

Электронные и ионные пучки *

УДК 537.533

IX Всероссийский семинар "Проблемы теоретической и прикладной электронной и ионной оптики"

А. М. Филачёв

Дан краткий обзор докладов, представленных на IX Всероссийском семинаре "Проблемы теоретической и прикладной электронной и ионной оптики".

PACS: 41.85.-p

Ключевые слова: Всероссийский семинар, доклады, электронная и ионная оптика.

27—29 мая 2009 г. в Москве проходил очередной IX Всероссийский семинар "Проблемы теоретической и прикладной электронной и ионной оптики". Семинар организован Государственным научным центром ФГУП «НПО "Орион"» при поддержке научных советов РАН по проблемам "Ускорители заряженных частиц", "Релятивистская сильноточная электроника и пучки заряженных частиц" и при участии Объединенного института ядерных исследований и ГНЦ ВЭИ.

Тематика семинара

- Теоретическая электронная и ионная оптика, абберационный анализ электронно-оптических элементов и систем, электронная и ионная оптика интенсивных пучков, компьютерное моделирование электронно-оптических систем (ЭОС).
- Электронно-оптические и ионно-лучевые приборы и устройства аналитического назначения.
- Электронно-лучевые и ионно-плазменные установки технологического назначения.
- Электронно-лучевые трубки, электронно-оптические преобразователи (ЭОП).
- Элионные методы контроля в технологии производства полупроводниковых структур, а также в исследовании и разработке наноструктур и наноматериалов.
- Инжекторы ускорителей заряженных частиц; электронные пучки в системах электронного охлаждения; электронные пучки с рекуперацией энергии.

- Проблемы взаимодействия электронных и ионных пучков с веществом.
- Электронно-лучевые и ионно-плазменные технологии.

На семинар было представлено около 100 докладов от 41-й организации из России, Украины, Белоруссии, Казахстана. Среди участников семинара сотрудники восьми институтов Академии наук РФ, ряда научных центров и проектных организаций, восьми университетов и технических университетов.

В соответствии с тематикой представленных докладов программа семинара включала пленарные заседания, а также работу трех секций.

Секция I. Теоретическая и вычислительная электронная и ионная оптика. Компьютерное моделирование.

Секция II. Электронная оптика интенсивных пучков.

Секция III. Электронно-лучевые приборы. Оборудование и технологии.

- На пленарном заседании с большим интересом были заслушаны доклады сотрудников Объединенного института ядерных исследований "Электронно-струнные ионные источники с линейной и трубчатой геометрией электронной струны" (Д. Е. Донец, Е. Д. Донец, Е. Е. Донец, В. Дробин, В. Сальников, Е. Сыресин, А. Шабун, Ю. Шишов, В. Шутов) и "Формирование и диагностика ультракоротких электронных банчей ЛЭС" (О. Бровко, Р. Макаров, Е. Матюшевский, Н. Морозов, Е. Сыресин, М. Юрков).

В первом докладе обсуждались последние экспериментальные результаты, полученные в электронно-струнном ионном источнике с линейной струной (ЭСИС), а также приведены проектные параметры источника с трубчатой геометрией электронной струны (ТЭСИС). Предполагается,

* Статьи представлены по материалам IX Всероссийского семинара "Проблемы теоретической и прикладной электронной и ионной оптики" (27—29 мая 2009 г.).

что новый ионный источник позволит увеличить ионный ток на один—два порядка по сравнению с ионным источником с линейной геометрией электронной струи и обеспечит импульсный ток таких ионов как Ag^{16+} или Fe^{24+} на уровне 10 мА, а средний ток ионного пучка порядка 10 мкА.

Во втором докладе обсуждались формирование и диагностика ультракоротких электронных банчей для лазеров на свободных электронах (ЛСЭ), таких как FLASH, рентгеновский лазер XFEL и ЛСЭ для экстремальной ультрафиолетовой (УФ) литографии. Во всех этих ускорительных комплексах требуются формирование и диагностика ультракоротких электронных банчей с длиной около 50 нм. Инфракрасный ондулятор, изготовленный в ОИЯИ и установленный на FLASH, применяется для измерения продольной длины электронных сгустков. Совместно с УФ-ондулятором он также используется для двухцветной генерации излучения в ЛСЭ, что позволяет исследовать динамику атомных и молекулярных систем с временным разрешением 100—500 фс. Для измерения излучения ЛСЭ FLASH в широком интервале длин волн (от 6,5 до 30 нм) с большим динамическим диапазоном разработана диагностика на основе микроканальных пластин.

- На пленарном заседании был также заслушан обзорный доклад **В. П. Ильина** (Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, г. Новосибирск) "*Модели, алгоритмы и технологии в задачах электромагнетизма*". В докладе рассматривались сравнительные характеристики математических моделей, вычислительных методов и программных технологий моделирования волновых и переходных процессов в многомерных прямых и обратных задачах электромагнетизма. Приводились оценки вычислительной сложности различных этапов моделирования и пути конструирования высокопроизводительных алгоритмов с адаптивной оптимизацией программного кода на компьютерных архитектурах с распределенными и общими ресурсами.

- На секции "*Теоретическая и вычислительная электронная и ионная оптика. Компьютерное моделирование*" был представлен 41 доклад. Наиболее значимыми, на наш взгляд, являются доклады, посвященные решению более общих задач электронной оптики, таких, например, как доклад **В. М. Свешникова** "*Параллельные алгоритмы и технологии расчета интенсивных пучков заряженных частиц на многопроцессорных ЭВМ*" (Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН) и доклад **С. В. Полякова** (Институт математического моделирования РАН). **Б. Г. Фрейнкман** (Институт проблем

технологии микроэлектроники и особо чистых материалов РАН, Черногловка, Россия) "*Полевая эмиссия острейного эмиттера с учетом кривизны его вершины*". В последнем докладе рассматривалась проблема моделирования процессов автоэмиссии с поверхности углеродных нанотрубок, применяемых в качестве эмиттеров в современных и проектируемых зондовых приборах для нанотехнологий.

