

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

*Кафедра компьютерной физики и метаматериалов
на базе Саратовского филиала
Института радиотехники и электроники
имени В.А. Котельникова РАН*

**ИССЛЕДОВАНИЕ
ТЕРАГЕРЦОВОЙ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ
ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ АНТИТЕРРОРИСТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
ОБЪЕКТОВ ИНФОКОММУНИКАЦИЙ**

АВТОРЕФЕРАТ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ
(БАКАЛАВРСКОЙ) РАБОТЫ
студента 4 курса 432 группы
направления 03.03.02 «Физика» физического факультета
Русова Павла Александровича

Научный руководитель –
к.ф.-м.н. доцент О. А. Черкасова

Заведующий кафедрой
д.ф.-м.н. профессор В.М. Аникин

Саратов
2018

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуализация проблемы. Наука и техника терагерцовых (ТГц) или субмиллиметровых (субмм) волн (диапазон ТГц частот $3 \cdot 10^{11}$ — $3 \cdot 10^{12}$ Гц, диапазон длин волн 1 – 0,1 мм) начала активно развиваться с 1960 – 1970 гг., когда стали доступны первые источники и приёмники такого излучения. С начала XXI столетия это бурно развивающееся направление, имеющее большие перспективы в различных отраслях в силу уникальных свойств терагерцовых волн. ТГц излучение уже находит применение в некоторых видах хозяйственной деятельности и повседневной жизни людей. В частности, в системах безопасности используется ТГц (мм) излучение для сканирования багажа и людей, поскольку, обладая высокой проникающей способностью в диэлектрики, отличие от рентгеновского, ТГц излучение не является ионизирующим и не наносит вред организму. С его помощью можно разглядеть спрятанные под одеждой и багаже металлические, керамические, пластиковые и другие предметы на расстояниях до десятков метров. В медицинскую практику начинают внедряться ТГц томографы, с помощью которых можно исследовать верхние слои тела (кожу, сосуды, мышцы) до глубины в несколько см. Очень перспективны исследования в области ТГц спектроскопии различных веществ в силу индивидуального характера поглощения терагерцовых разными веществами.

Цель выпускной квалификационной работы (ВКР) – изучение разновидностей терагерцовых систем радиовидения и их применения в антитеррористической деятельности.

Задачи ВКР:

анализ состояния исследований в области технических средств охраны и телевизионного наблюдения;

определение областей использования терагерцовых систем;

описание системы терагерцового радиовидения «Астрон».

Структура работы. Работа содержит введение, 9 разделов, заключение. Список использованных источников насчитывает 19 наименований. Общий объем 57 с., 33 рисунка.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первых разделах работы демонстрируются возможные применения и проводится классификация терагерцовых систем радиовидения. Отмечаются технические и функциональные особенности (а) активных систем, работающих на импульсном или непрерывном (с использованием детекторного или супергетеродинного приемника) излучении; (б) пассивных систем (детекторный или супергетеродинный приемник).

Активные системы терагерцового радиовидения. Специальный раздел отводится рассмотрению активных систем терагерцового радиовидения, основным узлом которых является источник излучения. Изображение может быть получено как в режиме пропускания, так и отражения сигнала от излучателя. Пример активной системы представлен на рисунке 1.

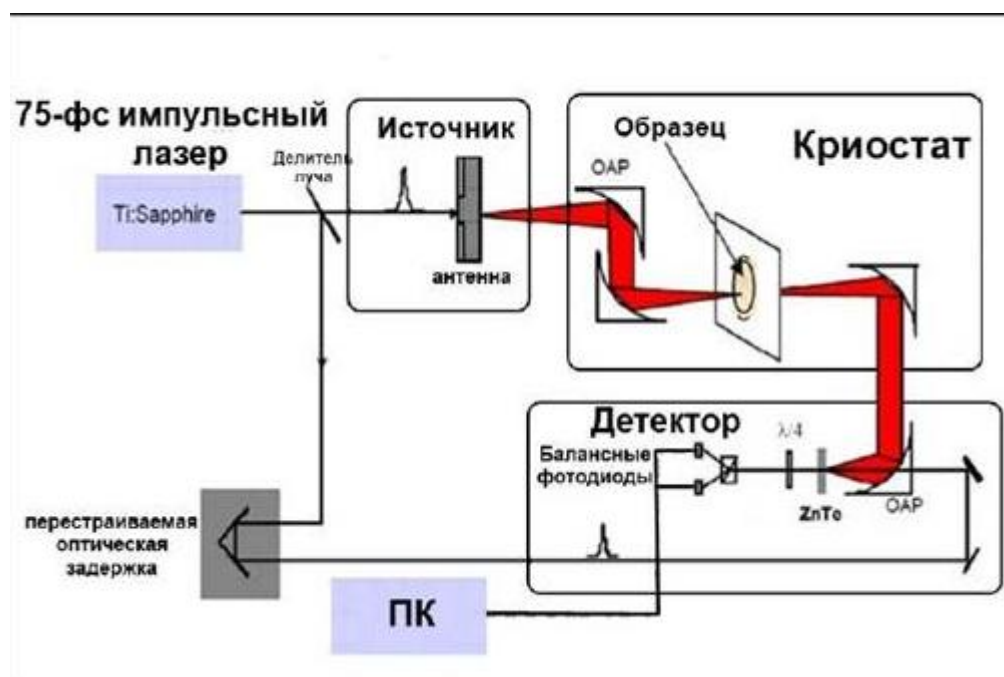


Рисунок 1. Блок схема импульсной активной системы радиовидения. Источник излучения - металлическая антенна, выполненная на полупроводниковой структуре, подвергаемая облучению коротким фемтосекундным импульсом лазера накачки. Отдельные блоки: блок генерации импульса терагерцового излучения, блок детектирования и система согласования терагерцового излучения с исследуемым образцом (образец может перемещаться, что позволяет производить получение изображения объекта его сканированием; исследуется прошедшее сквозь образец излучение).

