

ISSN 0202—3822

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР  
«КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»

# ВОПРОСЫ АТОМНОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ

СЕРИЯ  
ТЕРМОЯДЕРНЫЙ СИНТЕЗ

2025

Том 48  
Выпуск 2

Представляем второй выпуск журнала «ВАНТ. Серия Термоядерный синтез» в 2025 году. В нём публикуются 14 статей с результатами работ по проблеме управляемого термоядерного синтеза (УТС). В рубрикации содержания выпуска сделан упор на причастность статей к установкам для УТС (токамаки ИТЭР, ТРТ, Т-11М, КТМ, плазменный линейный мультикасп ПЛИМ, квазистационарный сильноточный плазменный ускоритель КСПУ) и тематическим направлениям (обзоры, диагностики, плазма—стенка).

Выпуск открывается обзором применения методов машинного обучения в задачах УТС по расчёту равновесия плазмы и его эволюции, а также в задачах управления плазмой. Авторами из МГУ рассмотрен широкий спектр методов — от достаточно простых полносвязных нейронных сетей до рекуррентных сетей, трансформеров, генеративных моделей.

В разделе «ИТЭР» представлены две работы по технологии изготовления элементов первой стенки и диагностике нейтронов. Авторы из НИИЭФА и Частного учреждения «ИТЭР-Центр» (далее ИТЭР-Центра) провели экспериментальное исследование влияния дефектов пайки вольфрамовых облицовочных плиток к водоохлаждаемым теплоотводам обращённых к плазме элементов центральной сборки дивертора. Авторы из ТРИНИТИ и ИТЭР-Центра провели испытания ионизационных камер деления, модернизированных для регистрации термоядерных нейтронов с помощью диагностики «Вертикальная нейтронная камера ИТЭР».

В разделе «ТРТ» представлены четыре работы. В первой статье авторы из ИТЭР-Центра, ФТИ им. А.Ф. Иоффе и СПбПУ Петра Великого проанализировали возможности применения корпускулярной диагностики для измерения ионной температуры и изотопного состава дейтериево-водородной плазмы на токамаке с реакторными технологиями. Вторая статья авторов из ИТЭР-Центра посвящена диагностике «Активная спектроскопия», обозначаемой в англоязычной литературе аббревиатурой CXRS (Charge eXchange Recombination Spectroscopy): в дополнение к ранее разработанной горизонтальной системе наблюдения представлена концепция вертикальной системы наблюдения. В третьей статье авторы из ТРИНИТИ, ВНИИНМ и НИИЭФА на частном примере ТРТ изложили принципы работы тритиевого технологического комплекса, рабочие характеристики аппаратов, обеспечивающих сбор, обработку и хранение трития для экспериментов по УТС. В четвёртой статье авторы из ИТЭР-Центра и ФТИ им. А.Ф. Иоффе исследовали возможность использования молибдена марки МЧВП в качестве материала внутривакуумных лазерных зеркал в токамаке ТРТ как альтернативы существенно более дорогим и сложным в производстве монокристаллическим зеркалам.

В статье авторов из ТРИНИТИ представлены результаты испытаний в токамаке Т-11М вертикального жидкометаллического литиевого лимитера на основе капиллярно-пористой структуры с внешней подачей лития в течение первых двух лет его использования.

Над разработкой и апробацией диагностики транспорта материала в камере токамака КТМ трудились авторы из МИФИ, трёх научных организаций Республики Казахстан и Фрязинского филиала ИРЭ РАН. В экспериментальных кампаниях 2023—2024 гг. показана работоспособность масштабируемой системы измерения баланса эрозии и осаждения на временах, сравнимых с временем экспериментальной кампании.

На установке ПЛИМ авторами из МЭИ и НИЦ «Курчатовский институт» проведены эксперименты с жидкометаллическим капельным потоком, инжектируемым вертикально вниз в стационарный плазменный разряд. Результаты актуальны для оценки возможности защиты первой стенки токамака от перегрева.

В статье авторов из ТРИНИТИ представлена разработка архитектуры системы управления, сбора и архивации данных, обеспечивающей функционирование установки КСПУ в импульсно-периодическом режиме. Работа выполнена в рамках создания прототипов плазменных ракетных двигателей с повышенными параметрами тяги и удельного импульса.

Раздел «Диагностики» представлен статьёй авторов из НИЦ «Курчатовский институт», в которой продемонстрировано использование расчётного алгоритма на основе преобразования Стоквелла для анализа экспериментальных данных МГД-диагностики в токамаке.

Раздел «Плазма—стенка и материалы для УТС» содержит две статьи. В первой авторы из НИЦ «Курчатовский институт» провели численное моделирование старения каскадов атомных столкновений в ОЦК-металлах, железе и ванадии, которые могут стать основой малоактивируемых конструкционных материалов для термоядерных реакторов (ТЯР) и гибридных систем «синтез—деление». Во второй статье авторы из НИЦ «Курчатовский институт», РХТУ и ВНИИНМ исследовали изотопное замещение дейтерия протием в стали ЭК-181 (кандидатном материале бланкета в ТЯР) при её плазменном облучении.

## Главный редактор

М.В. Ковальчук, президент НИЦ «Курчатовский институт»

## Редакционная коллегия:

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

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

А.В. Бурдаков, г.н.с., д.ф.-м.н., профессор, 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, зав. кафедрой, д.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., 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, Москва

С.И. Крашенинников (Krashennikov), 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, заместитель директора по термоядерному синтезу и плазменным технологиям, д.ф.-м.н., НИЦ «Курчатовский институт», Москва

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

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

А.В. Спицын, начальник отдела, 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, научный руководитель комплекса, д. техн. н., 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 «ВНИИНМ» им. А.А. Бочвара, Москва

**Отв. секретарь:** 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 (eLIBRARY Document Number — EDN), 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: 0,644

© Редколлегия журнала «ВАНТ. Серия Термоядерный синтез», 2025 г.

© <http://vant.iterru.ru>

Вопросы атомной науки и техники  
Серия: Термоядерный синтез  
Том 48, выпуск 2

Ответственные за выпуск А.Б. Кукушкин, Л.К. Кузнецова  
Редактор Н.В. Бокша. Компьютерная вёрстка Л.К. Кузнецова, Л.Г. Николаева. Корректор Н.В. Бокша.  
Программист-переводчик И.В. Скорюпина. IT-инженер Е.Н. Николаев.

Подписано в печать 07.11.2025. Формат 60×90/8  
Печать цифровая. Усл. печ. л. 20,0. Уч.-изд. л. 21,5. Тираж 110. Индекс 3648. 14 статей. Заказ 45  
Адрес редакции: Россия, 123182, Москва, пл. Академика Курчатова, 1  
Отпечатано в Национальном исследовательском центре «Курчатовский институт»

123182, Москва, пл. Академика Курчатова, 1