- Несколько докладов было посвящено разработке детекторов для регистрации быстропротекающих процессов, а именно детекторов излучения в ускорителях, на базе ЭОП с микроканальными пластинами (МКП). Из них наиболее значимый доклад **В. Я. Иванова** (Muons. Inc., IL, USA), **Ю. В. Куликова** (МИРЭА) "*Компьютерные модели с МКП*", в котором представлены математические модели и вычислительные средства, необходимые для проектирования ЭОС с учетом характеристик МКП и свойств материалов, используемых в качестве фото- и вторичных эмиттеров.

- Следует отметить обзорный доклад, представленный **В. Я. Ивановым** в соавторстве с сотрудниками фирмы Muons. Inc. IL и ряда других технологических фирм и университетов США "*Разработка быстрых фотодетекторов большой площади*", занятых решением комплексной научной и технологической задачи создания семейства надежных фотодетекторов большой площади, которые могут быть адаптированы для широкого спектра приложений в качестве детекторов излучения и элементарных частиц на базе современных планарных технологий.

Значительное место среди докладов, представленных на семинар, занимают работы, посвященные решению весьма актуальной задачи современного аналитического приборостроения, а именно разработке новых прецизионных энерго- и масс-анализаторов высокого разрешения.

- Отметим доклад **Ю. К. Голикова, Н. К. Красновой, И. А. Марциновского** "*Высокодисперсионные энергоанализирующие электрические поля*" (Государственный политехнический университет, Санкт-Петербург) и доклад "*Энергоанализатор на основе комбинированных электростатических полей*", авторы которого **Б. У. Ашимбаева, К. Ш. Чоккин** (Физико-технический институт, г. Алматы, Казахстан) и **С. Н. Асылбекова, А. О. Саулебеков** (Карагандинский государственный университет, Казахстан).

- На секции "*Электронная оптика интенсивных пучков*" представлен 21 доклад, из которых следует отметить доклады, посвященные формированию мощных ионных пучков: "*Электронно-лучевой ионный источник MIS-1*" (**В. Г. Абдулманов и Н. С. Диканский** (Институт ядерной

физики им. Будкера, г. Новосибирск) и "Электронное охлаждение в тяжелоионном коллайдере" (Е. В. Ахманова, В. Ф. Быковский, А. Г. Кобец, И. Н. Мешков, Р. В. Пивин, А. Ю. Рудаков, А. В. Смирнов, С. Л. Яковенко, Объединенный институт ядерных исследований, г. Дубна и Е. И. Остапенко, Всероссийский электротехнический институт, Москва).

Второе важное направление применения сильноточных электронно-оптических систем — источники СВЧ-излучения. В докладе, представленном сотрудниками ФГУП «НПП "Торий"» "Проблемы разработки мощного многолучевого широкополосного клистрона пакетированной конструкции" показана возможность создания мощного широкополосного клистрона с выходной непрерывной мощностью с КПД не менее 45 % в дециметровом диапазоне длин волн. Разработке ЭОС-гиротронов — наиболее мощных и перспективных источников СВЧ-излучения миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов длин волн посвящен доклад В. Н. Ма-нуилова "Численное моделирование переходных процессов при формировании винтовых электронных пучков с большими пич-факторами" (Нижегородский госуниверситет).

Значительное число работ было посвящено решению технических задач, связанных с разработкой СВЧ-приборов различного назначения.

- Из докладов представленных на секции "Электронно-лучевые приборы. Оборудование и технологии" наибольшее внимание привлек доклад "Ионно-индуцированная морфология и автоэлектронная эмиссия поверхности высокоориен-

тированного пирографита" (А. М. Борисов и др., НИИ ядерной физики им. Д. В. Скобельцина, МГУ им. М. В. Ломоносова, Ю. С. Виргильев, НИИ "Графит", Москва), который интересен как своими результатами, так и высоким уровнем проведенных экспериментальных исследований. В работе исследованы закономерности формирования наноразмерной ионно-индуцированной морфологии на поверхности высокоориентированного пирографита при высокодозном облучении ионами Ag^+ энергии 30 кэВ и эмиссионные свойства модифицированной поверхности. Показаны возможности его использования как наноматериала для эвтроэлектронного эмиттера в производстве зондовых приборов, источников света, приборов СВЧ и других видов приборов микроэлектроники.

На этой же секции были представлены доклады, посвященные разработке и модернизации электронно-лучевого и ионно-плазменного оборудования.

Заключение

Обзор докладов, представленных на IX Всероссийском семинаре "Проблемы теоретической и прикладной электронной и ионной оптики", свидетельствует о высоком уровне работ в области вычислительной электронной оптики, а также об актуальности разработок новых электронно- и ионно-оптических приборов и устройств для научных исследований и технологий, в том числе нанотехнологий.

The IX-th All-Russian seminar on problems of electron and ion optics

A. M. Filachev

Orion Research-and-Production Association, 9 Kosinskaya str., Moscow, 111402, Russia

E-mail: orion@orion-ir.ru

It is made a brief of reports represented in the IX-th All-Russian seminar on electron and ion optics.

Keywords: All-Russian seminar, reports, electron, ion, optics.

Bibliography — 0 references.

Received 18 November 2009