

**ОТЗЫВ**  
на автореферат диссертации  
**Дениса Владимировича Лаврухина**  
**«ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**  
**ПРОЦЕССОВ ГЕНЕРАЦИИ И ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ТЕРАГЕРЦОВОГО**  
**ИЗЛУЧЕНИЯ ФОТОПРОВОДЯЩИМИ АНТЕННАМИ: ФИЗИКО-**  
**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И НОВЫЕ ПОДХОДЫ К**  
**ОПТИМИЗАЦИИ»**

**Представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук**

**Шифр специальности: 1.3.19. Лазерная физика**

Работа Д.В. Лаврухина посвящена решению актуальной и важной задачи, связанной с обобщением физико-математических моделей, которые описывают процессы генерации и детектирования ТГц излучения фотопроводящими антеннами. Изучение ТГц диапазона представляет собой важное направление, поскольку уникальные свойства этого диапазона находят применение в многих областях. Это включает медицинскую диагностику, системы безопасности, анализаторы химических и кристаллографических свойств, а также сверхбыстрые передатчики и приемники с высокой пропускной способностью. Такое разнообразие применений подчеркивает актуальность данного направления, что освещено в диссертационной работе Д.В. Лаврухина.

В работе получены следующие основные результаты:

1. Разработана и апробирована новая физико-математическая модель на основе созданных в рамках диссертационной работы фотопроводящих антennaх сверхрешеточных гетероструктур  $In_{0.53}Ga_{0.47}As/In_yAl_{1-y}As$ , которые отличаются значением параметра  $y$  — мольной долей индия. Показано, что разработанная модель позволяет увеличить эффективность фотопроводящих антенн.

2. Разработан экспериментальный стенд, на котором были подробно исследованы серии созданных фотопроводящих антенн. Стенд позволил подробно изучить влияние лазерного пучка не только в классическом гауссовом распределении, но и в случае пространственно-неоднородного зондирующего пучка.

Полученные результаты, безусловно, являются новыми и представляют большой научный интерес. Они могут быть использованы не только в фундаментальных научных исследованиях, но и при разработке и создании новых источников и приемников ТГц излучения в промышленных масштабах.

По содержанию авторефера следует сделать следующие замечания:

1. Необходимо подчеркнуть, что большинство современных генераторов и детекторов ТГц излучения обычно функционируют в диапазонах частот от 0,1 до 4 ТГц. В представленном же автореферате отмечается спектр, ограниченный 1,5 ТГц, без обоснования или пояснения причин такого рабочего диапазона.

2. Автореферат акцентирует внимание на совершенствовании параметров фотопроводящих антенн, включая улучшение эффективности их генерации и детектирования. Однако, такие важные аспекты как оптико-терагерцовое преобразование и мощность ТГц излучения, остаются неосвещенными. Для более объективной оценки результатов исследования стоило бы дополнительно представить сравнение с уже существующими и доступными на рынке аналогами генераторов и детекторов ТГц излучения.

При этом вышеуказанные замечания не умаляют значимости представленной диссертационной работы Д.В. Лаврухина. Напротив, следует отметить, что исследование прошло убедительную апробацию на научной арене. Результаты работы были опубликованы в десяти рецензируемых научных журналах, входящих в перечень WoS и Scopus, причем шесть из них относятся к первому квартилю, что подтверждает научное признание и востребованность проведенного исследования. Два полученных патента свидетельствуют о высокой степени готовности результатов исследования к прикладному использованию, что делает данную диссертационную работу еще более ценной с практической точки зрения.

Несомненно, работа Д.В. Лаврухина оказывает весомый вклад в развитие области ТГц технологий и заслуживает высокой оценки специалистов.



Буряков Арсений Михайлович, к.ф.-м.н., старший научный сотрудник специализированной учебно-научной лаборатории фемтосекундной оптики для нанотехнологии кафедры наноэлектроники института перспективных технологий и индустриального программирования федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "МИРЭА - Российский технологический университет" 119454 г. Москва, проспект Вернадского, дом 78,

«03 10 2023 г. Телефон: +7 499 600-80-80 доб. 23004, e-mail: buryakov@mirea.ru

Подпись руки

Буряков А.М.

Начальник Управления кадров

