

Ученому секретарю  
диссертационного совета Д.409.001.01  
Куликовой И.В.  
141190, Московская область,  
г. Фрязино, ул. Вокзальная, д. 2а.

## ОТЗЫВ на автореферат диссертации

«Создание импульсных газоразрядных источников ИК излучения нового поколения для оптико-электронных систем», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.27.02 - «Вакуумная и плазменная электроника».

Задача создания импульсных газоразрядных источников ИК излучения для систем оптико-электронного противодействия, решению которой посвящена диссертационная работа Гавриша Сергея Викторовича, является безусловно актуальной. И из-за своей большой практической значимости, и в силу того, что она представляет исследование и разработку нового направления в области газоразрядных ламп – ламп с двойной сапфировой оболочкой. Благодаря широкой полосе пропускания ИК и УФ излучения у сапфира такие лампы обладают уникальными оптическими свойствами, а исключительно высокая температурная стойкость сапфира позволяет реализовать предельно высокие удельные электрические ли. нагрузки и, соответственно, получать максимальные по интенсивности потоки излучения, что имеет решающее значение для достижения поставленной в работе цели.

При этом сама постановка задачи – создание принципиально нового типа ламп, включая стадии НИР, ОКР и организацию их промышленного производства – требовала комплексного подхода и решения разнообразных физических, технических, материало-ведческих, конструкторских и технологических задач. Наиболее существенные из них нашли отражение в автореферате – начиная с формулировки и обоснования, исходя из параметров следящей системы головки самонаведения, основных технических требований к разрабатываемому импульсному разрядному источнику ИК излучения (главными из которых оказались пиковая сила излучения в коротковолновом (1-2 мкм) и длинноволновом (3-6 мкм) диапазонах ИК спектра).

Несомненной заслугой диссертанта является грамотная ранжировка этих задач в процессе работы, когда последующие этапы разработки исходят и опираются на необходимые и достаточные результаты исследований на предшествующих стадиях. Так же, как и удачное использование уже имеющейся обширной информации о разряде в дуговых лампах и технологии таких ламп, которой диссертант свободно владеет (что видно по обзору литературы). Тут сразу стоит подчеркнуть, что, поскольку лампы с двойной сапфировой оболочкой ранее у нас не разрабатывались, все ключевые результаты, позволившие разрешить возникавшие при проведении работы проблемы и трудности и успешно решить всю поставленную задачу в целом, по сути своей являются новыми и принципиальными. Основная часть этих результатов закономерно вошла в положения, выносимые на защиту.

Из перечисленных в автореферате задач особо следует выделить сыгравшее большую роль в последующем успешном развитии работы создание в самом начале работы математической модели излучающего разряда и широкое использование на ее основе рас-

четных методов для исследования и оптимизации режимов разряда по интенсивности ИК излучения и другим характеристикам. Особенностью создаваемых импульсных газоразрядных ламп является использование цезий – ртуть – ксенонового наполнения, в котором ртуть, играя роль буферного газа, позволяет уменьшить вынос энергии плазмы на стенку горелки, увеличить напряжение на столбе разряда и ускорить зажигание разряда. Соответственно нестационарная модель развития разряда создавалась для трех этих компонентов – в приближении ЛТР, как это уже делалось для импульсно-периодического разряда в натриевых дуговых лампах. Главное же, система уравнений, описывающих развитие разряда при подаче импульса, включала уравнения внешней электрической цепи, а также баланса тепла для сапфировых оболочек и продуваемого между ними охлаждающего газа. Это существенно усложнило ее решение, зато сделало разработанный и отлаженный код эффективным и исключительно полезным инструментом исследования разряда после того, как было показано хорошее согласие его расчетных и экспериментальных характеристик. Широкое использование расчетных методов намного сократило объем дорогостоящих и трудоемких экспериментальных исследований, необходимых для оптимизации конструкции лампы и выбора режима ее работы, существенно облегчило и ускорило разработку и создание нового типа ламп. В частности, расчетным путем были проведены важнейшие предварительные исследования зависимости излучающих характеристик разряда от режима питания лампы, определившие выбор трехимпульсной системы формирования однородного разрядного канала, так что для эксперимента осталась лишь завершающая ее оптимизация.

Однако при всей важности эффективного использования удачной математической модели и значимости полученных при этом результатов следует подчеркнуть, что не меньший вклад в общий успех разработки внесли всесторонние и очень непростые конструкторско - технологические исследования и найденные на их основе многочисленные оригинальные технические решения (о чем говорят 46 патентов на полезную модель). Именно они закладывают основы технологии нового класса ламп. Как следует из автореферата, это прежде всего определение оптимальных конструктивных параметров лампы и состава наполнения, методика такой оптимизации, разработка методики расчета элементов конструкции – что в совокупности закладывает основы конструирования ламп с двумя сапфировыми оболочками; это исследование тепловых полей сапфировых оболочек газоразрядных ламп, температурной зависимости прочности, спектрального пропускания и радиационного окрашивания сапфира, (для чего понадобилась разработка оригинальных методик); исследование влияния структурного совершенства кристалла сапфира на предельные характеристики ламп. Сюда же надо отнести детальное изучение физико-химических процессов, происходящих в элементах конструкции лампы при ее изготовлении и эксплуатации и определяющих ее ресурс и температурно – временные ограничения при выполнении технологических операций. Серьезных исследований потребовала также разработка метода безотказного устойчивого зажигания разряда в условиях конденсации цезия после выключения лампы, и его испарения при разогреве внутренней оболочки разрядом.

О полноте и достоверности полученных при этом результатов проще всего заключить по успешному конечному результату – созданию ламп с заданными параметрами и их штатной работе в составе систем противодействия.

Оценивая представленную работу в целом, можно с полным основанием считать, что выполненный диссертантом комплекс исследований и разработок закладывает науч-

ный фундамент для развития нового направления в области газоразрядных ламп. Как подтверждение этому в заключительной главе диссертации рассматриваются не только пути совершенствования ламп с двумя сапфировыми оболочками как источников ИК радиации, но и варианты ламп другого исполнения и назначения,

Вместе с тем следует отметить и некоторые недостатки работы.

1. Наряду с утверждением о 15-20% согласии расчетных и экспериментальных характеристик разряда хотелось бы видеть конкретные примеры такого сравнения.

2. Математическая модель разряда делалась для положительного столба – радиально симметричного и однородного по длине, т.е. в одномерной постановке, что соответствует большому межэлектродному расстоянию. Насколько справедливо ее использование для основного рабочего варианта геометрии горелки 11/35, где отношение длины столба к его диаметру всего лишь 3?

Однако высказанные замечания никак не снижают общей высокой оценки диссертационной работы С.В. Гавриша. Актуальность темы диссертации, большой объем выполненных автором расчетных и экспериментальных исследований, успешное решение поставленной в работе научно-технической задачи, новизна и практическая ценность полученных результатов позволяют сделать вывод о том, что диссертация соответствует требованиям пункта 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. за №842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук, а автор Гавриш С.В. достоин присуждения искомой степени по специальности 05.27.02 - «Вакуумная и плазменная электроника».

Фотиади Александр Эпамиондович,  
доктор физ.-мат. наук,  
профессор кафедры "Физическая электроника"  
Санкт - Петербургского политехнического  
университета Петра Великого  
Адрес: 195251, Санкт-Петербург,  
ул. Политехническая, дом 29, 2-й учебный корпус,  
помещение 408  
Тел.: 7 (812) 552-75-16  
e-mail: fotiadi@spbstu.ru  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.



Фотиади А.Э.

Подпись Фотиади А.Э.  
Удостоверяю

М.П.

