей наглядности.

Отзыв на автореферат диссертации акционерного общества «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнёва» (АО «ИСС»), составленный Головёнкиным Евгением Николаевичем, доктором технических наук, профессором, главным ученым секретарем НТС, Урусовым Владимиром Михайловичем, начальником группы проектирования и эксплуатации систем коррекции КА и утвержденный Косенко В.Е., доктором технических наук, профессором, первым заместителем генерального директора – первым заместителем генерального конструктора АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнёва», содержит одно замечание:

Из материалов автореферата не ясно, каким образом полученные экспериментальные распределения температуры и концентрации электронов плазмы в разрядной камере ВЧИД могут быть использованы для определения путей снижения затрат на ионизацию по сравнению с имеющимися образцами двигателей.

Отзыв на автореферат диссертации акционерного общества «Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина» (АО «НПО Лавочкина»), составленный Сыроевым Валентином Константиновичем, доктором технических наук, ведущим научным сотрудником АО «НПО Лавочкина» и утверждённый заместителем генерального директора – генеральным конструктором АО «НПО Лавочкина», кандидатом технических наук Ширшаковым А.Е., содержит следующие замечания:

1. Нет сравнения предложенной контактной методики измерений с бесконтактными оптическими методиками измерений характеристик разрядной плазмы.

2. Непонятно, почему автор опубликовал свои результаты только в одном журнале (Известия Российской академии наук – Энергетика).

Отзыв на автореферат диссертации Будаева Вячеслава Петровича, доктора физико-математических наук, ведущего научного сотрудника Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» содержит одно замечание:

В диссертационной работе экспериментально не исследованы эффекты низкочастотной плазменной турбулентности, которые могут влиять на флуктуации распределения локальных параметров плазмы.

Отзыв на автореферат диссертации Сухова Ю.И., кандидата технических наук, ведущего научного сотрудника ПАО «Ракетно-космическая корпорация «Энергия» им. С.П. Королёва» (ПАО «РКК «Энергия») и **Щербины П.А.**, инженера-конструктора 1 категории ПАО «РКК «Энергия» содержит следующие замечания:

1. Полученные распределения локальных параметров в плазме разрядной камеры ВЧИД недостаточно увязаны с интегральными параметрами двигателя. Так наличие оценок подобной связи позволило бы автору судить о влиянии локальных параметров на тяговые характеристики и ресурс двигателя.

2. Следовало сделать иллюстрации экспериментальных распределений более наглядными и привести в автореферате графики (помимо двумерных распределений, присутствующих в нём) или таблицы с величинами локальных параметров. Масштаб рисунков в автореферате с двумерными распределениями мал, из-за чего количественные результаты экспериментального исследования затруднительно оценивать.

Выбор официальных оппонентов обосновывается их компетентностью в отрасли науки, к которой относится диссертационная работа Кожевникова В.В., что подтверждается их научными публикациями в данной области.

Первый оппонент – Ходненко Владимир Павлович – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник отдела 21 акционерного общества «Научно-производственная корпорация «Космические системы мониторинга, информационно-управляющие и электромеханические комплексы» имени А.Г. Иосифьяна». Оппонент является специалистом в области разработки электроракетных двигателей, оценки применимости двигательных установок с разными типами электроракетных двигателей для решения поставленных перед космическим аппаратом задач. Ходненко В.П. непосредственно участвует в разработке и экспериментальной отработке корректирующих двигательных установок на базе электроракетных двигателей, что позволяет ему в полной мере оценить диссертационную работу Кожевникова В.В..

Второй оппонент – Духопельников Дмитрий Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Плазменные энергетические установки», федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)». Духопельников Д.В. также является исполнительным директором научно-образовательного центра МГТУ им. Н.Э. Баумана «Ионно-плазменные технологии» и начальником лаборатории «Технология плазменных покрытий и источников плазмы». Активно работая в области электроракетных двигателей и ионно-плазменных технологий, оппонент опубликовал большое количество трудов по этой тематике, а обширный практический опыт в диагностике плазменных образований позволяет ему оценить все аспекты диссертационной работы Кожевникова В.В., посвящённой исследованию, экспериментальному и теоретическому, локальных параметров плазмы высокочастотного двигателя.

Выбор ведущей организации – государственный научный центр Российской Федерации федеральное государственное унитарное предприятие «Исследовательский центр имени М.В. Келдыша» – обоснован её достижениями в практике и теории создания широкого ряда электроракетных двигателей разных типов. Так глубокая теоретическая проработка создаваемых двигателей и развитая экспериментальная база и, как следствие, практические результаты собственных разработок позволяют сотрудникам ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша» в полной мере оценить все экспериментальные и теоретические результаты диссертационной работы. ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша» является одним из крупнейших научно-исследовательских институтов в области ракетного двигателестроения и космической энергетики.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана экспериментальная методика, позволяющая измерять локальные параметры в плазме разрядной камеры высокочастотного ионного двигателя; с помощью данной методики впервые проведены измерения локальных параметров плазмы в разрядной камере высокочастотного двигателя малой мощности в двигательном режиме (с извлечением ионов из разряда);

предложена и верифицирована по экспериментальным данным численная модель построения двумерных распределений концентрации заряженных частиц в разрядной камере высокочастотного двигателя, которую можно использовать на этапе эскизного проектирования новых двигателей.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказано изменение концентрации и температуры электронов в плазме разрядной камеры высокочастотного двигателя при переходе от режима генерации плазмы к двигательному режиму – с извлечением ионного тока;

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс существующих базовых методов исследования, в том числе доработанная методика проведения эксперимента по определению локальных параметров плазмы, аналитические и графические методы обработки и представления экспериментальных данных, численные методы моделирования;

изучено два режима работы двигателя (с извлечением и без извлечения ионного пучка – режим генерации плазмы и двигательный) при разных уровнях расхода рабочего тела – ксенона; получен набор двумерных распределений температуры и концентрации электронов, использованный для верификации модели расчета процессов в разрядной камере.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработана и испытана методика измерения, использующая тройной электростатический зонд, регистрирующая и визуализирующая распределения температуры и концентрации электронов в плазме разрядной камеры высокочастотного двигателя.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены на сертифицированном оборудовании с применением корректной методики измерения параметров плазмы и современных методик сбора, обработки и визуализации данных.

Личный вклад соискателя состоит в:

- разработке лабораторной модели высокочастотного ионного двигателя, пригодного для проведения зондовой диагностики плазмы в разрядной камере;
- разработке и подтверждении применимости методики исследования локальных параметров плазмы высокочастотного ионного двигателя с использованием тройного электростатического зонда;
- проведении экспериментальных исследований, представленных в диссертационной работе, и в анализе полученных экспериментальных данных;
- разработке и верификации численной модели построения двумерных распределений параметров заряженных частиц в камере высокочастотного ионного двигателя.

На заседании 26 декабря 2017 года диссертационный совет принял решение присудить Кожевникову В.В. ученую степень кандидата технических наук.

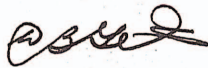
При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 22 человек, из них 9 докторов наук по специальности 05.07.05 – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов», участвовавших в заседании, из 28 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за - 22, против - 0, недействительных бюллетеней - 0.

Председатель
диссертационного совета



Равикович Юрий Александрович

Ученый секретарь
диссертационного совета



Зуев Юрий Владимирович

26 декабря 2017 года

И.о.начальника отдела УД МАИ

Т.А. Аникина

