

**PRINCETON UNIVERSITY**

**School of Engineering & Applied Science**  
**Department of Mechanical & Aerospace Engineering**  
P.O. Box CN5263  
Princeton, NJ 08544-5263



15 Августа, 2014

В диссертационный совет Д 212.232.45  
Санкт-Петербургского государственного университета  
198504, Санкт-Петербург, Петергоф, Ульяновская ул. д. 1

### **О Т З Ы В**

на автореферат диссертационной работы  
«Экспериментальное исследование явлений, происходящих при пробое длинной  
разрядной трубки в азоте при низком давлении»,

представленной **Шишпановым Александром Игоревичем**  
на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности  
01.04.08 – физика плазмы.

В диссертационной работе излагаются результаты экспериментальных исследований переходных процессов в нестационарных тлеющих разрядах в азоте в длинных трубках. Актуальность и практическая значимость работы не вызывают сомнения в связи с широким практическим использованием таких разрядов в газоразрядных источниках света и электроразрядных лазерах, а также в лабораторных исследованиях неравновесной низкотемпературной плазмы молекулярных газов. Многие результаты, полученные в работе, наблюдались впервые, например, эффект памяти при пробое в длинной разрядной трубке и эффект так называемой темной фазы (ТФ) развития положительного столба разряда в азоте. Показано, что механизм ТФ связан с наработкой повышенной концентрации электронов во фронте волны ионизации. Даны объяснения наблюдаемых явлений, подтвержденные оценками, модельными или численными расчетами.

В целом диссертация представляет собой законченное экспериментальное исследование важной современной проблемы физики неравновесной низкотемпературной плазмы. Полученные результаты обладают несомненной новизной и оригинальностью. Основные результаты диссертации опубликованы в статьях автора в научных журналах и сборниках, представлены на Всероссийских и Международных научных конференциях.

Среди замечаний по Автореферату могу отметить следующее. Объяснение и анализ темной фазы, приведенный в Автореферате не вызывает возражений. Хотелось бы отметить, что ТФ имеет явную аналогию с Фарадеевым темным пространством (ФТП) в обычном тлеющем разряде постоянного тока. Известно, что наличие ФТП объясняется избыточной генерацией электронов в отрицательном тлеющем свечении. Удивительно, что эта очевидная аналогия ТФ с ФТП совсем не отмечена в Автореферате.

Разумеется, сделанное замечание не затрагивает основных научных положений работы и не снижает ценности полученных результатов.

**Заключение.** Считаю, что автор демонстрирует высокую квалификацию физика-экспериментатора, способность к анализу данных и представлению результатов исследований. Работа соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Шишпанов Александр Игоревич, безусловно заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.08 – «физика плазмы».

Senior Scientist, Д.ф.-м.н. *Mikhail Shneider* М.Н. Шнейдер (M.N. Shneider)  
Applied Physics Group, MAE Department,  
Princeton University  
D-418 Engineering Quad,  
Olden Street, Princeton, NJ 08544-5263  
e-mail: shneyder@princeton.edu  
Tel: (609) 258-1022  
Fax: (609)258-1139