

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Фунтова Александр Андреевича
"Эффекты резистивной неустойчивости в средах с комплексной диэлектрической
проницаемостью и их влияние на группировку электронного потока в приборах
вакуумной СВЧ электроники"
на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по
специальности 1.3.5 "Физическая электроника".

Диссертация А.А.Фунтова посвящена теоретическому исследованию эффектов, возникающих при взаимодействии электронных потоков со средами, характеризующимся комплексными значениями диэлектрической проницаемости, в частности – метаматериалов. В последние годы данная тематика служит предметом достаточно активных исследований различных научных групп. При этом можно выделить два основных направления, одно из которых связано с создание замедляющих структур на основе метаматериалов, а другое – исследование возможностей использования метаматериалов в резистивных усилителях в качестве замены диэлектрика. Представленная работа сосредоточена на втором направлении, отличаясь от известных результатов уточнение физики процессов электронно-волнового взаимодействия и построением линейных и нелинейных теорий СВЧ приборов с метаматериалами. В этом направлении в работе получен ряд новых результатов, включая построение нелинейной теории электронно-волнового взаимодействия в средах с комплексной диэлектрической проницаемостью (КДП), построение линейной теории клистрона с распределенным взаимодействием с КДА вставкой в пространстве дрейфа, построение линейной и нелинейной теории фото-ЛБВ со вставкой КДП секции в пространство между фотокатодом и замедляющей системой.

К достоинствам работы следует отнести хорошее сочетание аналитических подходов, численных методов на основе линейных и нелинейных уравнений, а также прямого численного моделирования методом крупных частиц. Достоверность результатов подтверждена публикациями основных результатов в научных журналах и выступлениями на научных конференциях с соответствующей тематической направленностью.

Вместе с тем, при прочтении представленной работы возникает ряд вопросов:

- 1) Возможна ли практическая реализация исследованного в п.3.1 гибрида фото-ЛБВ и резистивного усилителя на основе существующих фотокатодов и источников модулированного светового излучения и какие в нем могут быть достигнуты значения основных параметров (частотный диапазон, коэффициент усиления, выходная мощность)?
- 2) Какими физическими параметрами должна обладать КДП-вставка, использованная в расчетах в п.3.2 гибрида ЛБВ и резистивного усилителя, и возможна ли ее

экспериментальная реализация применительно к исследованной ЛБВ диапазона 220 ГГц?

3) Существуют ли перспективы экспериментальной реализации планарных резистивных усилителей в миллиметровом и субмиллиметровом диапазонах длин волн?

В качестве определенного недостатка можно указать отсутствие в автореферате упоминаний о современных работах по квазиоптической теории усиления излучения на основе резистивной неустойчивости, выполненные под руководством чл.-корр. РАН Н.С. Гинзбурга в Институте прикладной физики РАН (Нижний Новгород).

Также вызывает некоторое удивление приведенное в работе определение резистивного усилителя в виде "цилиндрической стеклянной трубки, изнутри которой нанесен поглощающий слой", взятое из работы [4]. Представляется, что данное определение вряд ли может быть применено ко всем вариантам исследуемых резистивных усилителей, в том числе в рамках представленной работы.

Сделанные замечания не снижают общего впечатления от хорошего уровня работы А.А.Фунтова, не влияют на достоверность и значимость полученных им результатов. Представляется, что результаты диссертации могут быть востребованы при разработке новых типов приборов, основанных на неустойчивости резистивного типа.

На основании вышеизложенного считаю, что Фунтов Александр Андреевич заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.5 "Физическая электроника".

Старший научный сотрудник ИПФ РАН,
кандидат физ.-мат. наук

Розенталь Роман Маркович

27.01.2026

ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук»,
Адрес: 603950, г. Нижний Новгород, БОКС-120, ул. Ульянова, 46.
Тел.: (831)-416-06-69, e-mail: rrz@ipfran.ru

Подпись Розенталя Романа Марковича заверяю.

Ученый секретарь ИПФ РАН
кандидат физ.-мат. наук



И.В. Корюкин

27.01.2026