

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
Белорусский государственный университет информатики и  
радиоэлектроники

УДК 004.312.46:004.056

Матющенко  
Евгений Александрович

Методика определения параметров, управления и диагностики состояния  
скалярных анализаторов цепей для исследования технических средств  
защиты информации

### **АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание степени магистра технических наук

по специальности 1-98 80 01 Методы и системы защиты информации,  
информационная безопасность

---

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

---

Минск 2018

## ВВЕДЕНИЕ

В последнее время уровень электромагнитного излучения резко возрастает. Острая необходимость в защите информации в том числе и в Республике Беларусь нашла выражение в законах и нормативно-правовых актах.

В Законе Республики Беларусь «Об информации, информатизации и защите информации» определены цели, основные требования и меры защиты (правовые организационные, технические), права и обязанности субъектов информационных отношений по защите информации.

Согласно Закону Республики Беларусь об информации, информатизации и защите информации защита информации представляет собой комплекс правовых, организационных и технических мер, направленных на обеспечение целостности (неизменности), конфиденциальности, доступности и сохранности информации.

Таким образом, можно выделить основные цели защиты информации:

– обеспечение национальной безопасности, суверенитета Республики Беларусь;

– сохранение информации о частной жизни физических лиц и неразглашение персональных данных, содержащихся в информационных системах;

– обеспечение прав субъектов информационных отношений при создании, использовании и эксплуатации информационных систем и информационных сетей, использовании информационных технологий, а также формировании и использовании информационных ресурсов;

– недопущение неправомерного доступа, уничтожения, модификации (изменения), копирования, распространения и (или) предоставления информации, блокирования правомерного доступа к информации, а также иных неправомерных действий.

Особую роль в нормативно-правовом обеспечении информационной безопасности составляют технические нормативные правовые акты. Стандарты серии 34.101 (Информационные технологии и безопасность. Критерии оценки безопасности информационных технологий).

Организация мер защиты информации должна проводиться в полном соответствии с действующими законами и нормативными документами по безопасности информации, интересами пользователей информации. Чтобы гарантировать высокую степень защиты информации, необходимо постоянно решать сложные научно-технические задачи разработки и совершенствования средств ее защиты. Большинство современных предприятий независимо от вида деятельности и форм собственности не может успешно вести хозяйственную и иную деятельность без обеспечения системы защиты своей информации, включающей организационно-нормативные меры и технические средства контроля безопасности информации при ее обработке, хранении и передаче в автоматизированных системах.

Целью данной магистерской диссертации является методика определения параметров скалярного анализатора цепей (САЦ) СВЧ диапазона и блока формирования и фильтрации напряжений САЦ.

Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ методов и технических средств защиты информации;
- описать устройство, принцип действия скалярного анализатора цепей;
- разработать методику определения параметров скалярного анализатора цепей;
- провести экспериментальные исследования параметров САЦ с использованием разработанной методикой;
- разработать структурную, электрическую принципиальные схемы, а также программное обеспечение блока фильтрации и формирования напряжений анализатора.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

В последнее время уровень электромагнитного излучения резко возрастает.

В связи с этим одной из важнейших проблем современности является защита от ЭМИ путем экранирования электромагнитных полей. Для определения параметров и характеристик экранов и экранирующих материалов, необходимо использовать современное измерительное оборудование, обладающее высокими метрологическими характеристиками и степенью автоматизации.

Следовательно, задачи разработки методик определения параметров средств измерений СВЧ диапазона, а так же устройств их автоматизации и диагностики являются весьма важными и актуальными.

Тема диссертационной работы соответствует подразделу 13 «Безопасность человека, общества, государства» приоритетных направлений научных исследований Республики Беларусь на 2016 – 2020 гг., утвержденных Постановлением Совета Министров Республики Беларусь 12 марта 2015г., №190. Работа выполнялась в учреждении образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

Целью данной магистерской диссертации является методика определения параметров скалярного анализатора цепей и блока формирования и фильтрации напряжений САЦ.

