

Форма сбора сведений, отражающая результаты научной деятельности
организации в период с 2015 по 2017 год,
для экспертного анализа

Организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Южно-Уральский федеральный научный центр минералогии и геоэкологии
Уральского отделения Российской академии наук
ОГРН: 1027403877270

I. Блок сведений об организации

п/п	Запрашиваемые сведения	Характеристика
РЕФЕРЕНТНЫЕ ГРУППЫ ОРГАНИЗАЦИИ		
1	Тип организации	Научная организация
2	Направление деятельности организации	2. Гидро- и аэродинамика, микромеханика Все дальнейшие сведения указываются исключительно в разрезе выбранного направления.
2.1	Значимость указанного направления деятельности организации	5%.
3	Профиль деятельности организации	II. Разработка технологий
4	Информация о структурных подразделениях организации	Отдел фундаментальных проблем аэрокосмических технологий (далее - Отдел). Направления деятельности данного Отдела: аэро-, газо-, гидродинамика и тепломассо- обмен, ракетно-космические технологии.

5	Информация о кадровом составе организации	<p>- общее количество работников организации; 2015 г. – 229 2016 г. – 223 2017 г. – 213</p> <p>- общее количество научных работников (исследователей) организаций: 2015 г. – 98 2016 г. – 97 2017 г. – 93</p> <p>- количество научных работников (исследователей), работающих по выбранному направлению, указанному в п.2: 2015 г. – 14 2016 г. – 14 2017 г. – 14</p>
6	Показатели, свидетельствующие о лидирующем положении организации	<p>Разработан комплексный метод моделирования гидродинамики течений со свободными границами, включающий в себя:</p> <ul style="list-style-type: none"> – изучение физических явлений при старте и движении изделий в воде; – физическое моделирование: разработку безразмерных критериев и требований к проведению испытаний моделей изделий на различных гидродинамических установках страны; – математическое моделирование: разработку программно-математического обеспечения, задание параметров изделия (геометрии, энергосистемы старта), условий старта и движения в воде; – сопоставление результатов испытаний моделей изделия с результатами численных расчетов; – разработку предложений и рекомендаций по оптимизации старта и движения в воде изделий (баллистических и крылатых ракет с подводным стартом, торпед). <p>Разработана и протестирована методика математического моделирования газодинамических процессов в многоблочных струях продуктов сгорания ракетных двигателей при старте ракет космического назначения с учетом химической кинетики горения керосин-кислородной смеси в камере сгорания и учетом догорания продуктов сгорания с кислородом воздуха.</p> <p>Разработаны методики моделирования высотного гиперзвукового обтекания тел с учетом физико-химических превращений, а также с учетом интерференции скачков уплотнения между собой.</p> <p>Получены новые результаты исследований влияния структурных особенностей углерод-углеродных</p>

	<p>композиционных материалов (УУКМ) на изменение форм гиперзвуковых летательных аппаратов в процессе абляции, при этом на основе результатов рентгеноструктурных и электронно-микроскопических исследований УУКМ предложена методика оценки влияния степени графитации УУКМ на скорость уноса материала с поверхности наконечников гиперзвуковых летательных аппаратов (ЛА) на траектории, а также методика пересчета распределения пор, раковин и других дефектов в материале к параметрам шероховатости, используемым при расчетах обгарных форм носовых частей гиперзвуковых ЛА на траектории. С использованием полученных параметров проведены расчетные оценки осесимметричных и асимметричных обгарных форм и соответствующих аэродинамических характеристик модельного ЛА.</p> <p>Проведено исследование влияния малых искажений поверхности гиперзвуковых летательных аппаратов, исходных или в процессе абляции, на положение продольной координаты центра давления.</p> <p>Разработаны модель тепломассообмена с учетом термохимического разложения тепловой защиты и методика расчета кинетических констант реакций при протекании реакций в высокотемпературных газовых потоках, проведена апробация на экспериментально подтвержденных примерах.</p> <p>Исследовано влияние наличия дисперсной фазы во внешнем потоке на теплообмен и эрозионное разрушение поверхности гиперзвукового летательного аппарата;</p> <p>Предложен вероятностный подход к прогнозу изменения свойств материалов тепловой защиты летательных аппаратов в процессе старения с целью учета отличий тепловых режимов для материалов с измененными свойствами по сравнению с рассчитанными для исходных свойств.</p> <p>Разработанные на базе этих методов технологии и программные комплексы внедрены в практику проектирования подводных аппаратов различного назначения и гиперзвуковых летательных аппаратов стратегическим партнёром АО "ГРЦ Макеева".</p>
--	---

