

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Егорова Романа Владимировича «Повышение эффективности клистронов большой мощности – теория и эксперимент», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – «радиофизика»

Актуальность работы не вызывает сомнений, потому что основными источниками радиочастотной мощности в строящихся по всему миру суперколлайдерах будут клистронные усилители. В разрабатываемом в настоящее время компактном линейном ускорителе (CLIC), рассчитанный на энергию электронов и позитронов 3 ТэВ, на базе научного центра ЦЕРН потребуется свыше 1000 клистронов. Повышение КПД клистронных усилителей является важной задачей, поскольку увеличение эффективности источников мощности снижает общее энергопотребление ускорителей. Клистроны находят применение не только в ускорительной технике, они также используются в радиолокации, в системах радиоэлектронной борьбы.

Автор уделяет внимание исследованию взаимодействия однолучевого и многолучевого электронных потоков с высокочастотными электромагнитными полями в клистронных усилителях с уровнем выходной мощности 6 МВт и выше.

Следует отметить наиболее **значимые результаты** диссертации:

1) разработаны, сконструированы и испытаны на практике первые в мире клистроны с БАК группировкой электронов с уровнем выходной импульсной мощности 6 МВт, работающих на частоте входного сигнала 2,9985 ГГц, которые находят применение в ускорителях медицинского назначения и системах радиоэлектронной борьбы;

2) эффективность БАК – клистронов превысила на 15-20% КПД прототипа, а также КПД зарубежных однолучевых аналогов того же уровня выходной мощности;

3) проведено теоретическое изучение и показана возможность повышения выходной мощности разработанных клистронов с 6 МВт до 40 МВт;

4) изучена возможность применения нескольких колебаний ядра сгустка БАК группировки электронов с целью получения высокой эффективности в однолучевом клистроне для ускорителя Future Circular Collider (FCC) на базе научного центра ЦЕРН.

5) предложена трёхмерная электродинамическая система многолучевого клистрона, позволяющая проводить трёхмерный анализ физических процессов;

6) выявлено физическое ограничение КПД многолучевых приборов О-типа, заключающееся в интерференции волн в сверхразмерных резонаторах с наличием устройств связи;

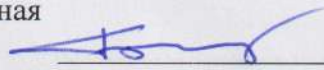
Представленные в диссертационном исследовании результаты имеют высокую **научную и прикладную значимости** при реализации клистронных усилителей с многолучевым электронным потоком. Полученные на практике оригинальные результаты определили мировой уровень клистронных технологий в 10-см диапазоне длин волн и уровне выходной импульсной мощности 6 МВт. Преимуществами клистрона являются меньшие рабочие напряжения и применение постоянных магнитов для фокусировки электронных пучков.

Основные результаты диссертации опубликованы в 13 работах, в том числе в 7 статьях, входящих в перечень журналов, рекомендованных ВАК Минобразования и науки РФ, удовлетворяющих Положению о присуждении ученых степеней в МГУ имени М.В. Ломоносова.

Достоверность полученных результатов подтверждается экспериментальными результатами многолучевых клистронов, проведенных в ОИЯИ и ЦЕРН; численными моделями, которые используются отечественными и зарубежными специалистами при разработке усилителей и генераторов СВЧ; разработанной электродинамической трёхмерной моделью многолучевого многорезонаторного клистрона с использованием метода конечных элементов.

Общая научная и практическая ценность диссертации не вызывает сомнений. Диссертационная работа удовлетворяет требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова», предъявляемых к кандидатским диссертациям, а ее автор Егоров Роман Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – «радиофизика».

Заведующий научно-исследовательской лабораторией
профессор, д.т.н., заслуженный деятель науки
Российской Федерации
Физика пучков заряженных частиц и ускорительная
техника (01.04.20)

 Богданович Б.Ю.
подпись, дата
11.11.2019

Данные об авторе отзыва:

Богданович Борис Юрьевич, д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, заведующий научно-исследовательской лабораторией, научный руководитель Радиационно-ускорительного центра, Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ».

Адрес:

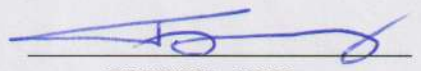
115409, г. Москва, Каширское ш., д. 31, НИЯУ «МИФИ», Радиационно-ускорительный центр.

Контакты:

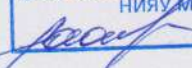
E-mail: bybogdanovich@mephi.ru,

Тел.: +7 (499) 324-18-06

Я, Богданович Борис Юрьевич, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета МГУ.01.08 и их дальнейшую обработку


подпись, дата
11.11.2019



Подпись удостоверяю
Заместитель начальника отдела
документационного обеспечения
НИЯУ МИФИ
 А.А. Абатурова