

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

МЕТОДИКИ ДИСТАНЦИОННОЙ КАЛИБРОВКИ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ СВЧ ДИАПАЗОНА

Зокиров Д. Т. гр.426401

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

Научный руководитель: д-р тех. наук, профессор Гусинский А.В.

Аннотация. В материалах доклада рассматривается разработанная методика дистанционной калибровки информационно-измерительной системы СВЧ диапазона

Ключевые слова: дистанционная калибровка, информационно-измерительная система, сверхвысокая частота, метрологические характеристики

Введение. Одним из основных инструментов для измерений частотных характеристик комплексных параметров отражения и передачи сверхвысокочастотных (СВЧ) и крайне высокочастотных (КВЧ) устройств являются информационно-измерительные системы (ИИС) [1].

На сегодняшний день эти ИИС широко применяются при проведении измерений параметров антенн, полупроводниковых устройств, активных устройств (усилители, смесители, умножители и делители частоты) и пассивных устройств (кабели, соединители, линии передачи).

Использование современных информационных технологий для передачи измерительной информации позволяет осуществлять дистанционные исследования метрологических характеристик (МХ) ИИС. Исключается необходимость периодически посылать ИИС в метрологическую службу для проведения поверки, калибровки, т.к. измерительная информация будет доступна метрологической службе с любого стационарного компьютера, подключенного к сети Internet.

В докладе рассматривается разработанная методика дистанционной калибровки ИИС СВЧ диапазона.

Основная часть. Для рассматриваемой информационно-измерительной системы характерно не только автоматизация таких процедур как регистрация, сбор и передача результатов измерений на обработку, но и возможности дистанционного проведения измерительного эксперимента при активном воздействии на объект исследования, оперативной передачи данных исследований и измерений по локальным и глобальным компьютерным сетям (Internet). Следовательно, имеется техническая возможность проведения дистанционной калибровки системы путем реализации технологии «клиент - сервер».

Система дистанционной калибровки предназначена для управления процессом измерений, подачи эталонных сигналов на калибруемое СИ, наблюдения за его реакцией и обработки результатов. Она требует соединения между персональным компьютером (ПК) калибровочной лаборатории (КЛ) и ПК с калибруемым средством измерения (СИ), воспроизведения физических величин с помощью эталонных СИ и возможности дистанционного управления. Также предполагается передача измерительной информации, оценка калибровочных характеристик и гибкость в соответствии с новыми задачами.

Технической основой метода являются транспортабельные эталонные меры (ТЭМ), которые должны обеспечивать необходимую точность. Система включает три главных компонента: специализированное программное обеспечение (ПО), калибруемое СИ и ТЭМ.

На рисунке 1. представлена обобщенная структурная схема системы дистанционной калибровки ИИС.

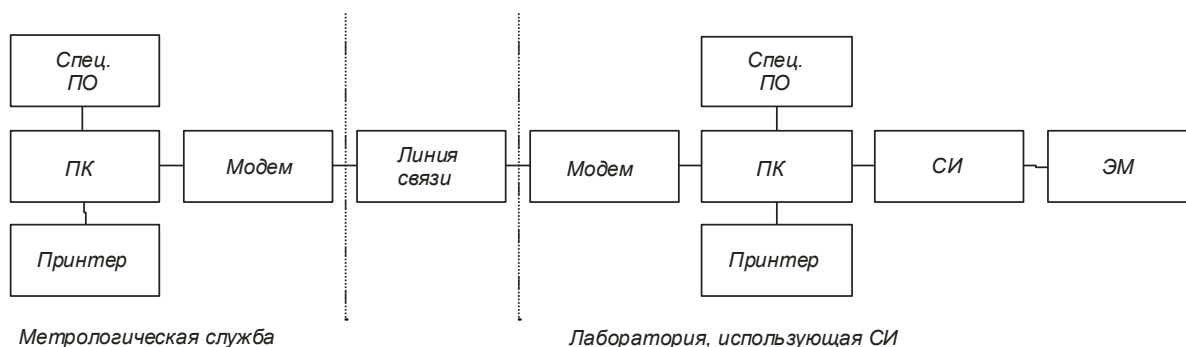


Рисунок 1 - Обобщенная структурная схема системы дистанционной калибровки

ПО калибровочной лаборатории управляет СИ, устанавливает диапазоны и режимы измерения, а также сохраняет результаты в базе данных, доступной для клиента. Клиент может просматривать данные и использовать их для проведения измерений. Функции ПО позволяют отображать данные, приостанавливать и перезапускать измерения, а информация сохраняется на сервере лаборатории.