II. Блок сведений о научной деятельности организации (ориентированный блок экспертов РАН)

п/п	Запрашиваемые	Характеристика
-----	---------------	----------------

Сведения		
НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОРГАНИЗАЦИИ		
7	Наиболее значимые научные результаты, полученные в период с 2015 по 2017 год.	<p>1) Для проектирования самоходных подводных аппаратов разработаны методы физического и математического моделирования нестационарных течений со свободными границами с межфазовым взаимодействием на поверхности раздела фаз «горячий газ – вода», разработана физическая модель исследуемого явления, уравнения и краевые условия, адекватно описывающих это явление, численный метод и про-граммы для решения задачи на ЭВМ. Процессы тепломассообмена в двухфазных потоках осуществляются на поверхностях раздела фаз. Переносимая теплота из газового потока вследствие конвективной диффузии подводится к пограничному слою жидкости и переносится вследствие теплопроводности внутрь жидкости. Разработаны методы физического моделирования гидродинамики подводного старта и запуска двигателя в воду. Впервые изучены: механизм передачи теплоты, отведённой от газа к жидкости, механизм конвекции и механизм массообмена (конденсация и испарение); влияние градиентности температуры внутри жидкости, на поверхности раздела фаз; связь процесса массопередачи с процессами межфазовой теплопередачи и общим тепловым балансом; гидрогазодинамические процессы по результатам испытаний за-пуска двигателя в затопленный водой контейнер.</p> <p>2) Проведено численное моделирование параметров сверхзвукового и гиперзвукового потоков в зоне отрыва перед щитками, расположенными в кормовой части летательных аппаратов. Показано, что максимальные величины давления на поверхности щитка в указанной зоне могут в 2-3 раза превышать давление торможения за прямым скачком уплотнения в критической точке летательного аппарата.</p> <p>3) Разработана математическая модель турбулентности с учетом схемы химических процессов для много-компонентных потоков, в том числе на примерах моделирования газодинамических процессов в сопле кислород/керосинового ракетного двигателя, а также по воздействиям на ракету струй двигателей при их запуске. Предложена вычислительно эффективная кинетическая схема горения керосин/кислородной смеси. В процессе вычислительных экспериментов подобрана</p>

		<p>энталпия образования для керосина марки RP-1. Выполнено сравнение результатов расчетов с доступными в открытой печати данными.</p> <p>4) Проведен анализ взаимосвязи задач математического моделирования искажений поверхности летательных аппаратов, выбора инструментов расчета аэродинамических характеристик тел сложной формы, получения оценок различного типа отклонений аэродинамических характеристик. Проведена оценка возможных изменений положения центра давления остого конуса за счет малого изменения формы при сверхзвуковом и гиперзвуковом обтекании. Задача оценки максимально возможных величин изменения положения центра давления при малом угле атаки при заданном ограничении величин искажений поверхности гиперзвуковых летательных аппаратов, имеющих форму остого конуса, путем линеаризации сведена к математической задаче определения нормы линейного оператора-функционала</p> <p>5) Разработана методика и проведены оценки изменения теплофизических характеристик углепластика на основе фенолформальдегидного связующего при нагреве и разложении. Разброс соотношения массового содержания связующего и наполнителя приводит к неоднозначному изменению теплофизических характеристик композиционных материалов (КМ) в процессе термохимического разложения связующего. Соответственно неоднозначными являются температурные режимы теплозащитного покрытия из КМ и расход газообразных продуктов разложения с поверхности, учет которого необходим при расчетах теплообмена и сопротивления трения летательных аппаратов. Было установлено, что при значениях температуры $500\text{K} < T < 1100\text{K}$ изменение плотности материала происходит в основном за счет термохимического разложения связующего, а при $T > 1100\text{K}$ начинается объемное расширение материала, обусловленное термомеханическими эффектами в материале. Были получены зависимости для теплоемкости и теплопроводности углепластика на основе фенолформальдегидного связующего при нагреве и разложении.</p>
7.1	Подробное описание полученных результатов	Данные результаты являются актуальными, т.к. развитие техники современных гиперзвуковых летательных аппаратов ставит перед наукой новые задачи, одной из которых является проблема расчета теплопередачи и сопротивления тел при их

