

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Голяка Ильи Семеновича, выполненную на тему «ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИЧЕСКОГО ФУРЬЕ-СПЕКТРОМЕТРА ДЛЯ БЕСПРОБООТБОРНОГО АНАЛИЗА ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ», представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – «Приборы и методы экспериментальной физики»

Актуальность диссертационной работы Голяка Ильи Семеновича заключается в возрастающей необходимости проведения анализа химических соединений с целью их идентификации в реальном масштабе времени и условиях отличных от лабораторных. В таких условиях концентрация анализируемого вещества может небольшой или могут присутствовать остаточные следы, что делает невозможным забор пробы для лабораторного анализа. Для решения подобных задач могут использоваться спектральные комплексы, которые включают в себя методику регистрации и анализа, а также сам прибор с помощью которого он происходит. Такие спектральные комплексы позволяют за небольшое время провести обнаружение и сделать предварительную оценку анализируемого вещества, которая может заключаться в оценке его принадлежности определенному классу в соответствии с выбранной классификацией или наличием определенных групп в его составе. Для беспробоотборной регистрации веществ могут использоваться методы основанные на методах спектроскопии люминесценции и комбинационного рассеяния с применением источников возбуждающего излучения.

Важным требованием проведения анализа в реальных условиях является надежность, мобильность и небольшие габариты самого спектрометра. Они могут обеспечиваться за счет использования статических фурье-спектрометров, в которых отсутствуют подвижные элементы, а развертка интерферограммы происходит с пространстве.

Диссертационная работа Голяка И.С. посвящена разработке метода беспроботборного анализа химических соединений, а также разработке физических основ и созданию статического фурье-спектрометра ближнего ультрафиолетового и видимого диапазонов.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения и списка используемой литературы.

Во введение обоснована актуальность работы, сформулирована цель и задачи работы, научная новизна и практическая значимость.

В первой главе рассмотрены существующие методы и системы регистрации и идентификации спектров. В данной главе автор работы описывает принципы работы существующих схем статических фурье-спектрометров, процесс формирования интерференционных картин и указывает какие сложности возникают для разных схем построения.

На основе проведенного обзора, автором делается обоснование выбора оптической схемы. Для разработки спектрального анализатора предлагается использовать схему на основе интерферометра формирующего полосы равной ширины, так же известную как статический интерферометр Майкельсона.

Во второй главе описана разработка, а также облик статического фурье-спектрометра. Показана схема статического фурье-спектрометра и принцип формирования двумерной интерференционной картины на многоэлементном матричном устройстве, которая возникает за счет наклона. Основным элементом в данной схеме является светоделительный кубик, представляющий собой склейку из двух равнобедренных призм, у которых один катет наклонен под небольшим углом и на который нанесено зеркальное покрытие. Подбирая угол между двумя зеркальными катетами, можно получить интерференционную картину нужной ширины. Для данного спектрометра автором приводятся расчет основных параметров и указываются их значения. Формируемая интерференционная картина в таком спектрометре представляет собой двумерное изображение. Усреднение по

строкам фотоприемного устройства, позволяет увеличить сигнал по отношению к шуму почти в 40 раз.

Для регистрации излучения исследуемых образцов предлагается использовать метод спектроскопии фотолюминесценции, при этом учитывается влияние внешней засветки и необходимость повышения надежности распознавания. Показан метод дистанционной регистрации.

Показаны примеры регистрируемых интерференционных картин, полученных на разработанном спектрометре и описание последовательности обработки спектральной информации статического фурье-спектрометра.

Приводятся результаты энергетического расчета при регистрации объектов на расстоянии 100–300 мм и 300–1000 для разных приемно-передающих систем и приводятся теоретические значения отношения сигнал/шум в регистрируемых интерферограммах и спектрах излучения.

В третьей главе описана работа программно-аппаратного комплекса, приведены основные дефекты регистрируемой интерференционной картины, описаны методы предварительной обработки и калибровки. Приводится функция сходства и метод ее построения, являющаяся основой идентификации веществ в данной работе. Показан внешний вид программного интерфейса и примеры работы при распознавании тестового вещества.

