

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Мелузовой Дарьи Сергеевны «Моделирование ионного облучения кристаллических и аморфных мишеней, включая материалы первой стенки токамака-реактора», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности: 01.04.04 – Физическая электроника.

Исследования процессов взаимодействия ускоренных ионов с поверхностью твердых тел представляют большой научный и практический интерес. Такие явления, как распыление, рассеяние первичных ионов, вторичная ионная эмиссия, имплантация ионов широко применяются при анализе состава и структуры поверхности, напылении тонких пленок, формированию микро- и наноструктур в приповерхностных слоях. Несмотря на то, что на настоящий момент времени накоплен обширный экспериментальный и теоретический материал, посвященный вопросам взаимодействия ионов с поверхностью твердых тел, имеется недостаток информации о взаимодействии легких ионов (изотопов водорода, гелия) с материалами первой стенки термоядерных реакторов. В частности мало или практически нет экспериментальных данных по рассеянию и внедрению ионов разряда, распылению ионами плазмы и постиионизованными в плазме распыленными атомами стенки, что связано с экспериментальными трудностями получения таких результатов. Поэтому, **актуальность** диссертационной работы Мелузовой Д.С., посвященной моделированию процессов взаимодействия ионов водорода, дейтерия, трития, гелия с поверхностью материалов первой стенки токамаков (вольфрам, углерод, бериллий) не вызывает сомнений.

В работе получен целый ряд **новых** результатов, имеющих большую **научную и практическую ценность**. Разработан численный код для моделирования взаимодействия ускоренных ионов с поверхностью твердых тел. Получены большой массив данных по коэффициентам отражения для различных комбинаций ион-твердое тело, распределению энергии падающими ионами по глубине пробега. Предложена модель распыления материалов легкими ионами вблизи энергетического порога распыления.

**Достоверность** полученных результатов подтверждается сравнением полученных результатов с имеющимися экспериментальными и теоретическими данными. Предложенная модель расчетов дает хорошее совпадение по пробегам ионов водорода в хорошо изученном кремнии.

Полученные автором результаты докладывались на Международных научных конференциях, опубликованы в тринадцати статьях в рецензируемых журналах, включенных в список ВАК, Scopus и Web of Science.

Автореферат написан хорошим языком, логически выстроен и содержит достаточ-

но иллюстративного материала, но не лишен некоторых **недостатков**:

1. Не понятно о согласии с какими экспериментальными данными идет речь при использовании потенциалов взаимодействия ионов с атомами мишени (рис. 1).

2. Чем обусловлен выбор логарифмического представления угла падения ионов на рис. 2?

3. В автореферате встречаются выражения вида «влияние ямы в потенциалах взаимодействия..» (стр. 11 и др.). Необходимо конкретно указывать о влиянии формы кривой, глубины потенциальной ямы.

Однако указанные недостатки не умаляют ценность представленной работы.

В целом, диссертационная работа «Моделирование ионного облучения кристаллических и аморфных мишеней, включая материалы первой стенки токамака-реактора» по научному уровню, актуальности, научной новизне и практической значимости соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук и «Положению о присуждении ученых степеней», а её автор - Мелузова Дарья Сергеевна - несомненно, заслуживает присуждения искомой степени по специальности: 01.04.04 – Физическая электроника.

Бачурин Владимир Иванович

доктор физико-математических наук по специальности 01.04.04 – физическая электроника, ведущий научный сотрудник лаборатории «Диагностика микро- и наноструктур» Ярославского филиала Физико-технологического института им. К.А. Валиева Российской Академии Наук (ЯФ ФТИАН РАН), телефон: 8-910-970-46-97, email: [vibachurin@mail.ru](mailto:vibachurin@mail.ru)

Ярославский Филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физико-технологического института Российской академии наук (ЯФ ФТИАН РАН)  
150007, г. Ярославль, ул. Университетская, д. 21, (4852) 24-65-52

Подпись ведущего научного сотрудника ЯФ ФТИАН РАН доктора физико-математических наук, доцента БАЧУРИНА В.И. удостоверяю

Заместитель директора

по научной работе ЯФ ФТИАН РАН

Амиров И.И.

28.04. 2021