	<p>трехмерном обтекании для гипер-звуковых летательных аппаратов а также спускаемых космических аппаратов в атмосфере на всей траектории спуска. Для проектирования новых летательных аппаратов за рубежом создано программное обеспечение «точных» численных методов моделирования трехмерных задач гиперзвукового вязкого обтекания. Недостатком этих программных пакетов и технологий расчета является отсутствие учета химических процессов для многокомпонентных потоков, отсутствие достоверных значений кинетических констант реакций при протекании реакций в высокотемпературных газовых потоках. Развитие техники современных автономных самоходных подводных аппаратов, обеспечивающих изучение арктического шельфа, поиск полезных ископаемых на дне Северного ледовитого океана, а также доставка грузов в труднодоступные районы Арктики, эвакуация людей, проведения подводных и спасательных работ, ставит перед наукой новые задачи, одной из которых является проблема математического трехмерного моделирования нестационарных многокомпонентных струйных течений, гидрогазодинамических процессов обтекания тел с учетом многокомпонентности, многофазности внешних воздействий и процессов тепломассообмена горячих газовых струй с жидкостью. За рубежом многие фирмы приступили к проектированию и отработке подобных аппаратов, поэтому перед РФ стоит задача по сохранению научного и технического паритета, а также иметь современные технологии создания подводных и надводных автономных аппаратов.</p> <p>Данные технологии направлены для внедрения в производство и для обеспечения дальнейшего технологического и экономического развития Российской Федерации. Результаты являются новыми и значимыми для Российской Федерации. Тема соответствует приоритетному направлению: Связанность территории Российской Федерации за счет создания интеллектуальных транспортных и телекоммуникационных систем, а также занятия и удержания лидерских позиций в создании международных транспортнологистических систем, освоении и использовании космического и воздушного пространства, Мирового океана, Арктики и Антарктики.</p> <p>Планируемые результаты являются новыми и значимыми. В частности, в связи с широким</p>
--	--

	<p>применением в качестве тепловой защиты гиперзвуковых летательных аппаратов углефенольных материалов важными являются результаты определения кинетических параметров разложения типового углепластика. Важны результаты разработки и адаптации в САЕ-пакете моделей химически и термически неравновесного воздуха и аблации тепловой защиты для условий обтекания гиперзвуковых летательных аппаратов, результаты исследования величин аэродинамического коэффициента момента крена, возникающего при разложении теплозащитного материала с рельефной тканевой структурой при сверх- и гиперзвуковом обтекании притупленного конического тела сложной формы. Важными являются ожидаемые результаты по созданию технологии моделирования нестационарных течений со свободными границами с межфазовым взаимодействием на поверхности раздела фаз «горячий газ – вода», разработка численных методов и программ для решения трехмерных задач на ЭВМ. Планируемые результаты являются значимыми и важными. При достижении поставленных целей, будут получены и созданы новые технологии, необходимые для применения при разработке перспективных гиперзвуковых летательных аппаратов различного назначения, а также для создания подводных и надводных аппаратов для изучения морского шельфа. Данные технологии направлены для внедрения в производство и для обеспечения дальнейшего технологического и экономического развития Российской Федерации.</p> <p>1) Дегтярь В.Г. Прямое статистическое моделирование разреженного высокоэнталпийного течения около капсулы RAM С-II. Шевырин А.А., Бондарь Е.А., Калашников С.Т., Хлыбов В.И., Дегтярь В.Г. Теплофизика высоких температур. 2016. Т. 54. № 3. С. 408-414.</p> <p>2) Дегтярь В.Г. Оценка параметров шероховатости материала мку-4м-7 для наконечников летательных аппаратов на основе электронно-микроскопических исследований Дегтярь В.Г., Савельев В.Н., Калашников С.Т., Хлыбов В.И., Швалева Р.К., Костин Г.Ф., Тюменцев В.А. Конструкции из композиционных материалов. 2016. № 4 (144). С. 35-43.</p> <p>3) Дегтярь В.Г. Оценка влияния степени графитации на обгарные формы наконечников летательных аппаратов из углерод-углеродных материалов с</p>
--	---

	<p>использованием данных рентгеноструктурных измерений. Дегтярь В.Г., Савельев В.Н., Калашников С.Т., Хлыбов В.И., Костин Г.Ф., Тюменцев В.А., Фазлитдикова А.Г. Конструкции из композиционных материалов. 2016. № 4 (144). С. 44-51.</p> <p>4) Пегов В.И. Расчет динамики баллистической модели ракет. Пегов В.И., Мошкин И.Ю. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математическое моделирование и программирование. 2017. Т. 10. № 4. С. 56-63.</p> <p>5) Дегтярь В.Г. Исследование разбросов кинетических параметров разложения теплозащитного материала из фенольного углепластика на образцах из различных зон теплозащитного кожуха. Дегтярь В.Г., Захарьевич Д.А., Калашников С.Т., Костин Г.Ф., Савельев В.Н., Таскаев С.В., Хлыбов В.И., Швалева Р.К. Конструкции из композиционных материалов. 2017. № 4 (148). С. 52-60.</p>
8	Диссертационные работы сотрудников организаций, защищенные в период с 2015 по 2017 год.

