

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

УДК 621.317.3: 621.317.7: 621.396.6

Мальцев
Олег Сергеевич

Методика программного управления параметрами акустооптических фильтров

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук
по специальности 1-38 80 03 «Приборы, системы и изделия медицинского
назначения»

Научный руководитель
Давыдов Максим Викторович
Кандидат технических наук, доцент

Минск 2017

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время одним из основных направлений развития современной медицины является ранняя диагностика заболеваний. Раннее обнаружение болезни позволяет не только ускорить и упростить выздоровление пациента, но и спасти его от гибели. Широкое применение находят различные лазерные технологии, их использование можно разделить на три условных направления:

Лазерная хирургия;

Лазерная терапия;

Лазерная микро- и макро- диагностика;

В основе каждого из направлений лежат разнообразные эффекты взаимодействия лазерного излучения с биообъектом, определяемые свойствами лазерного излучения и структурой биообъекта. Наиболее полно свойства лазерного излучения реализуются в фотобиологии и, особенно, в диагностике.

Для исследования взаимодействия биологического образца и когерентного светового излучения заданной длины волны применяют различные оптические фильтры, которые представляют собой дифракционную решетку. Однако, необходимость уменьшения длины волны излучения приводит к тому, что механические решетки не могут быть применены в силу геометрических ограничений, в этом случае прибегают к применению акустооптических фильтров - дифракционная решетка в которых формируется за счет акустического воздействия на кристалл. Эти фильтры позволяют обеспечить высокое разрешение (1мкм) результирующего изображения.

Эффективность функционирования перестраиваемого акустооптического фильтра зависит от множества факторов – внешних и внутренних. Под внешними факторами понимается воздействия окружающей среды. Внутренние – параметры управляющего сигнала, характеристики усилительного каскада блока управления: неравномерность коэффициента усиления в диапазоне частот, уровни высших гармоник в спектре управляющего сигнала, согласование линии передачи мощности с пьезопреобразователем кристалла, изменение параметров кристалла.

Существует необходимость разработки методики, которая позволит реализовать программное управление перестраиваемым акустооптическим фильтром с целью компенсации и минимизации влияния внешних и внутренних факторов. Целью данной работы является разработка методики программного управления параметрами акустооптических фильтров, позволяющей повысить эффективность работы перестраиваемого акустооптического фильтра, с учетом данных, полученных путем измерений как на этапе изготовления фильтра и блока управления, так и в ходе управления фильтром в масштабе реального времени.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

В диссертации излагается методика программного управления параметрами акустооптических фильтров. Представлено краткое описание разработки, создания и функционирования перестраиваемых акустооптических фильтров на основе диоксида теллура коллинеарной и неколлинеарной конфигураций. Обсуждаются основные особенности функционирования акустооптических фильтров. Рассматривается структура измерительного стенда.

В диссертационной работе ставятся и решаются задачи:

- анализа конструкции и физических принципов работы перестраиваемых акустооптических фильтров;
- анализа зависимостей параметров пьезопреобразователя: комплексного импеданса и КСВ, а также параметров блока управления: неравномерности коэффициента усиления и уровня высших гармоник в спектре управляющего сигнала;
- разработки структуры и подбор комплектации блока управления ПАОФ;
- написания методики выполнения измерений параметров пьезопреобразователя фильтра и параметров усилительного каскада блока управления;
- разработки методики программного управления параметрами акустооптических фильтров.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность выбранной темы, дается краткая характеристика ее разработанности, определяются объект и предмет исследования, цель и задачи, указана теоретико-методологическая основа, отмечены элементы научной новизны, формулируются основные положения диссертации, выносимые на защиту.

Первая глава «Обзор аппаратных и программных средств для управления параметрами акустооптических фильтров» содержит общие сведения об акустооптических фильтрах: физические принципы действия, типовые конструкции и материалы, что в совокупности с описанием серийно выпускающихся блоков управления позволяет определить особенности функционирования и управления перестраиваемыми акустооптическими фильтрами, а также требования к параметрам блока управления ПАОФ.