Алгоритм дистанционной калибровки основывается на технологии "клиент-сервер". Лаборатория оформляет заявку на калибровку, после чего в КЛ доставляются необходимые эталонные меры. Устанавливается специализированное ПО на ПК КЛ и ПК, подключенной к исследуемому СИ.

Сервер переводится в режим ожидания, устанавливается соединение между ПК КЛ и лабораторным ПК. Проводится опробование системы дистанционной калибровки, с проверкой работоспособности калибруемого СИ. После самодиагностики, информация о состоянии СИ передается на ПК КЛ.

Выбираются исследуемый параметр, метод измерений, математическая обработка и эталонные меры. Лаборатория подключает эталонные и вспомогательные СИ согласно схеме измерений. Устанавливается частота калибровки, затем подготавливается калибруемое СИ.

На лабораторном ПК отправляется команда подключения исследуемого СИ, проводятся измерения и расчеты параметров с учетом характеристик СИ, оценивается неопределенность измерений. На основе полученных данных составляется свидетельство о поверке и протокол, который содержит информацию о СИ, условиях калибровки и результаты измерений.

На рисунке 2. представлен разработанный алгоритм дистанционной калибровки ИИС.

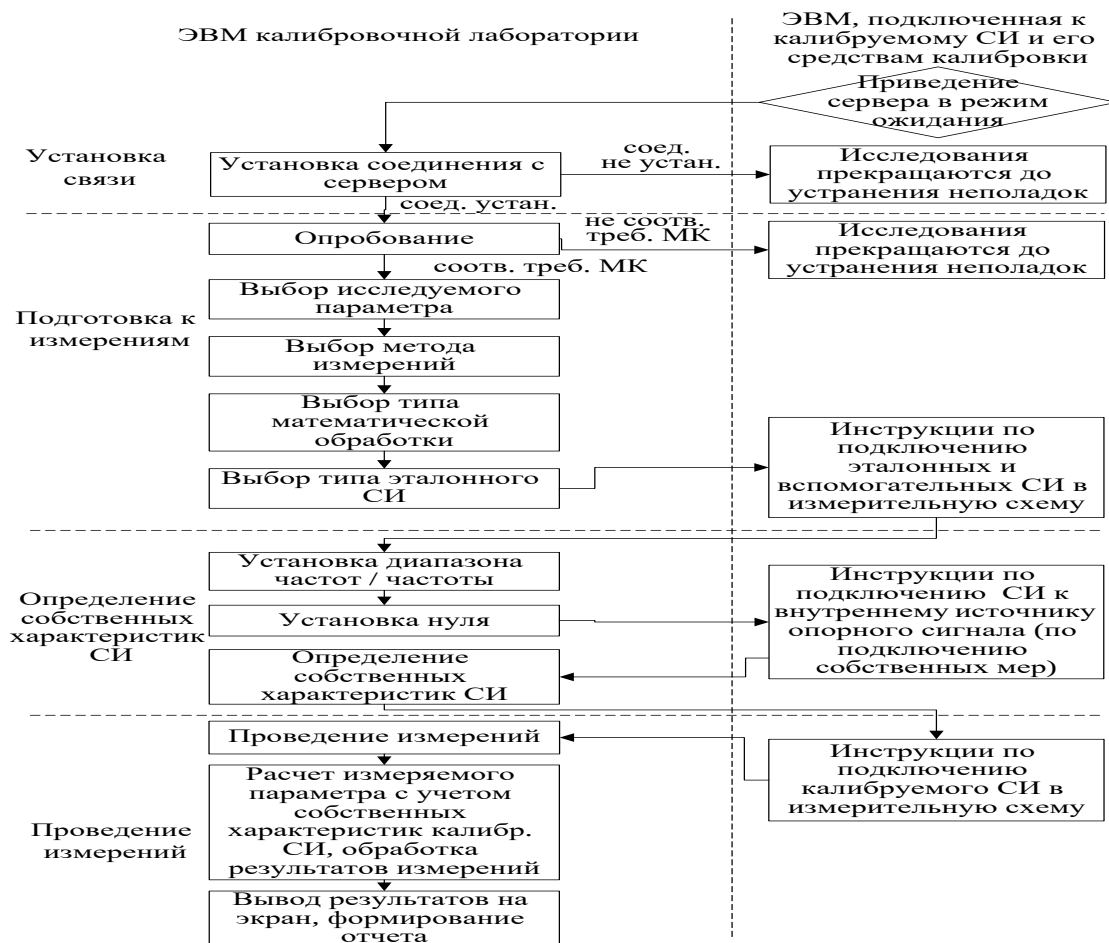


Рисунок 2 - Алгоритм проведения дистанционной калибровки

Структура ПО дистанционной калибровки ИИС включает блоки для управления измерительными средствами, функциональности КОП, вычислений, вывода информации и выполнения вспомогательных операций. Механизм "клиент-сервер" работает на протоколе TCP/IP, поддерживаемом локальными сетями, модемами и Интернетом.

Для дистанционных измерений ПО обеспечивает соединение между ПК КЛ и ПК, подключенным к калибруемому СИ. Сначала инициализируется серверная часть ПО (*Server.exe*), выполняется проверка всех подключенных измерительных устройств. Если приборы работают некорректно, выводится соответствующее сообщение. Затем сервер ждёт запросов клиента. Сотрудник лаборатории может остановить сервер и перевести его в режим ожидания.