ИНТЕГРАЦИЯ В МИРОВОЕ НАУЧНОЕ СООБЩЕСТВО

9	Участие в крупных международных консорциумах и международных исследовательских сетях в период с 2015 по 2017 год	
10	Наличие зарубежных грантов, международных исследовательских программ или проектов в период с 2015 по 2017 год.	
11	Участие в качестве организатора крупных научных мероприятий (с более чем 1000 участников), прошедших в период с 2015 по 2017 год	
12	Членство сотрудников организаций в признанных международных академиях, обществах и профессиональных	

	научных сообществах в период с 2015 по 2017 год	
ЭКСПЕРТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОРГАНИЗАЦИИ		
13	Участие сотрудников организации в экспертных сообществах в период с 2015 по 2017 год	
14	Подготовка нормативно-технических документов международного, межгосударственного и национального значения, в том числе стандартов, норм, правил, технических регламентов и иных регулирующих документов, утвержденных федеральными органами исполнительной власти, международными и межгосударственными органами в период с 2015 по 2017 год	
ЗНАЧИМОСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ		
15	Значимость деятельности организации для социально-экономического развития соответствующего региона в период с 2015 по 2017 год	
ИННОВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ОРГАНИЗАЦИИ		
16	Инновационная деятельность организации в период с 2015 по 2017 год	

III. Блок сведений об инфраструктурном и внедренческом потенциале организации, партнерах, доходах от внедренческой и договорной деятельности (ориентированный блок внешних экспертов)

П/П	Запрашиваемые сведения	Характеристика
ИНФРАСТРУКТУРА ОРГАНИЗАЦИИ		
17	Научно-исследовательская инфраструктура организаций в период с 2015 по 2017 год	-
18	Показатели деятельности организаций по хранению и приумножению предметной базы научных исследований в период с 2015 по 2017 год	
ДОЛГОСРОЧНЫЕ ПАРТНЕРЫ ОРГАНИЗАЦИИ		
19	Стратегическое развитие организаций в период с 2015 по 2017 год.	Стратегический партнёр - Акционерное общество "Государственный ракетный центр имени академика В.П. Макеева" (АО "ГРЦ Макеева"). Адрес: 456000, Челябинская область, город Миасс, Тургоякское шоссе, 1
РИД И ПУБЛИКАЦИИ ОРГАНИЗАЦИИ		
20	Количество созданных результатов интеллектуальной деятельности, имеющих государственную регистрацию и (или) правовую охрану в Российской Федерации или за ее пределами, а также количество выпущенной конструкторской и технологической документации в период с 2015 по 2017 год, ед.	2015 г. – 4 2016 г. – 1 2017 г. – 0
21	Объем доходов от использования результатов интеллектуальной деятельности в период с 2015 по 2017 год, тыс. руб.	2015 г. – 0.000 2016 г. – 0.000 2017 г. – 0.000
22	Совокупный доход малых инновационных предприятий в период с 2015 по 2017 год, тыс. руб.	2015 г. – 0.000 2016 г. – 0.000 2017 г. – 0.000

23	Число опубликованных произведений и публикаций, индексируемых в международных информационно-аналитических системах научного цитирования в период с 2015 по 2017 год, ед.	2015 г. – 2 2016 г. – 3 2017 г. – 3
----	--	---

ПРИВЛЕЧЕННОЕ ФИНАНСИРОВАНИЕ

24	Гранты на проведение исследований Российского фонда фундаментальных исследований, Российского научного фонда и др. источников в период с 2015 по 2017 год.	Грант Федерального государственного бюджетного учреждения "Российский фонд фундаментальных исследований" по теме "Разработка методов физического и математического моделирования гидродинамики нестационарных течений со свободными границами". Срок выполнения: 2014-2016 гг. Объём финансирования: 1 495 000 руб. Основные результаты: <ol style="list-style-type: none"> 1. Разработаны методы физического и математического моделирования для проблемы оптимизации параметров подводного старта при более полном учёте воздействия внешних факторов. 2. Разработано программно-методическое обеспечение по оптимизации параметров подводного старта при более полном учёте внешних факторов. 3. Проведена верификации и валидации разработанного численного метода для решения задач оптимизации параметров подводного старта при более полном учёте воздействия внешних факторов. 4. Разработаны рекомендации по выбору наиболее рациональных параметров подводного старта, внедрены методы физического и математического моделирования и программно-методическое обеспечение в проектной деятельности предприятия.
25	Перечень наиболее значимых научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ и услуг, выполненных по договорам (в том числе по госконтрактам с привлечением бизнес-	Договор № 03-2015/102-812 на выполнение научно-исследовательской работы по теме: «Разработка имитационных математических моделей и проведение расчетов в обеспечение формирования предварительного технического облика перспективного ГЛА с силовой установкой на базе высокоскоростного прямоточного ВРД» Результаты: В CFD-пакете разработана имитационная математическая модель

