

# ТРУДЫ РФЯЦ-ВНИИЭФ

**ВЫПУСК 21**

Часть 1

УДК 539.1(06)  
ББК 22.38  
Т78

Т78 **Труды РФЯЦ-ВНИИЭФ.** Научно-исследовательское издание. Вып. 21.  
В 2-х частях. – Саров: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2016.  
ISBN 978-5-9515-0334-3  
Часть 1: Труды РФЯЦ-ВНИИЭФ. – 2016. – 317 с.: ил.  
ISBN 978-5-9515-0336-7

В сборнике «Труды РФЯЦ-ВНИИЭФ» опубликованы результаты научных исследований, а также методических и проектно-конструкторских разработок в области прикладных задач теоретической физики, математического моделирования физических процессов, ядерной физики, физики ядерных реакторов, исследований по термоядерному синтезу, электрофизики, физики ускорителей, приборов и техники эксперимента, физики лазеров, гидродинамики, реологии, материаловедения, средств защиты от несанкционированных действий, электроники, радиотехники, оптоэлектроники.

**Главный редактор:** академик РАН Р. И. Илькаев

**Редакционный совет выпуска:** академик В. П. Незнамов, академик РАН Ю. А. Трутнев, д-р физ.-мат. наук А. Н. Сизов, Е. В. Куличкова, д-р физ.-мат. наук С. Н. Абрамович, д-р техн. наук А. И. Астайкин, д-р техн. наук Н. А. Билык, д-р техн. наук Ю. Н. Бухарев, д-р физ.-мат. наук А. Е. Дубинов, канд. техн. наук М. В. Каминский, канд. техн. наук А. И. Коршунов, д-р физ.-мат. наук Г. Г. Кочемасов, канд. физ.-мат. наук С. В. Маврин, д-р физ.-мат. наук Б. А. Надькто, д-р физ.-мат. наук В. А. Раевский, канд. физ.-мат. наук В. Г. Куделькин, д-р техн. наук Ю. И. Файков, канд. физ.-мат. наук В. В. Хижняков, д-р техн. наук П. Ф. Шульженко, Ю. М. Якимов

ISBN 978-5-9515-0336-7 (ч. 1)  
ISBN 978-5-9515-0334-3

© ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2016

# Содержание

## Часть 1

### Раздел 1. Прикладные задачи теоретической физики

*Горбатенко М. В., Незнамов В. П.*

О единственности дираковской теории в искривленном и плоском пространстве-времени . . . . . 6

*Михайлов С. В., Тяпин А. С., Серов Б. С., Руденко В. В.*

Кинетическая модель откольного разрушения материалов  
в условиях высокоинтенсивного ударно-волнового воздействия . . . . . 16

*Гаранин С. Ф.*

Высокие плотности энергии и магнитное обжатие . . . . . 24

### Раздел 2. Математическое моделирование физических процессов

*Алексеев А. В., Беляков И. М., Бочков А. И., Евдокимов В. В., Ириничев Е. А.,  
Морозов В. Ю., Москвин А. Н., Нурдин А. А., Пепеляев М. П., Резчиков В. Ю.,  
Сучкова В. В., Шагалиев Р. М., Шарифуллин Э. Ш., Шемякина Т. В., Шумилин В. А.*

Методика САТУРН-2005. Математические модели, алгоритмы и программы решения  
многомерных задач переноса частиц и энергии . . . . . 40

*Самигулин М. С., Спиридонов В. Ф., Воронова О. А., Данилов Ю. Ф., Шкарубский В. В.,  
Тарасова А. Н., Авдеев П. А., Артамонов М. В., Величко С. В.*

Методика численного моделирования двумерных течений дисперсных сред  
на лагранжево-эйлеровых расчетных сетках . . . . . 58

*Дерюгин Ю. Н., Козелков А. С., Лашкин С. В., Силаев Д. П., Симонов П. Г., Тятюшкина Е. С.*

Реализация метода расчета вязкой несжимаемой жидкости с использованием  
многосеточного метода на основе алгоритма SIMPLE в пакете программ ЛОГОС . . . . . 74