Клиентская часть ПО (*Client.exe*) инициализируется сотрудником КЛ. Она проверяет соединение с сервером и, если его нет, переходит в режим ожидания. Параметры соединения настраиваются вручную. После установления связи сервер сохраняет информацию о новом клиенте и обслуживает запросы по очереди. После установки постоянного соединения между сервером и клиентом осуществляется обмен данными, включая запрос на начало измерений.

Алгоритм установки соединения реализован в СВЧ-измерительных приборах, разработанных БГУИР. Для разработки ПО используется LabVIEW, позволяющий визуально конструировать алгоритмы и обеспечивающий поддержку различных интерфейсов и протоколов. LabVIEW интегрируется с модулями, разработанными на традиционных языках программирования, что обеспечивает гибкость в разработке автоматизированных систем.

Заключение. Система дистанционной калибровки ИИС представляет собой современное решение, обеспечивающее эффективное управление процессом измерений и калибровки. Использование механизма "клиент-сервер" на базе протоколов TCP/IP позволяет осуществлять надежное соединение между лабораторными ПК и калибруемыми средствами измерений, что способствует более гибкому и быстрому обмену данными.

Разработка специализированного программного обеспечения на платформе LabVIEW обеспечивает не только высокую функциональность, но и возможность интеграции с различными аппаратными средствами и интерфейсами. Эта система калибровки значительно упрощает процесс, повышает точность измерений и позволяет оперативно вести учет результатов, доступных для клиентов.

Список использованных источников:

1. Бозуш, В.А. Векторные анализаторы целей сантиметрового и миллиметрового диапазонов длин волн / В.А. Бозуш [и др.]. – Москва: Горячая линия–Телеком, 2019. – 328 с..

METHODOLOGIES FOR DISTANCE CALIBRATION OF MICROWAVE RANGE INFORMATION AND MEASUREMENT SYSTEMS

Zokirov D.T.. gr.426401

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

Doctor of Technical Sciences, Professor Gusinsky A.V.

Annotation. The report materials discuss the developed methodology for distance calibration of the microwave range information and measurement system.

Keywords: distance calibration, information and measurement system, superhigh frequency, metrological characteristics.