

ISSN 0202—3822

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
«КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»

ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ

СЕРИЯ
ТЕРМОЯДЕРНЫЙ СИНТЕЗ

2024

Том 47
Выпуск 3

Представляем третий выпуск журнала «ВАНТ. Серия Термоядерный синтез» в 2024 г. В нём представлены научные статьи с результатами работ по проблеме управляемого термоядерного синтеза (УТС).

Выпуск открывается тремя статьями по программе работ на токамаке Т-15МД в НИЦ «Курчатовский институт». Первая статья посвящена моделированию равновесных магнитных конфигураций, устойчивых по вертикали и большому радиусу. С помощью пакета кодов TOKSCEN подобраны алгоритмы получения устойчивых равновесных конфигураций для первых экспериментов на Т-15МД, представленных в предыдущем выпуске нашего журнала. Реализация полученных алгоритмов в плазменном эксперименте помогла увеличить длительность разряда до 2 с и достичь тока в плазме 220 кА. Во второй статье анализируется предварительный проект системы генерации внешних резонансных магнитных полей на Т-15МД, необходимой для подавления опасных возмущений магнитной конфигурации. В третьей статье предложена концепция оптоволоконного датчика электрического тока в плазменном шнуре для Т-15МД, основанного на магнитооптическом эффекте Фарадея и имеющего ряд преимуществ по сравнению с обычно используемым поясом Роговского.

Секция с результатами для конкретных установок продолжена еще тремя статьями. В первой проведён статистический анализ подобия пространственных профилей температуры T_e и плотности n_e электронов на квазистационарной стадии электрического тока в плазме в токамаке Глобус-М2 в Санкт-Петербургском физтехе. Этот анализ, аналогичный проведённому ранее с данными общеевропейского токамака JET, показал высокую степень самоорганизации плазмы в токамаках. В следующей статье исследованы перспективы повышения управляемости вертикальным положением плазмы в казахстанском токамаке КТМ с помощью дополнительных катушек полоидального магнитного поля. Описанный в работе метод не специфичен для токамака КТМ и может использоваться для оценки области управляемости на других токамаках. Завершается эта секция анализом нестационарной кинетики гелия, основанным на данных и выводах спектроскопического исследования поведения гелия на начальной стадии разряда в японском стеллараторе LHD. Результаты актуальны для диагностики переходных процессов в разных системах, включая геликонный плазменный разряд в соответствующих прототипах плазменных двигателей.

Инженерно-физическим проблемам УТС посвящены три статьи. В первой коллеги из НИИЭФА предложили различные пути усовершенствования конструкции дивертора в токамаках для повышения допустимой тепловой нагрузки на теплоотводящие высоконагруженные элементы дивертора. Для проверки работоспособности одного из подходов были проведены расчёты и тепловые испытания макета на стенде «Цефей-М». Во второй статье представлены сравнительные исследования повреждаемости поверхности вольфрама при облучении стационарными потоками ионов гелия в ионно-лучевом ускорителе ИЛУ в НИЦ «Курчатовский институт» и импульсными потоками ионов гелия и гелиевой плазмы в плазменном фокусе «Вихрь» в ИМЕТ РАН. Работа актуальна прежде всего как тестирование материала первой стенки вакуумной камеры в ИТЭР. В следующей работе даётся краткий критический обзор современных методов анализа угловых зависимостей критического тока технических сверхпроводников с акцентом на ленточные высокотемпературные сверхпроводники второго поколения (ВТСП-2). Их применение в новейших и планируемых установках УТС является одним из активнейших технологических направлений обеспечения сильного стационарного магнитного поля.

Завершается выпуск тремя статьями, посвящёнными расчётно-теоретическим проблемам. В первой описан численный код для решения уравнения Грэда—Шафранова для равновесия плазмы с фиксированной границей произвольной формы в токамаке. Основной упор сделан на простоте использования кода, основанного на общедоступной программе решения дифференциальных уравнений. В следующей статье предложен метод расчёта распыления первой стенки токамака быстрыми перезарядочными нейтральными атомами изотопов водорода в пристеночной плазме. Применение метода показано на примере распыления предполагаемых материалов первой стенки (вольфрама и бора) основной вакуумной камеры в условиях пристеночной плазмы в токамаке ИТЭР. В последней статье представлен новый быстрый лучевой код для расчёта многопроходного электронного циклотронного поглощения инжектированного излучения в плазме на начальной стадии разряда в токамаках. Для условий, близких к начальной стадии разряда в ИТЭР, проведено сравнение результатов с расчётами, проведёнными авторами другими методами.