*Артемьева Е. В., Иванов Н. В., Малькин А. Г., Семенова Т. В.*

Учет неразрешенных резонансов при решении уравнения переноса нейтронов методом  
Монте-Карло . . . . . 90

*Иванов А. Н., Иванов Н. В.*

Методика моделирования анизотропии рассеяния нейтронов в  $P_n$ -приближении . . . . . 100

*Чухманов Н. В., Сырова И. В., Зубанов Д. В.*

Методика пересчета газодинамических величин с одной регулярной трехмерной сетки  
на другую с учетом восстановленных границ раздела веществ в смешанных ячейках . . . . . 116

### Раздел 3. Ядерная физика, физика ядерных реакторов

*Колесов В. Ф.*

Истоки неточностей в реактивности, определяемой с помощью обращенного решения  
уравнений кинетики . . . . . 130

<i>Кошелев А. С., Хоружий В. Х.</i> Спектральные характеристики гамма-полей реакторных установок ВНИИЭФ . . . . .	154
<i>Воронцов С. В., Кувшинов М. И.</i> Критические эксперименты на сборках с металлическим плутонием, выполненные в РФЯЦ-ВНИИЭФ . . . . .	176
<i>Никитин И. А.</i> Некоторые вопросы проектирования исполнительных механизмов импульсных ядерных реакторов . . . . .	188
<i>Абрамович С. Н., Звенигородский А. Г.</i> Методическое и аппаратное обеспечение исследования гамов-теллеровских резонансов в составном ядре . . . . .	200

**Раздел 4. Электрофизика**

<i>Гришин А. В., Назаренко С. Т., Козачек А. В., Калашиников Д. А., Глушков С. Л., Мироньчев Б. П., Мартынов В. М., Турутин В. В. Кульдюшов Д. А., Павлов В. С., Деманов В. А., Шиханова Т. Ф., Грошева Ю. А.</i> Проект системы синхронизации электрофизической установки «Гамма-4» . . . . .	210
<i>Балакин В. А., Глушков С. Л., Моисеевских М. А., Мысков Г. А., Путевской С. А.</i> Управляемый газонаполненный разрядник на рабочее напряжение 1 МВ . . . . .	216
<i>Бабич Л. П., Бочков Е. И., Куцык И. М.</i> О возможности ускорения атмосферных дейтронов в канале молнии до энергий эффективного ядерного синтеза ${}^2\text{H}({}^2\text{H}, \text{n}){}^3\text{He}$ . . . . .	222

**Раздел 5. Плазма и термоядерный синтез**

<i>Бельков С. А., Воронич И. Н., Гаранин С. Г., Деркач В. Н., Левашов П. Р., Минаков Д. В., Митрофанов Е. И., Фортвов В. Е.</i> Изэнтропическое расширение плазмы меди в мегабарном диапазоне давлений с использованием лазерной установки «Луч» . . . . .	232
--	-----

**Раздел 6. Физика лазеров**

<i>Мухин А. В., Великанов С. Д., Фролов Ю. Н., Захаров Н. Г., Надежин А. С.</i> Высокоэнергетичный источник излучения ближнего и среднего инфракрасных диапазонов на основе системы «задающий генератор – усилитель Но:YAG – параметрический генератор света» . . . . .	248
<i>Волков М. В., Гаранин С. Г., Долгополов Ю. В., Копалкин А. В., Куликов С. М., Синявин Д. Н., Стариков Ф. А., Сухарев С. А., Тютин С. В., Хохлов С. В., Чапарин Д. А.</i> Фазировка 7-канальной непрерывной оптоволоконной лазерной системы с помощью стохастического параллельного градиентного алгоритма . . . . .	256

