

## ОПТИКА И СПЕКТРОСКОПИЯ

УДК 537.876.4, 535.42

DOI: 10.17223/00213411/65/10/55

МАГНИТНО-ПЕРЕСТРАИВАЕМЫЙ ПОЛОСОВОЙ ФИЛЬТР  
ТЕРАГЕРЦОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ\*

З.С. Кочнев, Ю.В. Кистенев, А.В. Борисов

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

Реализован и исследован магнитно-перестраиваемый полосовой фильтр терагерцового излучения. Фильтр представляет собой ячейку с магнитной жидкостью и систему катушек индуктивности, выполненную в виде колец Гельмгольца. Магнитная жидкость состоит из автомобильного синтетического моторного масла и микрочастиц сплава 5БДСР со смешанной аморфно-кристаллической структурой. При размещении ячейки между катушками индуктивности и под действием внешнего магнитного поля микрочастицы ориентируются вдоль вектора магнитного поля, формируя периодические нитевидные структуры. Управление фильтром происходит посредством изменения величины магнитной индукции. Было подготовлено и исследовано 18 образцов подобных полосовых фильтров, отличающихся свойствами магнитной жидкости (концентрацией и размером магнитных частиц). Представленные результаты полезны для создания полосовых магнитно-управляемых фильтров терагерцового излучения с необходимыми параметрами.

**Ключевые слова:** ТГц-спектроскопия, магнитная жидкость, управляемые поляризационно-чувствительные фильтры терагерцового диапазона, перестраиваемый полосовой терагерцовый фильтр, катушки индуктивности, ТГц-полосовые фильтры.

## Введение

Волны терагерцового (ТГц) диапазона частот (0.1–10 ТГц), также называемые Т-лучами, расположены между микроволновым и инфракрасным спектральными диапазонами. Терагерцовое излучение используется для контроля и диагностики биологических материалов [1], медицинских исследований [2, 3], контроля окружающей среды, химического анализа [4, 5], в элементах связи [6, 7], дефектоскопии [8, 9], для создания ТГц-радаров [10], ТГц-томографии и имиджинга [11, 12], обеспечения безопасности (обнаружение опасных предметов под одеждой, взрывчатых веществ, наркотических средств) [13, 14], высокоточного измерения толщины лакокрасочного покрытия автомобилей [15]. Эти приложения определяют актуальность создания источников терагерцового излучения с необходимыми характеристиками. Высокоэффективные модуляторы терагерцового диапазона частот крайне необходимы для создания новых недорогих функциональных устройств в данном диапазоне (фильтры [16], поглотители [17], переключатели [18]). ТГц-полосовые фильтры – это тип функциональных устройств, пропускающих частоты в пределах определенного диапазона и подавляющих/ослабляющих частоты вне этого диапазона. Подобные фильтры разделяются на неизменяемые (статические, неуправляемые) [19, 20] и управляемые (перестраиваемые, активные, функциональные), когда требуется непрерывная спектральная перестройка. Управляемые полосовые фильтры ТГц-излучения более универсальны и востребованы в реальных применениях. Свойства перестраиваемых фильтров зависят от метода управления:

1. Механически управляемые – посредством изменения углового положения устройства, либо его деформации (сжатие/растяжение) [21–23]. Недостаток – невысокая скорость и точность перестройки полосы пропускания.

2. Термически управляемые – за счет варьирования температуры материалов. Недостаток – медленная скорость модуляции терагерцового излучения [24–26].

3. Электрически управляемые – структура фильтра содержит активные материалы с переменной диэлектрической проницаемостью, либо среды, позволяющие производить фазовый переход, контролируемый электрическим полем. Недостаток – достаточно сложная гибридная структура и необходимость соблюдения температурного режима [27–29].

\* Реализация магнитно-управляемого полосового фильтра ТГц-диапазона и анализ спектральных характеристик выполнены при поддержке Гранта Минобрнауки России (Соглашение № 075-15-2021-1412 от 23.12.2021, уникальный идентификатор контракта RF 2251.62321X0012).

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала  
**«Известия высших учебных заведений. Физика»**  
осуществляется на платформе  
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU  
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>