

ОТЗЫВ
на автореферат диссертации Опариной Ю. С. «Методы повышения эффективности импульсных релятивистских электронных источников излучения терагерцового частотного диапазона»

Диссертация Опариной Ю.С. посвящена исследованию новых схем мощных и относительно компактных импульсных терагерцовых (суб-терагерцовых) электронных генераторов. В ней изучаются два возможных подхода к реализации мощного импульсного источника. Первый основан на спонтанном когерентном излучении плотных коротких фотоинжекторных сгустков. Вторым предложенный подход - возбуждение высокодобротной моды типа Тальбо в сверхразмерной системе - основан на использовании сильнофокусных и относительно протяженных релятивистских электронных пучков. Актуальность темы диссертации не вызывает сомнений: источники терагерцового импульсного излучения нужны в ряде важных приложений, среди которых спектроскопия, высокоградиентное ускорение частиц, а также ряд плазменных приложений. Кроме того, актуальность подтверждается тем, что в целом работа посвящена задачам, которые в Программе фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021 - 2030 годы) выделены в разделе 1.3.6 «Радиофизика и электроника, акустика» (п. 1.3.6.2 «Развитие методов генерации, усиления, преобразования и приема электромагнитных волн» и 1.3.6.6. «Наносекундная электроника больших мощностей и ее применение»).

Концепция спонтанного излучения, которой посвящена первая глава, была предложена ещё в середине прошлого века. Однако благодаря интенсивному развитию современной фотоинжекторной техники, способной производить электронные сгустки с субтерагерцовой (т.е. пикосекундной) длительностью и большими плотностями заряда, этот подход стал сейчас актуален как один из возможных методов реализации источника мощных импульсов терагерцового излучения. В диссертации описан интересный эффект продольной стабилизации электронного сгустка собственными полями ондуляторного спонтанного излучения. За счёт этого метода можно решить основную проблему, возникающую при реализации таких источников: прекращение излучения в спонтанном режиме по причине увеличения длины электронного сгустка до масштаба длины излучаемой волны. В диссертации также описано циклотронное излучение плотных электронных сгустков, а точнее, эффект компенсации увеличения длины электронного сгустка в фазовом пространстве (по-видимому, аналогичный широко известному эффекту авторезонанса). Здесь мне бы хотелось сформулировать следующее замечание: не хватает сравнения этих двух режимов излучения, ондуляторного и циклотронного. Возможно, следовало бы добавить несколько слов о преимуществах и недостатках каждого из этих режимов в рассматриваемой области параметров.

Вторая глава посвящена различным двухволновым режимам когерентного спонтанного излучения. Исследуется ситуация, когда электронный сгусток достаточно велик в масштабе длины рабочей (и относительно высокочастотной) волны. Предложены простые и эффективные схемы использования вспомогательных, относительно низкочастотных волн для реализации когерентного излучения рабочих высокочастотных волн.

В третьей главе рассматривается излучение протяженного рабочего электронного пучка, длина которого на несколько порядков превосходит длину излучаемой волны. Здесь для решения проблемы селекции предлагается использовать эффект Тальбо для

организации селективного возбуждения сильноточным пучком релятивистских электронов сверхразмерной системы электронного автогенератора терагерцового частотного диапазона. Идея состоит в том, чтобы возбуждать в генераторе не какую-то одну парциальную моду, а суперпозицию мод. Следует отметить как преимущество, что реализация данного подхода возможна в относительно простой микроволновой системе (отрезок волновода, ограниченный двумя простыми зеркалами). Здесь не предложены, однако, методы решения очевидно возникающей проблемы вывода излучения из такой высокочастотной системы, по крайней мере, в явном виде.

С моей точки зрения, работа выполнена квалифицированным специалистом в области релятивистской высокочастотной электроники, хорошо знакомым с предметом исследования. Полученные результаты нетривиальны, интересны и актуальны с точки зрения их возможных приложений. По материалам диссертации опубликовано более полутора десятков статей в рейтинговых рецензируемых российских и зарубежных журналах. Результаты докладывались автором на многочисленных представительных конференциях. Диссертация соискателя *Опариной Юлии Сергеевны* полностью соответствует требованиям, установленным Положением о присуждении учёных степеней №842, соответствует выбранной специальности 1.3.4 – Радиофизика, а ее автор Опарина Ю.С., несомненно, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Главный научный сотрудник
Института электрофизики УрО РАН
доктор технических наук,
академик РАН

М. И. Яландин

«06» декабря 2021 г.

620016, г. Екатеринбург, ул. Амундсена д. 106. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт электрофизики Уральского отделения Российской академии наук (ИЭФ УрО РАН).

Тел.: (343) 267-87-85; e-mail: yalandin@iep.uran.ru

Подпись главного научного сотрудника М. И. Яландина заверяю:
Ученый секретарь ИЭФ УрО РАН, к.ф.-м.н.



Е. Е. Кокорина