

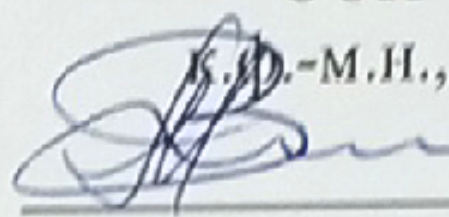
Министерство науки и высшего образования Российской
Федерации НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)
Радиофизический факультет

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ В ГЭК

Руководитель

ООП

к.ф.-м.н., доцент

 В. А. Мещеряков

« 29 » января 2024 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
СПЕЦИАЛИСТА (ДИПЛОМНАЯ РАБОТА)

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИСЛЕДОВАНИЯ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПАРАМЕТРОВ
СЛАБОПОГЛОЩАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ

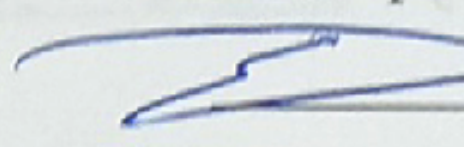
по основной образовательной программе подготовки специалиста
по специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и

комплексы»

Семенов Дмитрий Иванович

Руководитель ВКР

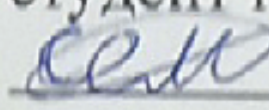
канд. физ.-мат. наук, доцент

 Е. Ю. Коровин

« 26 » января 2024 г.

Автор работы

студент группы № 07809

 Д. И. Семенов

« 24 » января 2024 г.

Томск – 2024

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НН ТГУ)
Радиофизический факультет

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП

В.А. Мещеряков

« 18 » декабря 2023 г.

ЗАДАНИЕ

По подготовке дипломной работы
студенту группы № 07809 Семенову Дмитрию Ивановичу

1. Тема работы: Разработка программного обеспечения экспериментальной установки для исследования электромагнитных параметров слабопоглощающих жидкостей.

2. Срок сдачи студентом выполненной работы:

а) на кафедре 29.01.2024

б) в ГЭК 06.02.2024

3. Краткое содержание работы:

Целью данной работы является исследование частотных зависимостей коэффициентов отражения от трансформаторных и растительных масел в миллиметровом диапазоне длин волн.

4. Календарный график выполнения работы:

а)	Изучение литературы	22.12.2023 – 28.12.2023
б)	Создание программного обеспечения в среде LabView	22.12.2023 – 06.01.2024
в)	Установка связи экспериментальной установки с ВАЦ	02.01.2024 – 06.01.2024
г)	Проведение расчетов диэлектрической проницаемости и анализ полученных результатов	06.01.2024 – 16.01.2024
д)	написание ВКР и сдача в ГЭК	16.01.2024 – 26.01.2024
е)	размещение текста ВКР в электронной библиотеке ТГУ	26.01.2024 – 01.02.2024

5. Дата выдачи задания «18» декабря 2023 г.

Руководитель –
кандидат физ.-мат. наук, доцент кафедры
радиоэлектроники

Задание принял к исполнению

Е.Ю. Коровин

Д.И. Семенов

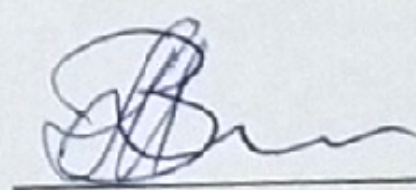
РЕШЕНИЕ

об объёме представления текста дипломной работы,
содержащей закрытую информацию

На заседании кафедры радиоэлектроники РФФ рассмотрена дипломная работа студента 789 группы Семенова Дмитрия Ивановича «Разработка автоматизированного макета экспериментальной установки для исследования электромагнитных параметров слабопоглощающих жидкостей».

Дипломная работа «Разработка автоматизированного макета экспериментальной установки для исследования электромагнитных параметров слабопоглощающих жидкостей» может быть представлена печати в форме развернутой аннотации, т.к. содержание работы, представленное автором, готовится к патентованию.

Руководитель ОПОП,
канд. физ.-мат. наук, доцент

 В.А. Мещеряков
« 29 » января 2024 г.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа, 68 с., 6 гл., 27 рис., 14 источников.

КОМПЛЕКСНАЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОНИЦАЕМОСТЬ, КОЭФФИЦИЕНТ ОТРАЖЕНИЯ, РАСТИТЕЛЬНОЕ МАСЛО ТРАНСФОРМАТОРНОЕ МАСЛО, ПОГРЕШЕНОСТЬ, РУПОРНАЯ АНТЕННА, АВТОМАТИЗАЦИЯ

Объектом исследования является установка для исследования электромагнитных параметров слабопоглощающих жидкостей.

Целью данной работы является автоматизация установки для измерения электромагнитных параметров слабопоглощающих жидкостей и проведение измерений электромагнитных параметров трансформаторного и растительного масла интерференционным методом.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Проведение обзора литературных источников по тематике работы.
2. Установка связи с ВАЦ.
3. Создание интерфейса и пользовательского функционала в среде LabView.
4. Измерение коэффициентов отражения трансформаторного и растительного масла
5. Проведение расчета действительной части комплексной диэлектрической проницаемости.
6. Обработка полученных результатов.

Радиоволновые методы исследования физических свойств природных и искусственных материалов, используемых в практической деятельности человека, основаны на исследовании микроволновых спектров комплексной диэлектрической или магнитной проницаемостей. Эти методы обладают рядом преимуществ по сравнению с другими индикаторными методами, используемыми для контроля изменения свойств материалов. В микроволновом диапазоне частот происходит активное взаимодействие электромагнитного излучения с веществом и может наблюдаться аномальная дисперсия проницаемостей – область наиболее чувствительная к изменениям состава и структуры. Известно также, что радиоволновые методы отличаются высокой чувствительностью, малой инерционностью; возможностью проведения дистанционных исследований, в

местах, недоступных другими методами измерений; удобной формой представления сигнала. Микроволновые приборы миниатюрны, имеют малый вес, экономичны, что является необходимым для создания мобильной аппаратуры, позволяющей проводить исследования, как в лабораторных, так и в полевых условиях.

При использовании радиоволновых методов для исследования жидких диэлектриков возникает проблема создания специальных измерительных кювет и учета их влияния на электродинамическую систему.

На сегодняшний день известны коммерческие решения для определения частотных зависимостей комплексной диэлектрической проницаемости жидкости. К ним относятся продукция компаний Keysight Technologies [1] и Rodhe&Shwarz [2] в основе которой лежит метод открытого конца коаксиального волновода (коаксиальный пробник).

Для использования данных технических решений кроме самого коаксиального пробника необходимо закрытое программное обеспечение, поставляемое производителем, для обработки результатов измерений. Данное программное обеспечение позволяет расширить возможности анализатора под конкретную задачу, в данном случае для измерения частотных зависимостей комплексной диэлектрической проницаемости.

Таким образом, разработка программного обеспечения конкретную задачу является важным элементом в разрабатываемом методе. Это позволяет ввести элемент автоматизации, расширить пользовательский набор инструментов, оптимизировать время измерений и трудозатраты.

В ходе выполнения работы получены следующие результаты:

1. Проведен обзор литературных источников по тематике проекта.
2. Разработан алгоритм программного обеспечения для работы с векторными анализаторами цепей серии PNA на основе языка LabView.
3. Разработан интерфейс и пользовательский функционал позволяющий снизить время измерений и трудозатраты.

4. Показана возможность использования двух рупорных антенн, что позволяет вдвое сократить затраченное время при наборе статистики.

5. Проведена серия тестовых измерений коэффициента отражения слабопоглощающих жидкостей, выбранного в качестве эталонной жидкости.

6. По измеренным значениям коэффициента отражения проведен расчет действительной части комплексной диэлектрической проницаемости трансформаторного и растительного масла. Показано, что максимальное СКО для трансформаторного масла составляет 3,5% на частоте 24,5 ГГц, для растительного масла 2,2% на частоте 23 ГГц.

7. Результаты работы получены в рамках проекта с ИФМ БНЦ СО РАН.