В четвертой главе приводятся основные результаты экспериментов, которые заключались: в проверке работоспособности предложенного макета и метода, достоверности получаемых данных и воспроизводимости результатов; в сравнительном анализе с аналогом представленной системы; в возможности дистанционного анализа веществ с использованием приемно-передающей системы. По результатам экспериментов было показана возможность проведения анализа веществ на расстояниях порядка метра, за время 500 мс и при неполной заполненной апертуре системы. Проведенный автором сравнительный анализ с аналогом предложенной системы, показал,

что с использованием статического фурье-спектрометра удастся получить выигрыш в светосиле и отношении сигнал / шум.

В заключении сформулированы основные результаты.

Научная новизна результатов состоит в следующем:

– Разработан макет статического фурье-спектрометра, предназначенного для регистрации излучения остаточных следов веществ и веществ имеющих малый квантовый выход.

– Предложен метод беспробоотборного получения и анализа спектров излучения веществ с использованием разработанного макета.

Практическая значимость данной работы состоит в разработке спектрального комплекса, предназначенного для беспробоотборного экспресс-анализа химических соединений на расстояниях порядка одного метра и в малых концентрациях.

Достоверность полученных результатов подтверждается их экспериментальной и численной верификацией. Корректность экспериментальных исследований обеспечивается воспроизводимостью получаемых данных и сравнительным анализом с эталоном.

Список литературы содержит 123 наименования и охватывает все основные работы по направлению данной диссертации.

Считаю необходимым обратить внимание на ряд замечаний и пожеланий:

1. В диссертационной работе не поясняются полностью следующие моменты:

- выбор тестовых веществ для проведения экспериментальных исследований

- полнота и достаточность спектральной базы данных

- влияние спектральной базы данных на идентификацию веществ.

2. В диссертационной работе при проведении экспериментов следовало бы более подробно указать параметры проводимого эксперимента, например: концентрацию анализируемого вещества, процент заполнения апертуры

приемной системы. Не указывается влияние параметров окружающей среды, например влажности, температуры, на воспроизводимость результатов.

3. В работе встречаются опечатки и синтаксические ошибки: «Возможно построение схемы статического фурье-спектрометра...» на стр. 25, «...в регистрируемую интерференционную картину вносятся дефекты оптической системы...» на стр. 44, «...была реализована зеркальная оптическая система...» стр.49.

Отмеченные недостатки не носят принципиального характера и не снижают значимости полученных результатов и положений, выносимых на защиту.

Результаты работы опубликованы в 19 научных работах, в том числе в 6 – из перечня ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, апробированы на всероссийских и международных конференциях, что подтверждает достоверность и обоснованность полученных результатов, а также оригинальность данной работы. Автореферат полностью соответствует содержанию диссертационной работы.

На основе вышеизложенного считаю, что представленная диссертационная работа на тему «ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИЧЕСКОГО ФУРЬЕ-СПЕКТРОМЕТРА ДЛЯ БЕСПРОБОТБОРНОГО АНАЛИЗА ХИМИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ», соответствует специальности 01.04.01 – «Приборы и методы экспериментальной физики», является самостоятельной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком уровне, и соответствует требованиям «Положения о присуждении учёной степени», а её автор, Голяк Илья Семенович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – «Приборы и методы экспериментальной физики».

доктор физико-математических наук, снс
заведующий кафедрой "Специального
приборостроения", СарФТИ НИЯУ МИФИ,
начальник отдела оптико-физической

регистрации ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ"

С.И. Герасимов

Подпись Герасимова С.И. «*Завещаю*»

Ученый секретарь ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»

А.Н. Сизов

д. ф.-м. н.

Наименование организации: Федеральное государственное
предприятие РОССИЙСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЯДЕРНЫЙ ЦЕНТР
Всероссийский Научно-Исследовательский Институт Экспериментальной
Физики ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»

Адрес организации: 607188 Нижегородская обл., г. Саров, пр. Мира, 37