Для достижения этой цели были решены следующие задачи:

- выбран конкретный тип САЦ и описаны устройство, принцип действия скалярного анализатора цепей;
- разработана программа и методика метрологической аттестации скалярного анализатора цепей;
- проведены экспериментальные исследования САЦ с использованием разработанной методики;
- разработаны структурная, электрическая принципиальные схемы, а также программное обеспечение блока фильтрации и формирования напряжений.

Научная новизна работы определяется следующими результатами:

- разработана и обоснована программа и методика метрологической аттестации скалярного анализатора цепей СВЧ диапазона;
- предложены и обоснованы алгоритмы обработки результатов экспериментальных исследований скалярного анализатора цепей при его метрологической аттестации;
- предложена структурная схема блока формирования и фильтрации напряжений анализаторов цепей СВЧ диапазона с диагностикой состояния и контроля.

Практическая ценность заключается в том, что программа и методика метрологической аттестации и блок формирования и фильтрации

напряжений используются при разработке и изготовлении скалярных анализаторов цепей СВЧ диапазона, а так же при исследовании метрологических характеристик этих анализаторов.

Результаты работы апробированы на 10-ой Международной НТКМУС «Новые направления развития приборостроения» – БНТУ (Минск, 26–28 апреля 2017 г.), 53-ей Научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов «Телекоммуникационные системы и сети» – БГУИР (Минск, 25-30 апреля 2017 г.) и опубликованы в материалах этих конференций.

Все основные результаты работы получены самостоятельно и внедрены в Центре 1.9 НИЧ БГУИР.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В **первой главе** рассматриваются методы и средства обеспечения безопасности информации. Приводится изложение основных понятий систем информационной безопасности. Рассматриваются методы и средства построения систем информационной безопасности. Создание систем информационной безопасности в ИС и ИТ основывается на следующих принципах:

- системный подход;
- принцип непрерывного развития системы;
- разделение и минимизация полномочий;
- полнота контроля и регистрация попыток;
- обеспечение надежности системы защиты;
- обеспечение контроля за функционированием системы защиты;
- обеспечение всевозможных средств борьбы с вредоносными программами;
- обеспечение экономической целесообразности.

Рассмотрены технические средства защиты информации СВЧ диапазона и их контролируемые параметры. Проанализированы методы снижения уровня побочных электромагнитных излучений. Эффективным методом снижения уровня ПЭМИ является экранирование их источников специальными экранирующими материалами.

Проведено описание современных средства измерений параметров технических средств защиты информации СВЧ диапазона.

Во **второй главе** описаны принцип действия, схема, технические характеристики и порядок работы со скалярным анализатором цепей P2-78-ИХЧ разработанным в Центре 1.9 НИЧ БГУИР.

Принцип действия скалярного анализатора цепей основан на раздельном выделении падающей на объект измерения, отраженной от него и прошедшей через него волн СВЧ сигнала. Напряжения, пропорциональные амплитудам падающей, отраженной и прошедшей волн, после усиления и обработки по специальным алгоритмам, записанным в программном обеспечении САЦ, позволяют определить значения измеряемых параметров: модуль коэффициента отражения  $|S_{11}|$ , КСВН и модуль коэффициента передачи  $|S_{21}|$ .

Результаты измерения этих параметров отображаются в виде частотных зависимостей в декартовой системе координат с отсчетом значений в любой частотной точке диапазона рабочих частот САЦ, выбранной с помощью маркера.

Обобщенная структурная схема скалярного анализатора цепей P2-78-ИХЧ представлена на рисунке 1.