<i>Аксинин В. И., Анциферов С. А., Великанов С. Д., Казанцев С. Ю., Калиновский В. В., Коновалов В. В., Кононов И. Г., Михалкин В. Н., Подлесных С. В., Севрюгин И. В., Фирсов К. Н.</i> Влияние температуры газа на характеристики объемного самостоятельного разряда в рабочих смесях импульсно-периодических КИЛ . . . . .	264
<i>Белов И. А., Бельков С. А., Воронич И. Н., Гаранин С. Г., Кошечкин С. В., Марков С. С., Радайкин А. М., Сизмин Д. В., Солнышкова Л. В., Стариков Ф. А.</i> Расчетные и экспериментальные исследования повышения коэффициента усиления силового усилителя установки «Луч» . . . . .	268
<i>Воинов А. М., Кривоносов В. Н., Мельников С. П., Пикулев А. А., Сизов А. Н., Синянский А. А.</i> Лазеры с ядерной накачкой – устройства с прямым преобразованием ядерной энергии в лазерное излучение . . . . .	288
<i>Лин Э. Э.</i> Томсоновское рассеяние лазерного пучка в плоском диэлектрическом волноводе . . . . .	312

## Часть 2

### Раздел 7. Приборы и техника эксперимента

<i>Родигин А. В., Тетеревков А. В., Эльяш С. Л.</i> Помехоустойчивый программно-технический комплекс для испытания ЭКБ на радиационную стойкость в динамическом режиме . . . . .	320
<i>Душина Л. А., Корниенко Д. С., Кравченко А. Г., Литвин Д. Н., Мисько В. В., Рукавишников А. Н., Сенник А. В., Стародубцев К. В., Тараканов В. М., Чаунин А. Е.</i> Методика исследования спектрального состава и длительности излучения, сопровождающего выход ударной волны на тыльную поверхность материалов при прямом лазерном облучении . . . . .	324
<i>Кравченко А. Г., Литвин Д. Н., Мисько В. В., Сенник А. В., Стародубцев К. В., Тараканов В. М.</i> Исследование оптических характеристик лазерной плазмы фотохронографическими методами . . . . .	334
<i>Корниенко Д. С., Кравченко А. Г., Литвин Д. Н., Мисько В. В., Рукавишников А. Н., Сенник А. В., Стародубцев К. В., Тараканов В. М., Чаунин А. Е.</i> Фотохронографические регистраторы для лазерного термоядерного синтеза . . . . .	346

### Раздел 8. Гидродинамика и реология

<i>Подурец А. М., Ткаченко М. И., Игнатова О. Н., Лебедев А. И., Игонин В. В., Раевский В. А.</i> Исследование плотности дислокаций в меди и тантале после ударного сжатия в зависимости от параметров нагружения и исходной микроструктуры . . . . .	366
<i>Брагунец В. А., Кондрохина И. Н., Подурец А. М., Симаков В. Г., Терешкина И. А., Ткаченко М. И., Трунин И. Р.</i> Экспериментальное исследование и математическое моделирование откольного разрушения и компактирования алюминия . . . . .	378

*Белов Г. В., Базаров Ю. Б., Екимчев С. Н., Жиёмбетов А. К., Кудашов А. В., Олейников И. В., Шишканов А. В., Шустова Н. И.*  
 Влияние скорости ударника на параметры взрыва образцов из двух типов бризантных взрывчатых веществ . . . . . 388

*Георгиевская А. Б., Раевский В. А.*  
 Влияние профиля ударной волны на распределение размеров частиц, выброшенных со свободной поверхности металлов под действием ударной волны (расчетно-теоретические исследования) . . . . . 398

*Ботов Е. В., Хворостин В. Н., Новиков К. П., Липшев В. Ю., Левашов П. И.*  
 Испытания элементов радиоэлектронной аппаратуры на ударную стойкость не менее 20000g . . . . . 410

*Игнатова О. Н., Раевский В. А., Целиков И. С.*  
 Кинетическая модель компактирования поврежденности в средах с прочностью . . . . . 420

*Панов К. Н., Антипов М. В., Георгиевская А. Б., Игонин В. В., Лебедева М. О., Утенков А. А., Садунов В. Д., Юртов И. В.*  
 Результаты исследований процесса выброса частиц со свободной поверхности металлов под действием ударной волны . . . . . 430