Если объект имеет слоистую структуру и состоит из материалов различных по своим электродинамическим свойствам, то на каждой границе будет происходить частичное отражение сигнала. Вводя дополнительную задержку в тракт сигнала опорного импульса, можно добиться получения изображений от слоев расположенных внутри объекта. Результат работы подобной системы приведен на рисунке 2.



Рисунок 2. Пример работы импульсной активной системы радиовидения, работающей с отраженным от объекта излучением.

В ВКР описана работа активных систем терагерцового радиовидения с использованием приемника прямого детектирования и высокочувствительного супергетеродинного приемника

Пассивные системы терагерцового радиовидения. Их принцип работы основан на регистрации мощности собственного теплового радиоизлучения объектов. Рассмотрены ситуации с применением простых приемников прямого детектирования и супергетеродинного приемника, дающего возможность получения спектральных характеристик наблюдаемых объектов.

Терагерцовый комплекс Астрон. В ВКР подробно рассмотрена структура и принцип действия всех составляющих системы обнаружения скрытно переносимых веществ, работающей в ТГц диапазоне, разработанной в АО «ОКБ АСТРОН» (Московская область). Система включает терагерцовую камеру, камеру видеонаблюдения, тепловизионную камеру, автоматическое рабочее место (АРМ) оператора, источник бесперебойного питания. Описываются рабочие характеристики генератора излучения – фотопроводящей антенны, приемника излучения, системы фокусировки и оптической системы, СВЧ-блока – приемника излучения, камеры видеонаблюдения, тепловизионной камеры АСТРОН 384, узла сканирования. Отмечены преимущества терагерцового комплекса АСТРОН как новой системы досмотра, позволяющей повысить уровень безопасности важнейших объектов.

Результаты работы терагерцового комплекса представлены на рисунке 2. Тест-объекты размещались на теле человека и закрывались различными материалами (на рисунке приведены изображения экспериментатора с надетым муляжом пояса, скрытого под одеждой).

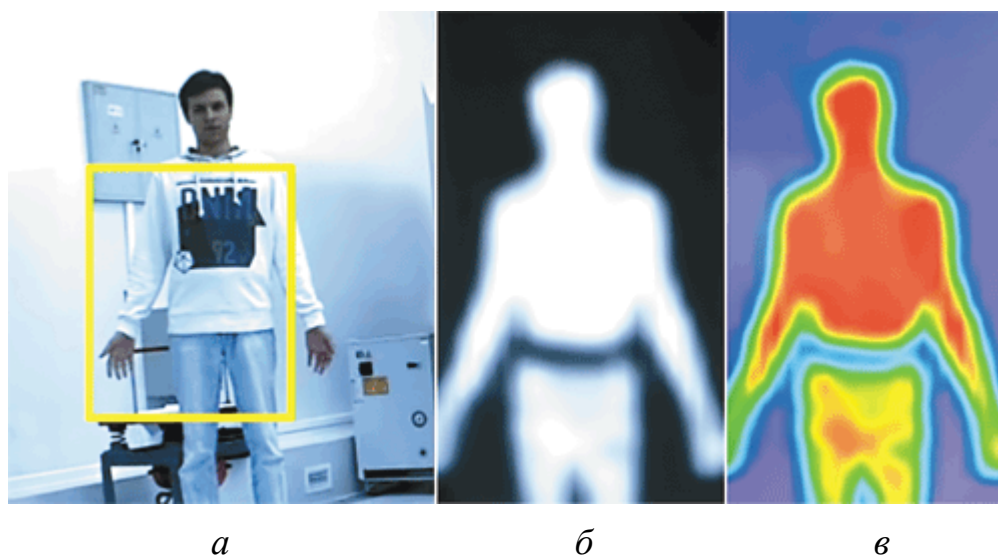


Рисунок 2. Изображения тест-объектов в видимом диапазоне (а), в терагерцовом диапазоне (б) и суммарное обработанное изображение (в)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В АО «ОКБ «АСТРОН» сформулирована концепция активной системы обнаружения на базе ТГц-источников и детекторов, обеспечивающей возможность обнаружения скрытно проносимых веществ, выбрана схема генерации ТГц-излучения и приема отраженного и рассеянного излучений. Также разработаны основы технологии компактных источников и приемников ТГц-излучения на базе наноструктур GaAs и InGaAs. Разработана конструкция и изготовлен макет компактного источника ТГц-излучения (до 1,2 ТГц) на полупроводниковых наноструктурах, с доставкой излучения, в том числе, и по наноструктурированному оптоволокну. Разработана конструкция и изготовлен макет приемника ТГц-излучения (до 1,2 ТГц) с чувствительностью, позволяющей регистрировать сигналы от объектов обнаружения в режиме реального времени. телекоммуникаций.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Активные системы терагерцевого радиовидения. URL : <http://allrefrs.ru/3-7517.html>

Пассивные системы терагерцевого радиовидения. URL : https://studbooks.net/1886476/matematika_himiya_fizika/passivnye_sistemy_teragertsovogo_radiovideniya

Обнаружение скрытно проносимых веществ на основе ТГц-диапазона. URL : <http://www.tzmagazine.ru/jpage.php?uid1=1627&uid2=1681&uid3=1697>