Главный редактор

Е.П. Велихов, академик РАН, почётный президент НИЦ «Курчатовский институт»

Редакционная коллегия:

А.Б. Кукушкин, зам. главного редактора, в.н.с., д.ф.-м.н., НИЦ «Курчатовский институт», Москва

Е.А. Филимонова, ответственный секретарь, н.с., НИЦ «Курчатовский институт», Москва

А.Б. Алексеев, рук. департамента, д. техн. н., Международная организация ИТЭР, Сен-Поль-ле-Дюранс, Франция

А.В. Бурдаков, зав. лабораторией, д.ф.-м.н., ИЯФ им. Г.И. Будкера СО РАН, Новосибирск

В.А. Быков, нач. группы, к. техн. н., ИФП им. Макса Планка, Грайфсвальд, Германия

Ю.М. Гаспарян, и.о. зав. кафедрой, к.ф.-м.н., доцент, НИЯУ МИФИ, Москва

Л.Е. Захаров (Zakharov), в.н.с., д.ф.-м.н., Li-WFusion, Princeton, NJ, USA

Н.А. Кирнева, руководитель отделения, к.ф.-м.н., доцент, НИЦ «Курчатовский институт», Москва

А.Е. Киселёв, зав. отделением, д. техн. н., ИБРАЭ РАН, Москва

Д.В. Коваленко, главный специалист отдела управления НИОКР, с.н.с., Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом», Москва

А.В. Козлов, советник директора, д. техн. н., АО «Институт реакторных материалов», г. Заречный, Свердловская обл.

Е.Р. Корешева, г.н.с., и.о. зав. лабораторией, д.ф.-м.н., ФИАН им. П.Н. Лебедева РАН, Москва

С.И. Крашенинников (Krashenninikov), профессор, д.ф.-м.н., University of California at San Diego, San Diego, CA, USA

А.Ю. Лешуков, зам. начальника отдела, НИКИЭТ им. Н.А. Доллежала, Москва

И.В. Мазуль, г.н.с., д. техн. н., НИИЭФА им. Д.В. Ефремова, Санкт-Петербург

В.Б. Минаев, в.н.с., к.ф.-м.н., ФТИ им. А.Ф. Иоффе, Санкт-Петербург

А.Б. Минеев, в.н.с., к.ф.-м.н., НИИЭФА им. Д.В. Ефремова, Санкт-Петербург

С.В. Мирнов, научный руководитель отделения, д.ф.-м.н., профессор, АО «ГНЦ РФ ТРИНИТИ», Троицк, Москва

А.Н. Романников, научный руководитель по УТС и плазменным технологиям, д.ф.-м.н., АО «ГНЦ РФ ТРИНИТИ», Троицк, Москва

П.В. Романов, советник нач. отдела, к. техн. н., Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом», Москва

В.Ю. Сергеев, д.ф.-м.н., профессор, СПб политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург

А.В. Спицын, начальник лаборатории, с.н.с., к.ф.-м.н., НИЦ «Курчатовский институт», Москва

И.Л. Тажибаева, заместитель директора, д.ф.-м.н., профессор, ИАЭ НЯЦ Республики Казахстан, Курчатов, Республика Казахстан

П.П. Хвостенко, д. техн. н., научный руководитель комплекса, НИЦ «Курчатовский институт», Москва

В.И. Хрипунов, в.н.с., к. техн. н., НИЦ «Курчатовский институт», Москва

В.М. Чернов, г.н.с., д.ф.-м.н., профессор, АО «ВНИИИМ» им. А.А. Бочвара, Москва

Редактор Карпова Татьяна Юрьевна
karpova.tat@fc.iterru.ru, тел.: 7-499-196-98-31

Соучредители: Автономная некоммерческая организация Координационный центр «Управляемый термоядерный синтез — международные проекты» (УТС-Центр), федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»

Журнал (основан в 1978 г.) зарегистрирован в реестре Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций ПИ № ФС77-73164 от 02 июля 2018 г.; электронное периодическое издание Эл. № ФС77-73162 от 22 июня 2018 г. Подписной индекс в Каталоге периодики агентства «Урал-Пресс» № 70541

Журнал включён в Перечень журналов ВАК, индексируется в базах данных Scopus, Ulrich's Periodicals Directory и РИНЦ на платформе Web of Science, имеет цифровой идентификатор статей (digital object identifier — DOI), реферируется в РЖ ВИНТИ РАН, имеет в открытом доступе полнотекстовую электронную версию на сайте <http://vant.iterru.ru> и на платформе Российской научной электронной библиотеки <http://www.elibrary.ru>

Двухлетний импакт-фактор журнала в РИНЦ: 0,620

© Редколлегия журнала «ВАНТ. Серия Термоядерный синтез», 2024 г.

© <http://vant.iterru.ru>

Вопросы атомной науки и техники
С е р и я: Термоядерный синтез
Том 47, выпуск 3

Ответственные за выпуск А.Б. Кукушкин, Е.А. Филимонова
Редактор Н.В. Бокша. Верстальщик С.В. Шаповалова. Корректор Н.В. Бокша.
Программист-переводчик И.В. Скорюпина. IT-инженер Е.Н. Николаев.

Подписано в печать 14.09.24. Формат 60×90/8
Печать цифровая. Усл. печ. л. 12. Уч.-изд. л. 11. Тираж 146. Индекс 3648. 12 статей. Заказ 50
Адрес редакции: Россия, 123182, Москва, пл. Академика Курчатова, 1
Отпечатано в Национальном исследовательском центре «Курчатовский институт»
123182, Москва, пл. Академика Курчатова, 1