

ИНТЕРФЕРОМЕТР МАРТИНА-ПУПЛЕТТА ДЛЯ ТГц И СУБТГц ДИАПАЗОНА ИЗЛУЧЕНИЯ

В данной работе представлен интерферометр Мартина-Пуплетта для исследования ТГц и субТГц-излучения. Такие интерферометры ранее успешно использовались для измерения характеристик релятивистских банчируемых пучков заряженных частиц [1]. В работе описаны основные компоненты созданного интерферометра и представлены результаты.

Терагерцовое (ТГц) излучение – это электромагнитное излучение с частотой от 100 ГГц до 10 ТГц. ТГц-волны обладают уникальной способностью проникать через объекты, подобно рентгеновским лучам, но при этом их энергия намного ниже, что делает их неионизирующими. Это открывает возможности для различных приложений в медицине, биологии и спектроскопии материалов. Распространенным методом регистрации ТГц-излучения является интерферометрия [2]. Интерферометры, используемые в видимом свете, были адаптированы для работы в ТГц-диапазоне, наиболее распространенными из них являются интерферометры Маха-Цендера и Майкельсона.

КОНСТРУКЦИЯ ИНТЕРФЕРОМЕТРА

Схема собранного интерферометра показана на рисунке 1а. Интерферометр состоит из трех поляризаторов, подвижного и неподвижного углового отражателя и детектора, позволяющего измерять интенсивность излучения. Неполаризованное излучение, спектр которого необходимо определить, проходит через первый поляризатор с вертикальной плоскостью поляризации и становится линейно поляризованным. Далее поляризованное излучение попадает на светоделитель (поляризатор с плоскостью поляризации, повернутой на 45° относительно первого поляризатора) и равномерно распределен между двумя плечами интерферометра, ограниченными угловыми отражателями, изготовленными из сплава Al-Cu 2124. Отражаясь от угловых зеркал, плоскость поляризации излучения изменяется на 90°, что позволяет светоделителю собирать излучение от плеч интерферометра и направлять его на детектор. В этом случае излучение интерферирует и, наконец, проходит через третий поляризатор, который действует как анализатор. Результат интерференции будет зависеть от длины волны излучения и разницы в длинах плеч интерферометра. Для измерения спектра излучения с помощью такого интерферометра необходимо определить зависимость интенсивности излучения, регистрируемой детектором, от положения подвижного углового отражателя. Восстановление спектра первичного излучения происходит при выполнении операции преобразования Фурье над полученной интерферограммой.

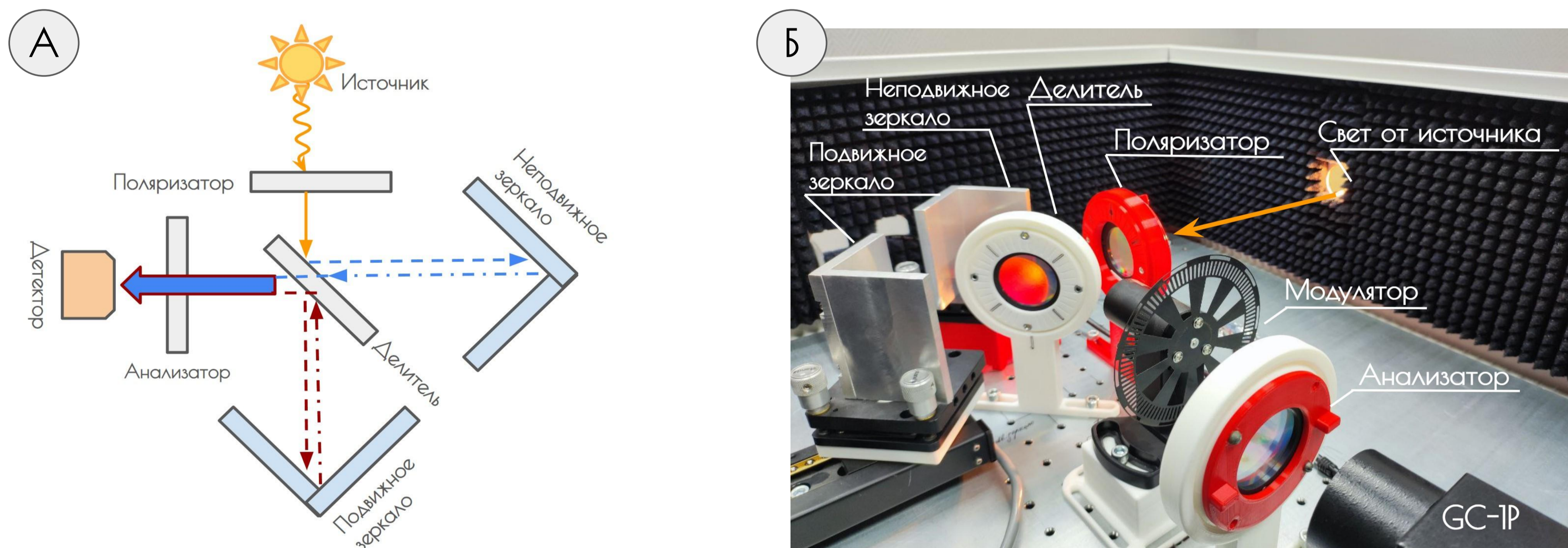


Рис. 1. А - схема интерферометра Мартина-Пуплетта; Б - фотография ТГц- и субТГц-интерферометра, выполненного по схеме Мартина-Пуплетта.

