

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Бадарина Артема Александровича
"Колебательные явления в релятивистских электронных потоках с виртуальным катодом в полях резонансных систем и фотонных кристаллов", представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям 01.04.03 – радиофизика и 01.04.04 – физическая электроника

Генерация СВЧ излучения высокой и сверхвысокой мощности основана в настоящее время исключительно на использовании методов и устройств вакуумной электроники. Принципы такой генерации базируются на взаимодействии электронного потока, обладающего большим энергетическим потенциалом, с электромагнитным полем, возбуждающимся в электродинамических структурах с высокой электропрочностью. Среди устройств вакуумной СВЧ электроники следует выделить относительно молодой класс приборов с виртуальным катодом (ВК). Особенности этих приборов делают их потенциальными источниками как сверхмощного СВЧ излучения в области единиц и десятков гигагерц, так и излучения терагерцовых волн, в том числе достаточно широкополосного. Прогрессу в разработке приборов с ВК препятствует недостаток сведений о процессах взаимодействия релятивистского электронного потока со сверхкритическим током и электромагнитных полей резонансных электродинамических структур различного типа. В связи с этим диссертационная работа Бадарина А.А., в которой изучаются особенности колебательных явлений в релятивистских электронных потоках с ВК при их взаимодействии с электромагнитными полями резонансных систем и фотонных кристаллов, а также анализируются механизмы усиления положительной обратной связи в генераторах СВЧ излучения с электронными потоками с ВК, представляет собой вполне актуальное исследование и соответствует специальностям 01.04.03 – радиофизика и 01.04.04 – физическая электроника.

В качестве основных можно выделить следующие результаты диссертационной работы Бадарина А.А. Исследована динамика ВК и определено изменение частоты собственных колебаний при варьировании тока пучка, что может быть использовано для выбора параметров электродинамических систем. Предложена и исследована перспективная электродинамическая система в виде эллиптического резонатора и показана возможность повышения КПД генератора с ВК примерно в 2.5 раза при переходе от цилиндрического к эллиптическому резонатору. Определены характеристики динамических процессов в многолучевой системе с ВК. Обнаружено, что максимум КПД достигается при скоррелированной динамике пучков при коэффициенте корреляции, близком к единице. При этом КПД двухпучковой системы может быть примерно в 5 раз больше аналогичной однопучковой системы. Исследованы устройства, в которых электронные потоки с ВК взаимодействуют с полями периодических электродинамических систем (фотонных кристаллов, ФК). При таком взаимодействии можно обеспечить повышение частоты генерации при переходе к высоким модам колебаний в ФК. Повышение КПД в устройствах с ФК также может быть достигнуто при использовании многопучковой электронно-оптической системы.

Результаты исследований, представленные в диссертации, опубликованы в ведущих российских и зарубежных журналах, докладывались на представительных международных конференциях. Автореферат дает достаточно полное представление о материале работы, использованных методах и подходах, а также позволяет сделать вывод о новизне и научно-практической значимости полученных результатов.

Считаю необходимым отметить следующие замечания к работе.

1. Автор анализирует различные способы повышения КПД устройств с виртуальным катодом. Можно ли сделать вывод, что применение этих способов одновременно позволит достичь совокупного эффекта увеличения КПД, как если бы они применялись независимо.
2. В исследуемых процессах не видна роль электронов, отраженных от ВК и затем повторно отраженных от катода. Такие электроны, очевидно, должны накапливаться в ловушке между катодом и ВК и приводить к развитию колебаний в этой области. Динамика пространственного заряда в такой ловушке может заметно влиять на процессы в ВК и характеристики выходного излучения устройств данного типа.

Указанные замечания не ставят под сомнение общий высокий уровень диссертационной работы.

Исходя из вышесказанного, считаю, что диссертация Бадарина А.А. является законченной научно-квалификационной работой, удовлетворяющей требованиям действующего Положения о присуждении ученых степеней ВАК Минобрнауки РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям 01.04.03 – радиофизика и 01.04.04 – физическая электроника.

Отзыв составил Лукша Олег Игоревич, доктор физико-математических наук, специальность 01.04.04 – физическая электроника, профессор Высшей инженерно-физической школы ФГАОУ ВО "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого".

E-mail: gyrotron@mail.ru

Тел.: +7(812)552-61-27

Адрес: 195251 г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29, СПбПУ



/Лукша О.И./

08 декабря 2020 г.

