

В диссертационный совет Д 212.267.04  
федерального государственного автономного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский Томский государственный университет»

### ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Сорокина Дмитрия Алексеевича

“Оптические свойства плазмы высоковольтного наносекундного разряда, инициируемого убегающими электронами, и ее применение”, представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 – Оптика

В настоящее время разработка газоразрядных источников неравновесной плазмы в плотных газах (при атмосферном давлении и выше) активно ведется в связи широким использованием низкотемпературной плазмы в различных приложениях. Диссертационная работа Сорокина Д. А. посвящена исследованию параметров и оптических свойств плазмы высоковольтного наносекундного разряда, инициируемого убегающими электронами, в бинарных смесях инертных газов (Ar-Kr, Ar-Xe), в которых атомы более тяжелого газа играют роль примеси. В этом случае эффективно образуются гетероядерные димеры типа  $ArXe^*$ , излучающие в узкой ВУФ-области вблизи резонансной линии более тяжелого атома, что открывает перспективу создания узкополосного источника ВУФ-излучения, а также ВУФ-лазера с электроразрядным возбуждением активной среды при более низких давлениях по сравнению с ВУФ-лазерами на переходах гомоядерных димеров типа  $Ar_2^*$ . Кроме того, исследованы возможности высоковольтного наносекундного разряда с убегающими электронами как инициатора реакции термоядерного синтеза  $d(d,n)^3He$  (DD-реакция), приводящей к испусканию нейтронов, что представляет практический интерес с точки зрения создания бестритиевого нейтронного источника с длительностью импульса  $\sim 1$  нс. В связи со сказанным, актуальность работы не вызывает сомнений.

В результате проведенных исследований автором определены значения основных параметров плазмы высоковольтных наносекундных разрядов в плотных газах, инициируемых убегающими электронами. Так, им измерены плотности электронов (на уровне  $10^{15} \text{ см}^{-3}$ ) в гелиевой и аргоновой плазме диффузного разряда ( $P_{He} = 1 - 6$  атм;  $P_{Ar} = 0,5 - 2$  атм), возбуждаемого однократными и периодическими наносекундными импульсами напряжения амплитудой 250 кВ и 50 кВ, соответственно. В случае импульсного и импульсно-периодического наносекундного диффузного разряда в азоте атмосферного давления определены электронная концентрация, приведенная напряженность электрического поля, а также электронная, колебательная, вращательная и газовая температуры. К категории важных результатов следует отнести экспериментальное доказательство того, что плазма высоковольтного ( $U=250$  кВ) наносекундного разряда в бинарной смеси Ar-Xe при давлении 400 Торр и содержании ксенона 1 % проявляет усилительные свойства в отношении узкополосного излучения вблизи длины волны 147 нм. Интересным и потенциально важным является зарегистрированное автором испускание нейтронов на уровне  $10^4$  нейтронов за импульс в результате DD-реакции, протекающей в условиях высоковольтного разряда с убегающими электронами в дейтерии при давлении доли-единицы Торр.

Результаты исследований опубликованы и доложены на международных научных конференциях.

В качестве замечания к автореферату можно отметить следующее:

на странице 13 указано, что использовалось максвелловское распределение электронов по скоростям. Для установления в плазме максвелловского распределения необходимо выполнение условия  $v_{ee} \gg v_{ea}$ , где  $v_{ee}$  и  $v_{ea}$  - частота столкновений электронов с электронами и нейтральными частицами. Проверка выполнимости данного условия в автореферате отсутствует.

Несмотря на указанное замечание, диссертация Сорокина Дмитрия Алексеевича представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу, которая по своей актуальности, научной новизне, практической ценности соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Считаю, что Сорокин Дмитрий Алексеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 – Оптика.

Даю свое согласие на обработку персональных данных.

Начальник лаборатории кинетики слабоионизованной плазмы,  
д.ф.-м.н. по специальности 01.04.08 – физика и химия плазмы,  
профессор

Акишев Юрий Семенович

30.10.2015

142190, Россия, г. Москва, г. Троицк,  
АО "ГНЦ РФ ТРИНИТИ", ул. Пушкиновых, владение 12  
Телефон 8 495 841 5236  
akishev@triniti.ru  
<http://www.triniti.ru>

Подпись Акишева Ю. С. заверяю:

Ученый секретарь  
АКЦИОНЕРНОГО ОБЩЕСТВА ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ТРОИЦКИЙ ИНСТИТУТ ИННОВАЦИОННЫХ И  
ТЕРМОЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ (АО "ГНЦ РФ ТРИНИТИ")

к.ф.-м.н.



А. А. Ежов