Вторая глава «Методика проведения эксперимента» посвящена вопросам исследования параметров пьезопреобразователя ПАОФ и выходного(усилительного) каскада блока управления ПАОФ. В главе рассмотрено по-

строение измерительного стенда на основе серийно выпускающихся измерительных приборах. Разъясняется принцип работы ИС, какие измерительные приборы в него входят, какую функцию выполняют. Также кратко описывается программное обеспечение, позволяющее управлять ИС.

Приведены следующие методики измерения:

- комплексного импеданса и КСВ пьезопреобразователя.
- коэффициента усиления выходного каскада блоку управления ПАОФ.
- уровня второй и третьей гармоник управляющего сигнала.

В третьей главе «Результаты измерений» представлены результаты исследований пьезопреобразователя и блока управления ПАОФ согласно методик, описанных во второй главе. Были получены экспериментальные значения параметров пьезопреобразователя: комплексный импеданс и КСВ, проверена работа выходного каскада блока управления, измерены значения коэффициента усиления и уровень гармоник в спектре управляющего сигнала, приведены соответствующие графики.

Четвертая глава «Блок управления перестраиваемым акустооптическим фильтром» посвящена вопросам разработки блока управления ПАОФ. Представлена структурная схема блока управления, разработанная в соответствии с требованиями к параметрам блока управления ПАОФ. Приведены характеристики подобранных элементов, позволяющих реализовать представленную ранее структурную схему блока управления ПАОФ.

Пятая глава «Методика программного управления параметрами акустооптических фильтров». В ней обобщены особенности функционирования ПАОФ, как определяемые свойствами применяемых материалов на этапе проектирования, так и исследованные, определенные в результате практических исследований. Основываясь на этих данных представлен общий алгоритм управления ПАОФ. В результате представлены детализированные алгоритмы, позволяющие реализовать единый подход к управлению различными фильтрами, выполненными на кристалле диоксида теллура с пьезопреобразователем из ниобата лития, с учетом их конструктивных особенностей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Работа посвящена решению актуальной задачи: управлению перестраиваемыми акустооптическими фильтрами. Процесс управления такими устройствами является технически сложной задачей в связи с тем, что физический принцип работы фильтров заключается в взаимодействии оптической и акустической волн, где акустическая волна формируется преобразованием электро-

магнитной энергии в акустическую посредством пьезопреобразователя. Разработка подобных устройств является трудоемкой задачей и как правило требует дорогостоящего оборудования, квалифицированных специалистов, специального программного обеспечения.

В рамках данной работы была разработана методика программного управления перестраиваемыми акустооптическими устройствами.

Основные результаты, полученные при выполнении магистерской работы можно сформулировать следующим образом:

- исследованы зависимости комплексного импеданса и КСВ пьезопреобразователя диапазона 90-120 МГц от частоты управляющего сигнала;

- исследованы неравномерности параметров выходного каскада блока управления ПАОФ в рабочем диапазоне частот;

- разработана структурная схема блока управления ПАОФ, дополненная блоком контроля оценки согласования, позволяющая оценить степень согласованности тракта «выходной каскад блока управления – пьезопреобразователь ПАОФ» в реальном времени;

- разработана методика программного управления параметрами ПАОФ, с учетом степени согласованности тракта «выходной каскад блока управления – пьезопреобразователь ПАОФ», неравномерности характеристик выходного каскада блока управления.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Богданов, Р.А. Система функционального контроля submodule аттенюатор – фазовращатель приемопередающего модуля X-диапазона / Ю.С. Алькевич, Р.А. Богданов, О.С. Мальцев, Н.М. Наумович, А.А. Павлючик, В.Т. Ревин, В.А. Симоненко // Метрология и приборостроение. – Минск: БелГИМ, 2016. – С. 6–10.

2. Мальцев, О.С. Исследование современных бесколлекторных двигателей постоянного тока для применения в системе управления и стабилизации антенн миллиметрового диапазона / Наумович Н.М., Мальцев О.С., Урбанович С.П., Давыдов М.В., Богданов Р.А. / Доклады БГУИР. – Минск: БГУИР, 2017 – С. 13 – 19

3. Мальцев, О.С. Оценка электрического согласования «Блок управления – пьезопреобразователь» в акустооптических устройствах / О.С. Мальцев // 53-я научная конференция аспирантов, магистрантов, студентов БГУИР: Тезисы докл. – Минск, 2017