

ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы **Фадеева Алексея Владимировича**
«ИССЛЕДОВАНИЕ ЛАТЕРАЛЬНОЙ ОДНОРОДНОСТИ ПЛАЗМЫ В РЕАКТОРАХ
МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ МЕТОДАМИ ДВУХРАКУРСНОЙ ЭМИССИОННОЙ ТОМОГРАФИИ»,
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности: 05.27.01 – . твердотельная электроника, радиоэлектронные
компоненты, микро- и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах

Проблемы алгоритмов малоракурсной томографии плазмы перманентно привлекают интерес исследователей в различных областях физики и ее технических приложений. В отличие от хорошо изученных томографических задач, в которых регистрация томографических данных не ограничена числом ракурсов съема данных, малоракурсная томография объектов сопровождается неизбежными артефактами реконструкции вследствие некорректности решаемой обратной задачи. Подходы к решению таких задач, как правило, весьма индивидуальны и построены на включении в алгоритм априорной информации об объекте реконструкции.

В современных технологических процессах изготовления интегральных схем, использующих химически активную низкотемпературную плазму, предъявляются весьма высокие требования к пространственной однородности плотности плазмы. Выбор неинвазивных (неконтактных) методов диагностики весьма ограничен. Эмиссионная томография плазмы – один из перспективных путей решения проблемы.

Исследование Алексея Владимировича посвящено изучению возможностей томографических методов для характеристики низкотемпературной плазмы, применяемой в микроэлектронной технологии, в условиях предельно малого числа ракурсов (не более двух), доступных для томографического сканирования объема в технологической камере. Поэтому диссертация Фадеева А.В. воспринимается как своевременная, актуальная работа в данной области.

Следует отметить, что диссертант справился с поставленными задачами исследования, и разработал оригинальный томографический алгоритм, включив в классические реконструктивные методы физически обоснованную модель плазменных неоднородностей в зоне диффузионного растекания плазмы от удаленного источника. Автор показал, что представление поля реконструкции в виде суперпозиции «элементарных» (по терминологии автора) неоднородностей плазмы, описываемых гладкими функциями, позволяет свести задачу реконструкции к поиску параметров этих функций и подавить артефакты томографической реконструкции даже в двухракурсной схеме. Очень ценной является проведенная верификация алгоритма как на множестве томографических фантомов, так и на реальном плазменном объекте. Завершение исследования экспериментальным изучением распределения частиц химически активной плазмы в экспериментальном технологическом реакторе ярко демонстрирует возможности малоракурсной эмиссионной томографии.

Выносимые на защиту положения обладают несомненной научной новизной. Теоретические результаты получены на основе общепризнанных математических методов реконструктивной томографии и численных методов решения, а экспериментальные – базируются на современных методах диагностики плазмы, получены с использованием современного спектрально-томографического комплекса. Поэтому их достоверность сомнений не вызывает.

Тем не менее, после прочтения автореферата возникает **замечание**. В предложенном томографическом алгоритме недостаточно обоснован выбор того или иного начального метода реконструкции – метод свертки либо метод максимума энтропии, который использует автор. Неясно, какой же реконструктивный метод предпочтителен для данного объекта.

Однако сделанное замечание не меняет общего положительного впечатления о работе. Проведенные исследования достаточно полно отражены в 13 научных публикациях автора, ссылки на которые представлены в автореферате, докладывались на отечественных и международных конференциях.

Диссертационная работа А.В. Фадеева, имеющая как научную, так и прикладную ценность, несомненно будет практически востребована при создании плазменных технологий и оборудования для микроэлектроники.

Результаты, изложенные в автореферате, свидетельствуют, что исследования выполнены на высоком научном уровне, работа вносит существенный вклад в направление создания новых томографических методов диагностики плазменных технологий микро- и наноэлектроники. Диссертация Фадеева Алексея Владимировича в полной мере отвечает требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности: 05.27.01 – твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах.

Директор,

Институт вычислительной математики РАН (ИВМ РАН),

Д.ф.-м.н., проф., чл.-корр. РАН


27.11.2014

Е.Е.Тыртышников

ул. Губкина, 8, Москва 119333,

служ. Тел.: +7

E-mail: director@inm.ras.ru

Подпись руки Е.Е.Тыртышникова заверяю

Ученый секретарь ИВМ РАН, д.ф.-м.н.



В.П.Шутяев