

## ПРИЗНАНИЕ УЧИТЕЛЯ - В УСПЕХАХ УЧЕНИКОВ



03-08 августа 2018 года в Бурятии на живописном месте побережья озера Байкал (пос. Новый Энхалук, база отдыха «Энхалук») состоялся VI Международный Крейнделевский семинар «Плазменная эмиссионная электроника».

Инициатором первого семинара, состоявшегося 17-24 июня 1991 года на озере Байкал, непосредственно выступил – один из основателей научного направления - плазменная эмиссионная электроника, лауреат государственной премии Российской Федерации, доктор технических наук, профессор Юлий Ефимович Крейндель. С 2006 года семинар проводится с периодичностью раз в три года на

озере Байкал, в память о профессоре Ю.Е.Крейнделе, с присущим ему подходом требовательности и научному принципу - строгая академичность в постановке задачи и неременность практических приложений.

Организаторы семинара: Федеральные государственные бюджетные учреждения науки Сибирского и Уральского отделений Российской академии наук - Институт физического материаловедения (Улан-Удэ), Институт сильноточной электроники (Томск) и Институт электрофизики (Екатеринбург).

Цель семинара: Обсуждение и обмен новыми результатами фундаментальных и прикладных исследований по перспективным плазменным процессам, эмиссии заряженных частиц из газоразрядной плазмы, созданию и применению электровакуумного оборудования и установок, разработке функциональных наноструктурированных покрытий и новых технологий их получения на основе применения электронных и ионных пучков и газоразрядной плазмы.

Проект организации VI Международного Крейнделевского семинара «Плазменная эмиссионная электроника» поддержан РФФИ (грант № 18-08-20029). Постановлением Президиума СО РАН от 10.01.2018 г. № 1 семинар включен в Перечень международных, всероссийских и региональных научных и научно-технических совещаний, конференций, симпозиумов, съездов, семинаров и школ в области естественных и общественных наук на 2018 год (раздел Физические науки, п. 12).

Научная программа семинара включала работу секций:

- физические процессы в генераторах плазмы, эмиссионные свойства плазмы, формирование электронных и ионных пучков;
- генераторы плазмы, электронных и ионных пучков и оборудование на их основе;
- новые технологии модификации поверхности, основанные на применении электронных и ионных пучков и газоразрядной плазмы.

К началу работы семинара издан в цветной печати сборник трудов семинара объемом 27,5 печатных листов. При подготовке статей к печати придерживались соблюдения правил публикации и рекомендациями авторам «Журнала технической физики». Статьям присвоен DOI (Digital Object Identifier) - цифровой идентификатор документа. Электронные копии статей доступны на сайте ИФМ СО РАН [ipms.bscnet.ru](http://ipms.bscnet.ru). В предисловии сборника отмечены воспоминания профессора М.Завьялова (Москва), «...большое видится на расстоянии...» - несколько зарисовок и впечатлений о встречах, совместной работе, дружеских общениях с Юлием Ефимовичем Крейнделем. В целом сборник содержит 37 научных статей изложенных и представленных признанными и известными специалистами, проводящими исследования в области разработки физических основ плазменных эмиссионных систем и прикладных вопросов, связанных с их

практическим использованием в физическом материаловедении из академических учреждений и университетов, в том числе, Федеральных государственных бюджетных учреждений науки: Института физического материаловедения СО РАН, Института сильноточной электроники СО РАН, Института электрофизики УрО РАН, Института ядерной физики им. Г.И.Будкера СО РАН, Института теоретической и прикладной механики им. С.А.Христиановича СО РАН, Институт катализа им. Г.К.Борескова СО РАН. ФГБОУ ВО: «Московского государственного университета им. М.В.Ломоносова», «Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники», «Поволжского государственного технологического университета», «Томского государственного архитектурно-строительного университета», «Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления», «Бурятского государственного университета». ФГАОУ ВО: «Национального исследовательского Томского государственного университета», «Национального исследовательского Томского политехнического университета», «Северо-Кавказского федерального университета». Учреждений высшего образования: «Полоцкого государственного университета», «Белорусского государственного университета». «Всероссийского электротехнического института» филиала Российского федерального ядерного центра - Всероссийского научно-исследовательского института технической физики им. академика Е.И.Забабахина. Государственного научного учреждения «Физико-технического института НАН Беларуси».



В части открытия семинара приветственное слово произнес председатель программного комитета профессор А.Семенов. С сообщением «признание учителя – в успехах учеников...» выступил профессор Е.Окс. Поучительно восприняли участники семинара живой голос Ю.Крейнделя, прослушав фрагмент записи его напутствующего выступления на защите докторской диссертации В.Груздева 11.10.1989 г.

Несмотря на объективные обстоятельства, которые порой доминируют над желаниями и возможностями, в научной части семинара прошло заслушивание и обсуждение 32 научных выступлений. С обстоятельными получасовыми презентациями выступили профессора Н.Коваль, Т.Коваль, А.Козырев, Е.Окс, Н.Ремпе, А.Семенов, доктора наук Б.Балданов, А.Климов, А.Номоев, Н.Смирнягина. Кандидаты наук В.Астрелин, Ю.Ахмадеев, М.Воробьев, В.Девятков, А.Каменецких, А.Милонов. Молодые

ученые И.Бакеев, Д.Дашеев, С.Калашников, В.Лыгденов, А.Тересов, Д.Цыренов, Н.Ю.Можалова, аспиранты Д.Игнатов, С.Дорошкевич, Б.Цыренов, Чан Ми Ким Ан.

