

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
**ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР  
ХИМИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ ИМ. Н.Н. СЕМЕНОВА  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК (ФИЦ ХФ РАН)**

# **ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, МАТЕРИАЛЫ И ПРИБОРЫ ДЛЯ КОСМИЧЕСКИХ И ЗЕМНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ**

Под общей редакцией:  
Ассовского И.Г., Берлина А.А.

Москва  
2019

**ББК 39.62**

**УДК 9.76**

**Н**

**Перспективные технологии, материалы и приборы для космических и земных приложений/**

[Под ред. Ассовского И.Г., Берлина А.А.] – Москва:

ФИЦ ХФ РАН, 2019, 135 с.

Сборник кратких сообщений посвящен современным и перспективным материалам, технологиям и приборам, применяемым для изучения и освоения космического пространства, а также для решения актуальных земных задач. Содержание сборника отражает современное состояние фундаментальных и прикладных научных исследований, связанных с разработкой, производством, тестированием и применением современных композиционных материалов (конструкционных, энергоемких, защитных и др.), современных технологий и приборов, разрабатываемых для аэрокосмической техники, изучения и освоения космического пространства и земных приложений. Авторами сообщений являются международные эксперты, представляющие ведущие научные, конструкторские, производственные и учебные организации Российской Федерации, стран СНГ, Болгарии, Бразилии и Китая.

Для научных и инженерно-технических работников, преподавателей, аспирантов и студентов технических ВУЗов.

**ББК 39.62**

**ISBN 978-5-6040595-5-5**

© ФИЦ ХФ РАН, 2019

Научно-техническое издание

## Содержание

### ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

- МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ РЕАГИРУЮЩИХ МОЛЕКУЛ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОРЕНИЯ КОМПОЗИЦИИ ПАРАФИН/GOX ДЛЯ ГИБРИДНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ** Рене Франсиско Гонсалвес, Ширли Мота Педрейра, Леонардо Гувеа, Кристиан Мартинс, Марсела Галиция Домингес, Кошун Иха, Хосе Атилио Фриц Фидель Рокко, Бруно Чик Рокко, Леопольдо Рокко младший и Луис Эдуардо Нуньес де Альмейда 1
- ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ БИОРАЗЛАГАЕМЫХ КОМПОЗИЦИЙ ПОЛИЛАКТИДА С ПОЛИСАХАРИДАМИ** Роговина С.З., Берлин А.А. 3
- МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВНУТРИКАМЕРНОГО ПРОЦЕССА ПРИ СГОРАНИИ ЗАРЯДА В СТОЛБОВЫЕ И РЕАКТИВНЫЕ БАЛИСТИЧЕСКИЕ ДВИГАТЕЛИ** Мутафчиев М.Н. 6
- ПОЛИГОН «СИМЕИЗ-КАЦИВЕЛИ»: ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ В ОКОЛОЗЕМНОМ ПРОСТРАНСТВЕ** Вольвач А.Е., Якубовская И.В. 9
- ЛАЗЕРНО-ХИМИЧЕСКИЙ ГИБРИДНЫЙ ДВИЖИТЕЛЬ ПРИНЦИП И ПРАКТИКА** Рики Шэнь, Лижи Ву, Хаонань Жанг, Инхуа Йе 12
- ПОРОШКИ МЕТАЛЛОВ, КАК АЛЬТЕРНАТИВНОЕ БЕЗУГЛЕРОДНОЕ ТОПЛИВО** Полетаев Н.И., Хлебникова М.Е. 13
- ИССЛЕДОВАНИЕ ТРЕНИЯ И ИЗНАШИВАНИЯ В ОТКРЫТОМ КОСМИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ** Брововец М.А. 15
- ВЛИЯНИЕ НЕРАВНОВЕСНЫХ РЕАКЦИЙ НА ОПТИМАЛЬНУЮ ТРАЕКТОРИЮ АТМОСФЕРНОГО ПОВОРОТА ПЛОСКОСТИ ОРБИТЫ** Елизов Н.А., Ишков С.А., Шахов В.Г. 17
- РАСЧЁТ ГОРЕНИЯ ОДИНОЧНОЙ ЧАСТИЦЫ АЛЮМИНИЯ В КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИХ СРЕДАХ НА ОСНОВЕ НЕРАВНОВЕСНОЙ ТЕРМОДИНАМИКИ** Крюков А.Ю., Малинин В.И. 21
- ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ УЛЬТРАВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ СОСТАВА  $(\text{HfB}_2\text{-}30\text{об.}\% \text{SiC})\text{-}x\text{Ta}_4\text{HfC}_5$  ( $x=5, 10$  и  $15$  об. %)**  Симоненко Е.П., Симоненко Н.П., Лысенков А.С., Севастьянов В.Г., Кузнецов Н.Т. 24
- ВЛИЯНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК НА МОРОЗОСТОЙКОСТЬ И МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАПОЛНЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ** Хименко Л.Л., Ильин А.Н., Голубев А.Е., Минченко Л.А. 27

ТЕРМОФАЗНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ФУАЗАНОТЕТРАЗИНДИ-Н-ОКСИДА ПРИ ГОРЕНИИ ТЕРМООБРАТИМЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ЕГО ОСНОВЕ Калмыков П.И., Сидоров К.А., Никитин Р.Г., Вдовина Н.П.	29
КОМПЛЕКС УПРАВЛЕНИЯ, НАВИГАЦИИ И СВЯЗИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА НАНОКЛАССА Белоконов И.В., Крамлих А.В., Ломака И.А., Мельник М.Е., Шафран С.В.	33
АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ГОРЕНИЯ ОДИНОЧНОЙ ЧАСТИЦЫ АЛЮМИНИЯ В КИСЛОРОДСОДЕРЖАЮЩИХ СРЕДАХ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ НЕРАВНОВЕСНОЙ ТЕРМОДИНАМИКИ Крюков А.Ю., Малинин В.И.	35
ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ ДЛЯ АВИАЦИОННОЙ И КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ Симоненко Н.П., Мокрушин А.С., Горобцов Ф.Ю., Иванова В.М., Нагорнов И.А., Фисенко Н.А., Власов И.С., Симоненко Т.Л., Симоненко Е.П., Волков И.А., Севастьянов В.Г., Кузнецов Н.Т.	38
<b>Секция: ТЕХНОЛОГИИ</b>	
ИССЛЕДОВАНИЯ СПЕКТРАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПОКАЗАТЕЛЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО ОСЛАБЛЕНИЯ СВЕТА ВЕРХНЕГО СЛОЯ ВОД СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ЧЁРНОГО МОРЯ В СЕНТЯБРЕ 2018 Суслин В.В., Латушкин А.А., Кудинов О.Б., Мартынов О.В.	41
СОПОСТАВЛЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ СПЕКТРАЛЬНОЙ ОБЛУЧЕННОСТИ ВЕРХНЕГО СЛОЯ ВОДЫ НА О. БАЙКАЛ СО СПУТНИКОВЫМИ ДАННЫМИ Суслин В.В., Латушкин А.А., Мартынов О.В.	44
ВЛИЯНИЕ ИОНИЗАЦИИ ПЫЛЕВОГО ПЛАМЕНИ ЧАСТИЦ АЛЮМИНИЯ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПО РАЗМЕРАМ НАНОЧАСТИЦ $Al_2O_3$ Хлебникова М.Е., Полетаев Н.И.	47
ГАЗИФИКАЦИЯ ТВЕРДОГО ГОРЮЧЕГО В КОМБИНИРОВАННОМ ЗАРЯДЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ГАЗОГЕНЕРАТОРА ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА Луценко Н.А., Салганский Е.А., Яновский Л.С.	49
ИНТЕНСИФИКАЦИЯ РЕЖИМА ПОВЕРХНОСТНОГО ГОРЕНИЯ В ИНФРАКРАСНЫХ ГОРЕЛКАХ Василюк Н.Я., Шмелев В.М.	51
ГЕНЕРАЦИЯ НАПРАВЛЕННЫХ ПОТОКОВ ПРИ НЕСТАЦИОНАРНОМ СЖИГАНИИ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ В КАНАЛЕ ДЛЯ ЗАДАЧ НАПЫЛЕНИЯ МИКРОЧАСТИЦ В ПОДЛОЖКУ Яковенко И.С., Киверин А.Д.	54
ПОДХОДЫ К МОДИФИЦИРОВАНИЮ УЛЬТРАВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ТУГОПЛАВКИМИ КАРБИДАМИ Симоненко Е.П., Симоненко Н.П., Севастьянов В.Г., Кузнецов Н.Т.	57
ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИЛОВЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ СРЕДСТВ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ НА ОКОЛОЗЕМНУЮ ОРБИТУ Литвинов А.В., Чащихин Е.А., Порубов Е.Е., Поддьякова Л.С., Горбачев А.С., Карманов Н.М.	60

