

61-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, 2025 г.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ИСТОЧНИКА СИГНАЛА ИЗ СОСТАВА НАЦИОНАЛЬНОГО ЭТАЛОНА ЕДИНИЦЫ МОЩНОСТИ

Доронина А.В. гр. 467241

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Белошицкий А.П., кандидат технических наук, доцент

Аннотация. В материалах доклада рассматривается разработанная методика определения параметров источников сигнала из состава эталона единицы мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 37,5 до 178,4 ГГц.

Ключевые слова: методика исследования, источник сигнала, параметры, сверхвысокая частота, эталон, мощность

Введение. Современные достижения в области метрологии стимулируют развитие и совершенствование эталонов, обеспечивающих единство измерений в миллиметровом диапазоне частот. Одним из ключевых направлений становится обеспечение высокой точности измерений мощности электромагнитных волн, что связано с растущими требованиями к метрологическим характеристикам приборов, предназначенных для измерения данной величины. В Центре 1.9 НИЧ БГУИР был разработан и изготовлен национальный эталон единицы мощности в диапазоне частот от 37,5 до 178,4 ГГц [1].

В докладе приведено описание и принцип работы эталонного оборудования, а также методика исследования параметров источников сигнала из состава эталона в диапазоне частот от 37,5 до 178,4 ГГц.

Основная часть.

Обобщенная структурная схема эталона единицы мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 37,5 до 178,4 ГГц представлена на рисунке 1.

Источники сигналов обеспечивают формирование сигналов электромагнитных колебаний сверхвысоких частот в режиме непрерывной генерации. Устройства сличения представляют собой комбинацию направленного ответвителя и согласующих устройств. Измеритель поглощаемой мощности включает четыре волноводных калориметрических преобразователя поглощаемой мощности и блок управления и индикации.

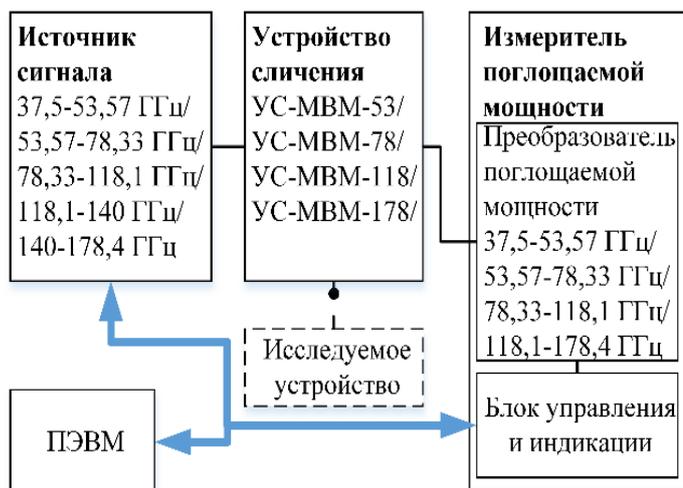


Рисунок 1 – Обобщенная структурная схема эталона

Программное обеспечение позволяет управлять работой измерительного оборудования с ПЭВМ, устанавливать поддиапазон, частотные точки, уровни измерительных сигналов, режимы измерений (определение коэффициента эффективности, коэффициента передачи или погрешности измерения мощности исследуемого устройства), считывать измерительную информацию с блока управления и индикации, обеспечивает корректировку измеренных значений с учетом коэффициентов калибровки и представление измерительной информации в форме, удобной для дальнейшей математической обработки в соответствии с методиками поверки/калибровки.

Важными составными частями эталона являются источники СВЧ сигнала. Одними из наиболее важных их характеристик, влияющих на точность и воспроизводимость результатов измерений являются нестабильность выходной мощности и коэффициент стоячей волны (КСВН) выходов источника сигнала.

В докладе рассматривается разработанная методика исследования нестабильности уровня выходной мощности и КСВН выхода источников сигнала эталона. Приведены также результаты экспериментальных исследований этих параметров для трех источников сигнала, работающих в диапазонах частот 78,33 – 118,1 ГГц; 118,10 ГГц – 140,0 ГГц и 140,0 ГГц – 178,4 ГГц.

Исследования нестабильности уровня выхода мощности источников сигнала в диапазоне частот от 78,33 ГГц до 178,4 ГГц проводятся методом прямых измерений с помощью ваттметра поглощаемой мощности МЗ-75 по схеме, приведенной на рисунке 2. Процесс измерений включает в себя следующие операции.

Источники сигналов в диапазонах частот 78,33 ГГц – 118,1 ГГц; 118,10 ГГц – 140 ГГц и 140 ГГц – 178,4 ГГц поочередно подключают к ваттметру МЗ-75.

При исследовании источника сигнала 78,33 ГГц – 118,1 ГГц на его выходе устанавливают частоту, равную 95 ГГц. При исследовании источника сигнала 118,10 ГГц – 140 ГГц устанавливают частоту, равную 130 ГГц. При исследовании источника сигнала 140 ГГц – 178,4 ГГц устанавливают частоту 160 ГГц.