*Абакумов А. И., Абдуллин М. Ф., Вишневецкий Е. Д., Мельцас В. Ю., Орешков О. В., Портнягина Г. Ф., Сырунин М. А., Цой А. П., Чернов В. А., Ханин Д. В.*  
 Взрывозащитная камера с несущей способностью до 40 кг ТЭ для протонной радиографии. Расчетно-экспериментальные исследования . . . . . 442

**Раздел 9. Изотопы водорода – физическая химия, безопасность, экология**

*Юхимчук А. А., Илькаев Р. И.*  
 Состояние работ по фундаментальным и прикладным исследованиям с применением трития в РФЯЦ-ВНИИЭФ . . . . . 452

*Юхимчук А. А., Хапов А. С., Максимкин И. П., Балугев В. В., Бойцов И. Е., Вертей А. В., Гришечкин С. К., Киселев В. Г., Малков И. Л., Мусяев Р. К., Попов В. В., Ситдииков Д. Т.*  
 Применение беспористой керамики из Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в качестве конструкционного материала устройств, работающих с тритием при повышенных температурах . . . . . 464

*Постников А. Ю., Казаковский Н. Т., Мокрушин В. В., Царева И. А., Потехин А. А., Голубева В. Н., Потехина Ю. В., Царев М. В.*  
 Исследование поверхности титановых мишеней для нейтронных генераторов . . . . . 474

*Тихонов В. В., Юхимчук А. А., Мусяев Р. К., Гуркин А. И.*  
 Исследование кинетики изотопного обмена в газовой смеси изотопов водорода при давлениях до 200 МПа с помощью спектроскопии комбинационного рассеяния света . . . . . 484

## Раздел 10. Материаловедение

<i>Попов Н. Н., Ларькин В. Ф., Пресняков Д. В., Аушев А. А., Сысоева Т. И., Костылева А. А., Суворова Е. Б.</i> Исследование термомеханических характеристик сплавов системы Ti – Ni – Nb с памятью формы и влияния термической обработки на них . . . . .	494
<i>Попов Н. Н., Ларькин В. Ф., Пресняков Д. В., Костылева А. А., Аушев А. А., Сысоева Т. И.</i> Влияние скорости дорнования муфт, изготовленных из сплавов с памятью формы системы Ti – Ni – Nb, на герметичность и несущую способность термомеханического соединения трубопроводов . . . . .	510
<i>Попов Н. Н., Ларькин В. Ф., Пресняков Д. В., Костылева А. А.</i> Влияние процесса и скорости дорнования на геометрические параметры муфт, изготовленных из сплавов с памятью формы и применяемых в термомеханических соединениях трубопроводов . . . . .	524
<i>Царев М. В., Мокрушин В. В., Иванушкин Ю. С., Григорьева Д. А., Царева И. А., Юнчина О. Ю.</i> Влияние размера частиц порошка металлического ванадия на его электропроводность . . . . .	534
<i>Постников А. Ю., Потемкин Г. А.</i> ДСК-исследование влияния состояния частиц бора на протекание физико-химических превращений в системе «литий – бор» . . . . .	544
<i>Анфилов Н. В., Кузнецов А. А., Бережко П. Г., Тарасова А. И., Царева И. А., Мокрушин В. В., Царев М. В., Малков И. Л.</i> Применение гидридов металлов в качестве порообразователей при получении металлических пен . . . . .	548

## Раздел 11. Средства защиты от несанкционированных действий

<i>Николаев Д. Б., Мартынов А. П., Седаков А. В., Фомченко В. Н.</i> Анализ вариантов построения многофункциональной структуры потокового преобразования для высокоскоростных каналов связи . . . . .	558
<i>Ершов Ан. А., Ведерников В. Л., Ершов Ал. А., Николаев Д. Б., Шалыгин А. М., Юрищев А. И.</i> Анализ основных методов разрушения информации с целью определения оптимального механизма . . . . .	564
<b>Авторский указатель . . . . .</b>	<b>574</b>