На семинаре рассматривались и обсуждались подходы научного поиска в области плазменной эмиссионной электроники, связанные с изучением генерации и транспортировки интенсивных субмиллисекундных электронных пучков в вакуумных диодах с плазменным катодом. Вопросы инициирования поверхностных стримеров барьерной отрицательной короной постоянного напряжения в аргоне. Основные вопросы реакции параметров дугового разряда на отбор электронов из эмиссионной плазмы в ускорителе электронов с сетчатым плазменным катодом. Предложена и рассмотрена кинетическая модель формирования объемного разряда на левой ветви кривой Пашена с катодным инициированием пробоя. Моделирование биполярных потоков с зарядовой и токовой компенсацией и численное моделирование формирования электронных пучков и их транспортировки в нарастающем магнитном поле применительно к двум типам источников с плазменным катодом.

Определенное внимание уделено плазменным сеточным катодам на основе контрагированного дугового разряда для генерации импульсного интенсивного низкоэнергетического электронного пучка в наполненном плазмой диоде с продольным магнитным полем. Технике диагностики электронного пучка. Моделированию транспортировки высокоинтенсивного ионного пучка с баллистической фокусировкой. Новым подходам генерации узких сфокусированных электронных пучков в форвакууме при эмиссии из одиночного отверстия. Источникам объемной плазменной струи на основе слаботокового нестационарного разряда. Энергетическим спектрам электронного пучка большого сечения, генерируемым в ускорителе электронов с сетчатым плазменным катодом. Генерации плазмы в несамостоятельном тлеющем разряде с полым катодом для химико-термической обработки внутренней поверхности полостей протяженной и сложной формы. Системам с выводом электронного пучка в атмосферу на основе пушки с плазменным эмиттером.

Новым технологиям модификации поверхности, основанные на применении электронных и ионных пучков и газоразрядной плазмы. В частности, плазменным фотоннокристаллическим наноструктурам диоксид кремния – серебро, синтезированным осаждением на микросферы диоксида кремния кластеров серебра распылением ионным пучком. Экспериментальному и численному исследованию импульсного воздействия электронного пучка на металлические мишени. Азотированию в плазме несамостоятельного дугового разряда с накаливаемым катодом при импульсном ионном воздействии. Электронно-лучевым процессам в синтезе боридных покрытий в вакууме, их фазовому составу, строению и свойствам. Электронно-ионно-плазменному модифицированию поверхностного слоя материалов полифункционального назначения. Определению влияния параметров ионного потока на структуру и свойства покрытий, получаемых в дуговом разряде реактивным анодным испарением с ионным сопровождением. Синтезу объемных керамических изделий с использованием форвакуумного плазменного электронного источника, покрытий боридов ванадия на легированных штамповых сталях под воздействием электронных пучков в вакууме. Получению композитных наночастиц типа ядро-оболочка и янус-подобных под действием релятивистского пучка электронов в потоке транспортного инертного газа – аргона. Синтезу нанокристаллических, нанокомпозитных покрытий нитрид титана – медь сопряженными вакуумно-дуговым и магнетронным разрядами. Моделированию азотирования высокоинтенсивным сфокусированным ионным пучком.

Состоялось заседание «круглого стола» с направляющей идеей, выраженной - каким видится развитие семинара. На заседании «круглого стола» выступили: В.Астрелин, Ю.Ахмадеев, А.Каменецких, А.Климов, Н.Коваль, А.Козырев, А.Номоев, Е.Окс, Н.Ремпе, А.Семенов, Н.Смирнягина. Выступившие отметили наиболее важные задачи в области проведения фундаментальных и прикладных исследований по проблемам плазменной

эмиссионной электроники, новым электронным, ионным и плазменным технологиям в части получения наноструктурированных покрытий и материалов, их коммерциализации. В части программы "Крейнделевских чтений" Программный комитет отметил дипломами и поощрительными призами три лучших выступления молодых ученых - А.Тересова (Томск), аспирантов Б.Цыренова (Улан-Удэ) и Чан Ми Ким Ан (Вьетнам).

В свободное от заседаний время состоялась прогулка по озеру Байкал на теплоходе «Дружный». Выступил с замечательной просветительской лекцией-презентацией профессор А.Козырев, побывавший во Флоренции. Рассказал о базилике Сан-Лоренцо одной из старейших церквей Флоренции, основанной в IV веке. Во всём помпезном великолепии мраморных изваяний восприняли участники семинара великолепные бронзовые кафедры работы Донателло, шедевры - библиотеку Лауренциана и надгробий клана Медичи руки Микеланджело. В склепе захоронены почти все представители великой семьи Медичи, принадлежавшие к герцогской ветви. Пребывание на озере Байкал завершилось посещением термального источника Сухой (Загза).

Будучи в Улан-Удэ участники семинара нашли время на экскурсию по историческим местам города. Очередной VII Международный Крейнделевский семинар "Плазменная эмиссионная электроника" состоится в 2021 году в Бурятии на озере Байкал.

профессор А.Семёнов, председатель Программного комитета