МКС КАК ОБЪЕКТ И ИНСТРУМЕНТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ Дешева Е.А., Василюк Л.М., Гребенникова Т.В., Печеркин В.Я., Сыроешкин А.В., Цыганков О.С., Шубралова Е.В.	64
МОБИЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И СВОЙСТВ МНОГОСЛОЙНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК Анисимов И.И., Чащихин Е.А., Десятых В.И., Поддьякова Л.С., Степанов В.И., Карманов Н.М., Кондрашов Д.А., Литвинов А.В.	67
МИКРОВЗРЫВНОЕ ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ КАПЕЛЬ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ТОПЛИВ В КАМЕРЕ СГОРАНИЯ ПРИ РАЗНЫХ ИХ НАЧАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ Антонов Д.В., Стрижак П.А.	71
СИНТЕЗ НОВЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ В КАЧЕСТВЕ КОМПОНЕНТОВ УСТРОЙСТВ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ, ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В АВИА- И КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКЕ Симоненко Т.Л., Симоненко Н.П., Власов И.С., Мокрушин А.С., Горобцов Ф.Ю., Иванова В.М., Симоненко Е.П., Волков И.А., Севастьянов В.Г., Кузнецов Н.Т.	73
ОРГАНИЗАЦИЯ ИМПУЛЬСНОГО РЕЖИМА ГОРЕНИЯ В ПОТОКЕ АЭРОВЗВЕСИ Егоров А.Г., Мигалин К.В., Гаглоев Д.М., Сиденко К.А.	76
САМОЗАЛЕЧИВАЮЩИЕСЯ СЛОИСТЫЕ КОМПОЗИТЫ НА ОСНОВЕ БОРОСИЛОКСАНОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ Ситников Н.Н., Хабибуллина И.А., Мащенко В.И., Шеляков А.В., Высотина Е.А., Мостовая К.С., Кузнецова О.В.	78
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНОЙ ТЕРМООБРАБОТКИ В НАПРЯЖЕННОМ СОСТОЯНИИ НА СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ В АМОРФНЫХ СПЛАВАХ TiNiCu Хабибуллина И.А., Шеляков А.В., Ашмарин А.А., Ситников Н.Н.	80
<b>Секция: МАТЕРИАЛЫ</b>	
ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИЕ ПОЛИАЗОТИСТЫЕ СОЕДИНЕНИЯ КАК КОМПОНЕНТЫ СПЕЦИАЛЬНЫХ ТОПЛИВ Павловец Г.Я., Мелешко В.Ю., Сизова А.А., Куликова Т.Л.	83
МЕХАНИЗМ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАЖИГАНИЯ ГЕЛЕОБРАЗНЫХ ТОПЛИВ, СОДЕРЖАЩИХ МЕЛКОДИСПЕРСНЫЕ ТВЕРДЫЕ ЧАСТИЦЫ Глушков Д.О.	86
ХЕМОРЕЗИСТИВНЫЕ ГАЗОВЫЕ СЕНСОРЫ НА ОСНОВЕ ТОНКИХ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ПЛЁНОК ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОГО КОНТРОЛЯ КИСЛОРОДА В ГАЗОВОЙ АТМОСФЕРЕ Мокрушин А.С., Симоненко Е.П., Симоненко Н.П., Севастьянов В.Г., Кузнецов Н.Т.	89
СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ Пинчук В.А., Пинчук А.В.	92
КАТАЛИТИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ДИОКСИДА ЦИРКОНИЯ НА ГОРЕНИЕ НАНОПОРОШКА АЛЮМИНИЯ В ВОЗДУХЕ Коновчук Т.В.	96

**ЗОЛЬ-ГЕЛЬ СИНТЕЗ ТОНКОПЛЁНОЧНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ В КАЧЕСТВЕ КОМПОНЕНТОВ ЭЛЕКТРОХРОМНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ АВИА- И КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ** Горобцов Ф.Ю., Фисенко Н.А., Иванова В.М., Симоненко Т.Л., Симоненко Н.П., Симоненко Е.П., Севастьянов В.Г., Кузнецов Н.Т. 98

### **Секция: ВНУТРЕННЯЯ И ВНЕШНЯЯ БАЛЛИСТИКА**

**СТЕНД ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ЦЕНТРА МАСС И МОМЕНТОВ ИНЕРЦИИ НАНОСПУТНИКОВ** Белоконов И.В., Ивлиев А.В., Барина Е.В. 100

**ОПТИМАЛЬНЫЙ МАНЕВР СПУСКА С ОРБИТЫ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА** Елисов Н.А., Ишков С.А., Ломака И.А., Храмов А.А. 103

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ТЯГОВОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОПЛА ТАРАСОВА-ЛЕВИНА** Булат П.В., Левихин А.А., Киршина А.А. 106

**ДВА ИНЖЕНЕРНЫХ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ СОЗДАНИЯ ДЕТОНАЦИОННОГО ВОЗДУШНО-РЕАКТИВНОГО ДВИГАТЕЛЯ** Мигалин К.В., Амброжевич А.Б., Егоров А.Г., Сиденко К.А. 109

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБТЕКАНИЯ ПРЯМОТОЧНОГО ВОЗДУШНО-РЕАКТИВНОГО ДВИГАТЕЛЯ СВЕРХЗВУКОВЫМ ПОТОКОМ: ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ ТЕЧЕНИЯ В ПРОТОЧНОМ ТРАКТЕ И РАСЧЕТ ТЕРМОГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ** Скибина Н.П., Фарапонов В.В., Маслов Е.А. 111

**БЕЗОПАСНОСТЬ КОСМИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ И ЭКСПЕДИЦИЙ В ОКОЛОЗЕМНОМ КОСМИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ** Смирнов Н.Н., Киселев А.Б., Захаров П.П. 114

**ВОДНОТОПЛИВНЫЕ КОМПОЗИЦИИ КАК АЛЬТЕРНАТИВА ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ** Ассовский И.Г., Баронин Г.С., Кузнецов Г.П. 117

**МЕХАНОАКТИВИРОВАННЫЕ ЭНЕРГОЕМКИЕ КОМПОЗИТЫ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ** Садыков Б.С., Мофа Н.Н., Баккара А.Е., Галфетти Л., Мансуров З.А. 120

**АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ** 123