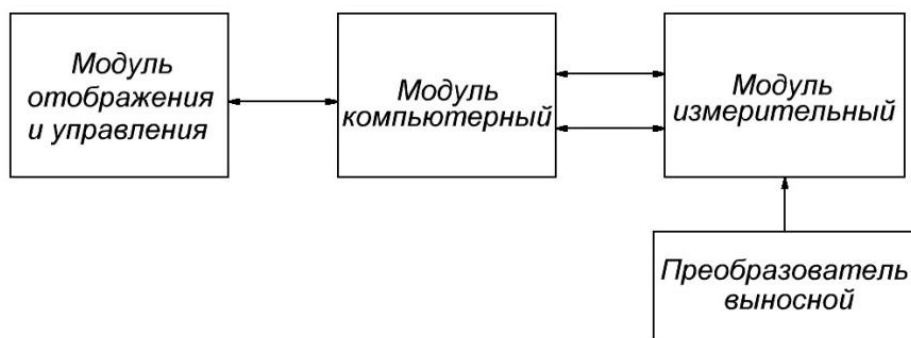


Рисунок 1 – Обобщенная структурная схема скалярного анализатора цепей P2-78-ИХЧ

В анализаторе используется СВЧ измерительный тракт, состоящий из двух направленных ответвителей и преобразователя выносного.

Неидентичность и неравномерность амплитудно-частотных характеристик параметров СВЧ измерительного тракта определяется при калибровке анализатора, а затем учитывается при обработке результатов измерений.

Управление работой анализатора, выбор режимов измерения и калибровки, а также выбор формы индикации и регистрации результатов измерения осуществляется с клавиатуры компьютера в диалоговом режиме.

Программное обеспечение и алгоритмы отдельных подпрограмм разработаны таким образом, чтобы исключить неправильные действия оператора. Программное обеспечение анализатора, реализующее алгоритм его функционирования и различные сервисные функции, хранятся в модуле компьютерном.

САЦ позволяет измерять модули коэффициентов отражения в диапазоне от 0 до минус 32 дБ с погрешностью не более  $\pm(0,2+0,03 \cdot |S_{11}|)$  дБ, а модули коэффициентов передачи в диапазоне от 0 до минус 40 дБ с погрешностью не более  $\pm(0,2+0,02 \cdot |S_{21}|)$  дБ.

В **третьей главе** приводятся программа и методика метрологической аттестации скалярного анализатора цепей P2-78-ИХЧ.

Исследования параметров САЦ включают в себя следующие операции:

- установление метрологических характеристик, определяемых в процессе аттестации;
- требования к условиям проведения исследований, эталонам;
- установление точек, в которых определяют значения метрологических характеристик;
- установление количества наблюдений в каждой исследуемой точке;
- установление исходных данных и условий определения погрешности анализатора;
- представление погрешности анализатора;
- подготовка к исследованиям;
- внешний осмотр;

- проверка функциональных возможностей;
- определение метрологических характеристик анализатора.

В четвертой главе определены требования к разрабатываемому блоку формирования и фильтрации напряжений питания САЦ с диагностикой состояния и контроля. Разработаны структурная и принципиальные схемы этого блока.

Обобщенная структурная схема блока формирования и фильтрации напряжений приведена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Обобщенная структурная схема блока формирования и фильтрации напряжений

Модуль фильтрации напряжений состоит из П-образного ФНЧ LC-фильтра пятого порядка.

Модуль преобразователей напряжений реализован на микросхемах *TPS55340PWP*, *AOZ1031AI*, *LM2672M-ADJ*, *AM1S-0524S*. Каждая микросхема отвечает за формирование определенного напряжения.

Модуль диагностики и контроля напряжений реализован на базе микроконтроллера *STM32F051C8T6*. Ядро микроконтроллера *ARM Cortex M0*,



максимальная тактовая частота 48 МГц, размер программной памяти 64 кбайт, размер ОЗУ данных 8 кбайт. Микроконтроллер предназначен для контроля формируемых напряжений.

В пятой главе представлены результаты экспериментальных исследований метрологических характеристик скалярного анализатора цепей P2-78-ИХЧ с использованием разработанной методики.