	<p>партнеров) в период с 2015 по 2017 год</p>	<p>гиперзвукового обтекания ЛА, оснащенного ГПВРД, путем сравнения с экспериментальными данными проведена валидация CFD-пакета на задаче гиперзвукового обтекания воздухозаборного устройства гиперзвукового ЛА. В результате расчетов с использованием полученной модели сформирован предварительный облик перспективного ГЛА с силовой установкой на базе высокоскоростного прямоточного ВРД.</p> <p>Заказчик: АО "ГРЦ Макеева".</p> <p>Договор № 279 на выполнение научно-исследовательской работы по теме: "Разработка в CFD-пакете имитационной математической модели горения топлива в сверхзвуковом потоке газодинамического тракта ГПВРД".</p> <p>Результаты:</p> <p>Разработанная в CFD-пакете на этапе 2 НИР «Градиент-ОФПАТ» имитационная математическая модель горения топлива в сверхзвуковом потоке газодинамического тракта ГПВРД позволяет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проводить оптимизацию газодинамического тракта ГПВРД для обеспечения стабильного горения и высокого удельного импульса; - проводить разработку способов подачи топлива, обеспечивающих устойчивое горение, высокий удельный импульс и снижение тепловых нагрузок на стенки камеры сгорания; - провести численные исследования трехмерной компоновки гиперзвукового ЛА, оснащенного ГПВРД, с использованием высокопроизводительных систем параллельных вычислений. <p>Заказчик: АО "ГРЦ Макеева".</p>
26	Доля внебюджетного финансирования в общем финансировании организации в период с 2015 по 2017 год,	0.18
26.1	Объем выполненных работ, оказанных услуг (исследования и разработки, научно-технические услуги, доходы от использования результатов интеллектуальной деятельности), тыс. руб.	<p>2015 г. – 0.000 2016 г. – 0.000 2017 г. – 0.000</p>

26.2	Объем доходов от конкурсного финансирования, тыс. руб.	2015 г. – 1040.000 2016 г. – 830.000 2017 г. – 0.000
------	--	--

УЧАСТИЕ ОРГАНИЗАЦИИ В ЗНАЧИМЫХ ПРОГРАММАХ И ПРОЕКТАХ

27	Участие организации в федеральных научно-технических программах, комплексных научно-технических программах и проектах полного инновационного цикла в период с 2015 по 2017 год.	
----	---	--

ВНЕДРЕНЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ОРГАНИЗАЦИИ

28	Наличие современной технологической инфраструктуры для прикладных исследований в период с 2015 по 2017 год.	
29	Перечень наиболее значимых разработок организации, которые были внедрены в период с 2015 по 2017 год	Разработанные на базе полученных результатов методы, технологии и программные комплексы в полном объёме внедрены в разработки АО "ГРЦ Макеева" в области ракетной и ракетно-космической техники.
30	Участие организации в разработке и производстве продукции двойного назначения (не составляющих государственную тайну) в период с 2015 по 2017 год	

IV. Блок дополнительных сведений

ДРУГИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОРГАНИЗАЦИИ	
31	<p>Любые дополнительные сведения организации о своей деятельности в период с 2015 по 2017 год</p> <p>Отдел фундаментальных проблем аэрокосмических технологий (далее - Отдел) тесно взаимодействует с Акционерным обществом "Государственный ракетный центр имени академика В.П. Макеева" (АО "ГРЦ Макеева") на основе договора о научно-техническом сотрудничестве. Тематика исследований напрямую связана с разработками АО "ГРЦ Макеева", результаты деятельности Отдела в виде программных комплексов и методик внедряются в проектно-конструкторскую практику АО "ГРЦ Макеева". Научным руководителем Отдела фундаментальных проблем аэрокосмических технологий является генеральный директор, генеральный конструктор Акционерного общества "Государственный ракетный центр имени академика В.П. Макеева", академик РАН - В.Г. Дегтярь.</p>

Руководитель
организации

Директор

(должность)



В.Н. Удачин

(личная подпись)

(расшифровка
подписи)