8. Работа выполнена в рамках бюджетного проекта 0270-2024-0008 «Развитие радиофизических методов исследования динамики поверхности суши, водоемов и атмосферы Земли в СНЧ-СДВ-ДВ-СВ и СВЧ диапазонах радиоволн».

9. Работа выполнена на оборудовании ЦКП «Центр радиоизмерений ТГУ».

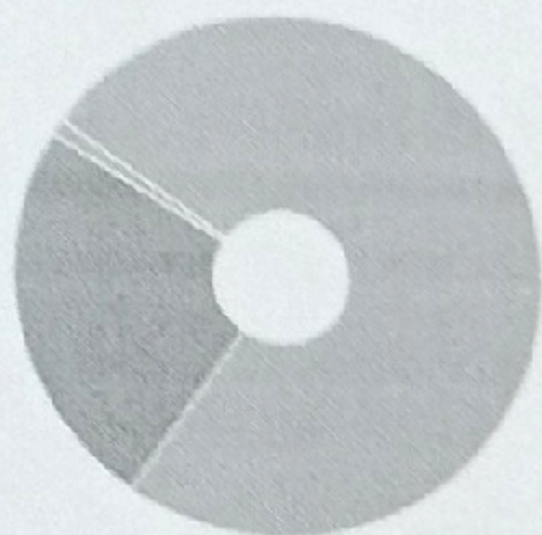


Отчет о проверке

Автор: Семенов Дмитрий Иванович
Название документа: SemenovV_1_1

Проверяющий: Павлова Александра Андреевна
Организация: Томский Государственный Университет

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕРКИ



Совпадения:
24,35%

Оригинальность:
74,46%

Цитирования:
1,19%

Самоцитирования:
0%

«Совпадения», «Цитирования», «Самоцитирования», «Оригинальность» являются отдельными показателями, отображаются в процентах и в сумме дают 100%, что соответствует полному тексту проверяемого документа.

Проверено: 92,21% текста документа, исключено из проверки: 7,79% текста документа. Разделы, отключенные пользователем: Титульный лист, Содержание, Библиография, Приложение

- Совпадения** — фрагменты проверяемого текста, полностью или частично сходные с найденными источниками, за исключением фрагментов, которые система отнесла к цитированию или самоцитированию. Показатель «Совпадения» — это доля фрагментов проверяемого текста, отнесенных к совпадениям, в общем объеме текста.
- Самоцитирования** — фрагменты проверяемого текста, совпадающие или почти совпадающие с фрагментом текста источника, автором или соавтором которого является автор проверяемого документа. Показатель «Самоцитирования» — это доля фрагментов текста, отнесенных к самоцитированию, в общем объеме текста.
- Цитирования** — фрагменты проверяемого текста, которые не являются авторскими, но которые система отнесла к корректно оформленным. К цитированиям относятся также шаблонные фразы: библиография; фрагменты текста, найденные модулем поиска «СПС Гарант: нормативно-правовая документация». Показатель «Цитирования» — это доля фрагментов проверяемого текста, отнесенных к цитированию, в общем объеме текста.
- Текстовое пересечение** — фрагмент текста проверяемого документа, совпадающий или почти совпадающий с фрагментом текста источника.
- Источник** — документ, проиндексированный в системе и содержащийся в модуле поиска, по которому проводится проверка.
- Оригинальный текст** — фрагменты проверяемого текста, не обнаруженные ни в одном источнике и не отмеченные ни одним из модулей поиска. Показатель «Оригинальность» — это доля фрагментов проверяемого текста, отнесенных к оригинальному тексту, в общем объеме текста.

Обращаем Ваше внимание, что система находит текстовые совпадения проверяемого документа с проиндексированными в системе источниками. При этом система является вспомогательным инструментом, определение корректности и правомерности совпадений или цитирований, а также авторства текстовых фрагментов проверяемого документа остается в компетенции проверяющего.

ИНФОРМАЦИЯ О ДОКУМЕНТЕ

Номер документа: 83

Тип документа: Не указано

Дата проверки: 02.02.2024 07:19:28

Дата корректировки: 02.02.2024 07:42:59

Количество страниц: 68

Символов в тексте: 71504

Слов в тексте: 10264

Число предложений: 1140

Комментарий: не указано