В результате исследований было установлено, что САЦ позволяет измерять модули коэффициентов отражения в диапазоне от 0 до минус 32 дБ с погрешностью не более  $\pm(0,2+0,03 \cdot |S_{11}|)$ , а модули коэффициентов передачи в диапазоне от 0 до минус 40 дБ с погрешностью не более  $\pm(0,2+0,02 \cdot |S_{21}|)$  дБ.

Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты не более  $\pm 0,1$  % от установленной частоты.

Диапазон индикации КСВН от 1,1 до 5.

КСВН волноводного СВЧ выхода измерительного блока не более 1,3.

Нестабильность частоты его выходного сигнала – не более  $1 \cdot 10^{-6}$  от  $f_{max}$ .

Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты не более  $\pm 0,1$  % от установленной частоты.

Диапазон индикации КСВН от 1,1 до 5. КСВН волноводного СВЧ выхода измерительного блока не более 1,3.

По полученным результатам можно сделать вывод, что все измеренные значения лежат в пределах допускаемых предельных значений.

На основании полученных результатов сделан вывод, что САЦ P2-78-ИХЧ соответствует заявленным характеристикам.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе проведен анализ методов и технических средств защиты информации. Описаны устройство, принцип действия скалярного анализатора цепей.

Разработана методика определения параметров скалярного анализатора цепей. Проведены экспериментальные исследования параметров САЦ с использованием разработанной методики, сделаны выводы по полученным данным.

Разработана структурная, электрическая принципиальные схемы, а также программное обеспечение блока фильтрации и формирования напряжений анализатора.

Практическая ценность работы заключается в том, что разработанные программа и методика метрологической аттестации используются при изготовлении САЦ СВЧ диапазона, а так же при исследовании метрологических характеристик этого прибора, изготовленного в Центре 1.9 НИЧ БГУИР.

Результаты работы апробированы на 10-й Международной научно-технической конференции молодых ученых и студентов «Новые направления развития приборостроения» – БНТУ (Минск, 26-28 апреля 2017 г.), 53-й Научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов «Телекоммуникационные системы и сети» – БГУИР (Минск, 25-30 апреля 2017 г.) и опубликованы в материалах этих конференций.

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1 Матющенко, Е.А. Скалярный анализатор цепей КВЧ диапазона / Е.А. Матющенко, А.П. Белошицкий. // Новые направления развития приборостроения: Тезисы докл. к 10-й Международной научно-технической конф. – Минск, 2017 – С.82-83.

2 Матющенко, Е.А. Исследование метрологических характеристик скалярного анализатора цепей КВЧ диапазона / Е.А. Матющенко // Телекоммуникационные системы и сети: Тезисы докл. к 53-й Научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов. – Минск, 2017 – С.106-107.

УТВЕРЖДАЮ  
Директор Центра 1.9 НИЧ БГУИР

\_\_\_\_\_ А.В. Гусинский

## АКТ ВНЕДРЕНИЯ

результатов магистерской диссертации в рабочий процесс

Мы, нижеподписавшиеся: директор «Научно-образовательного инновационного Центра СВЧ технологий и их метрологического обеспечения» (Центр 1.9) Гусинский А.В., технический руководитель калибровочной лаборатории средств измерений СВЧ Свирид М.С. с одной стороны, и исполнитель Матющенко Е.А., магистрант кафедры ЗИ, с другой стороны, составили настоящий АКТ ВНЕДРЕНИЯ результатов магистерской диссертации на тему: «Методика определения параметров, управления и диагностики состояния скалярных анализаторов цепей для исследования технических средств защиты информации».

Разработанная программа и методика метрологической аттестации для различных скалярных анализаторов цепей СВЧ диапазона внедрены в практическую деятельность Центра 1.9. Разработанный блок формирования и фильтрации напряжений используется при изготовлении скалярных анализаторов цепей СВЧ диапазона.

Технический руководитель  
калибровочной лаборатории  
средств измерений СВЧ

\_\_\_\_\_ М.С. Свирид

Исполнитель, магистрант  
кафедры ЗИ

\_\_\_\_\_ Е.А. Матющенко