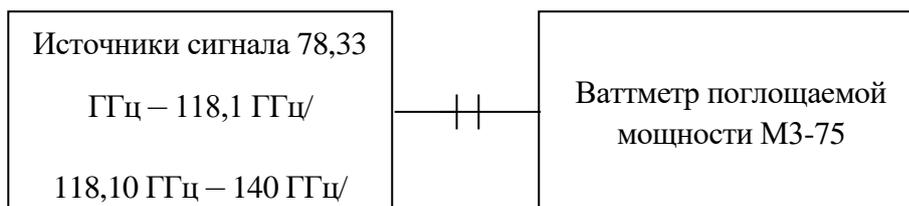


Рисунок 2 – Структурная схема измерений уровня мощности источников сигнала

Уровень мощности для всех источников устанавливается равным 1 мВт и в течении 15 минут снимаются показания значения мощности с ваттметра с фиксацией результата каждую минуту.

Из полученных результатов выбирается максимальная P_{\max} , мВт, и минимальная P_{\min} , мВт, мощность и вычисляется нестабильность уровня мощности $\delta_{нр}$ за промежуток времени $t = 15$ мин по формуле

$$\delta_{нр} = \frac{P_{\max} - P_{\min}}{P}$$

где P_{\max} – максимальное значение мощности, мВт;

P_{\min} – минимальное значение мощности, мВт.

Определение КСВН выхода источников сигнала осуществляется методом прямых измерений с помощью измерителей КСВН панорамных по схеме, приведенной на рисунке 3.

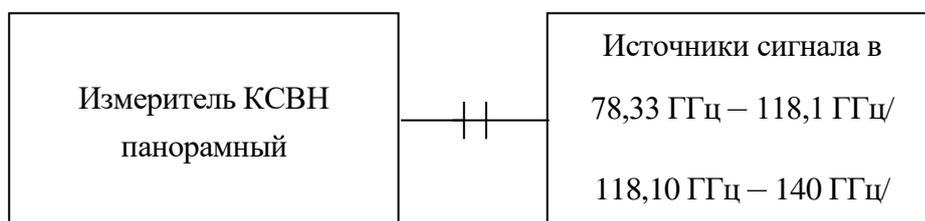


Рисунок 3 – Структурная схема измерений КСВН выхода источников сигнала

При исследовании источника сигнала 78,33 ГГц – 118,1 ГГц используется измеритель РР2-01. При исследовании источников сигнала 118,10 ГГц – 140 ГГц и 140 ГГц – 178,4 ГГц используется измеритель Р2-123.

При исследовании источника 78,33 ГГц – 118,1 ГГц КСВН определяется для значений частот 78,33, 80, 85, 90, 95, 100, 105, 110, 115, 118,1 ГГц. При исследовании источника 118,10 ГГц – 140 ГГц КСВН определяется для значений частот 118,10; 120; 125; 130; 135; 140; 145; 150 ГГц. При исследовании источника в частотном диапазоне 140 ГГц – 178,4 ГГц КСВН определяется для значений частот 140; 145; 150; 155; 160; 165; 170; 175; 178,4 ГГц.

При экспериментальных исследованиях источников сигнала эталона по описанной выше методике были получены следующие результаты.

Нестабильность уровня выходной мощности источника сигнала 78,33 ГГц – 118,1 ГГц составила 0,001 мВт, а КСВН выхода находился в пределах от 1,15 до 1,18.

Нестабильность уровня выходной мощности источника сигнала 118,10 ГГц – 140 ГГц составила 0,002 мВт, при этом КСВН выхода находился в пределах от 1,15 до 1,20.

Нестабильность уровня выходной мощности источника сигнала 140 ГГц – 178,4 ГГц составила 0,003 мВт, при этом КСВН выхода находился в пределах от 1,17 до 1,35.

Заключение. Разработанная методика определения параметров источника сигнала дает возможность экспериментально определить их количественные значения и оценить их влияние на общую неопределенность результатов измерений, проводимых с использованием эталона единицы мощности в частотном диапазоне от 78,33 до 178,4 ГГц.

61-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, 2025 г.

Список использованных источников:

[1] Разработка эталона единицы мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 37,5 до 178,4 ГГц: Междунар. науч.-метод. конф. «Инженерное образование в цифровом обществе» В 2 ч. 4.1 / А. В. Гусинский [и др.] – Минск: БГУИР, 2024. – 298-301с.

METHOD OF DETERMINING THE PARAMETERS OF THE SIGNAL SOURCE FROM THE NATIONAL STANDARD OF THE UNIT OF POWER

Doronina A.V. gr. 467241

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,
Minsk, Republic of Belarus*

Beloshitsky A.P. – Cand. Sc. (Tech.), associate professor

Annotation. The materials of the report consider the developed methodology for determining the parameters of the signal sources from the standard of the unit of power in the frequency range from 37.5 to 178.4 GHz.

Keywords: methodology, signal source, parameters, standard, power