ТЕСТИРОВАНИЕ ИНТЕРФЕРОМЕТРА, ВЫПОЛНЕННОГО ПО СХЕМЕ МАРТИНА-ПУПЛЕТТА

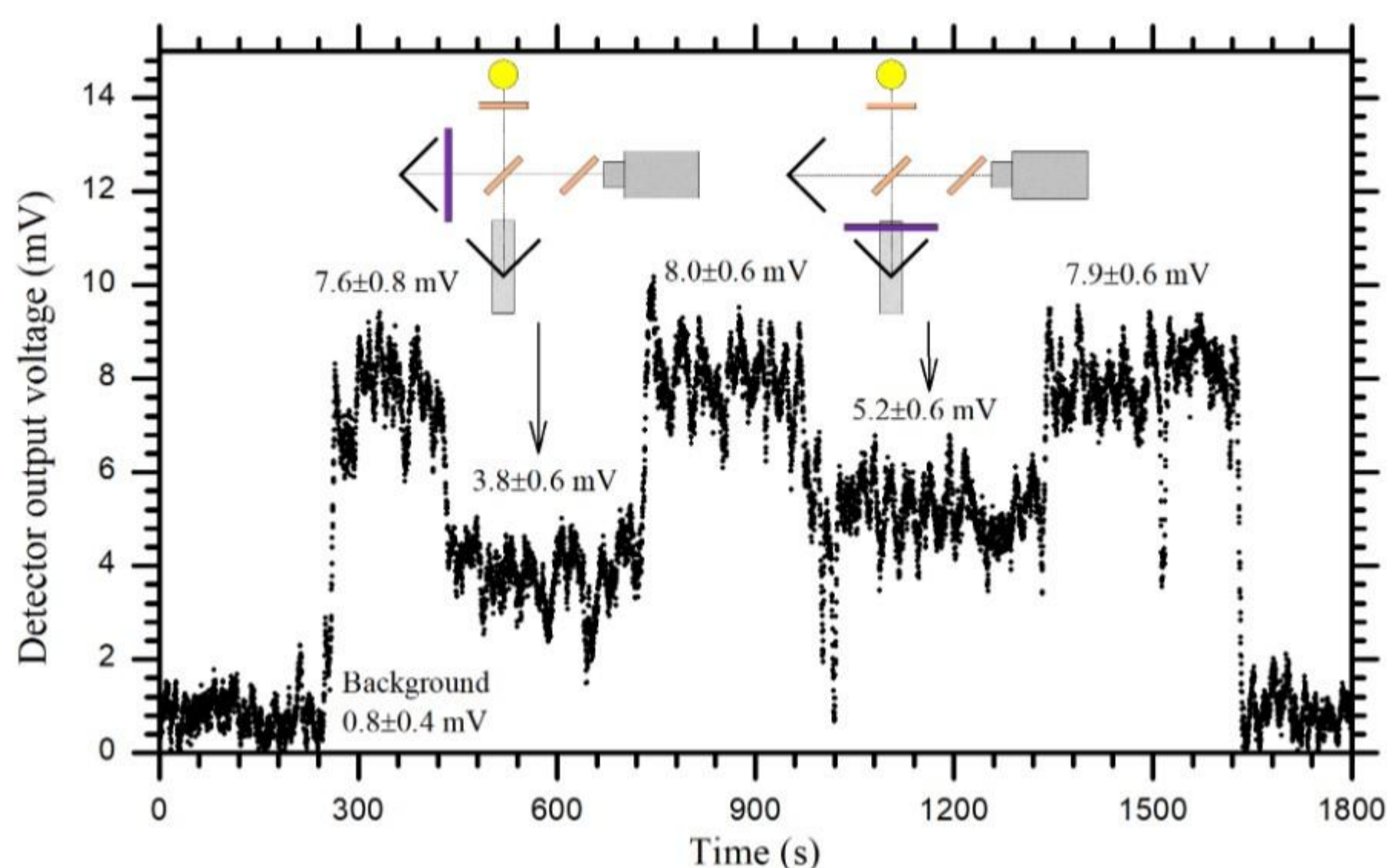


Рис. 2. Зависимость напряжения на выходе детектора GC-IP от времени при установке поглощающего экрана перед неподвижным (площадь около 600 см) и подвижным (площадь около 1200 см) угловыми отражателями.

Для измерения интенсивности терагерцового и субтерагерцового излучения использовались широкополосные детекторы Terasense TSH и Tydex GC-IP, основные характеристики приведены в таблице 1. Для обеспечения работы детекторов использовался оптический модулятор Torlabs MC2000B, представляющий собой вращающийся металлический диск с прорезями.

Таблица 1. Характеристики используемых детекторов.

Характеристики детектора	Terasense TSH	Tydex GC-IP
Рабочая частота излучения	0.05-0.70 ТГц	0.04-20 ТГц
Рабочая длина волны излучения	0.4-6.0 мм	0.015-8.000 мм
Чувствительность	10 В/Вт	100 кВ/Вт
Время отклика	1 мкс	30 нс

Из-за отсутствия калибровочного монохроматического источника терагерцового излучения калибровку и измерение основных характеристик прибора планируется проводить с использованием пучков релятивистских электронных пучков на установках Рентгенен-1 (энергия электронов 7 МэВ) и LINAC-200 (энергия электронов от 20 до 200 МэВ).

[1] K. Fedorov et al. Development of longitudinal beam profile monitor based on Coherent Transition Radiation effect for CLARA accelerator // JINST, 2020, V.15, C06008.

[2] S. E. Ralph, D. Grischowsky, THz spectroscopy and source characterization by optoelectronic interferometry // Applied Physics Letters, 1992, V. 60, Issue 9, P. 1070-1072.

Работа выполнена при финансовой поддержке конкурсной части государственного задания по созданию и развитию лабораторий, проект № FZWG-2020-0032 (2019-1569).