



**КАФЕДРА ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ(ЭП)**

**Н.И. Буримов, А.Е. Мандель, Н.Э. Лугина**

# **УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ**

**Методические указания к лабораторным и самостоятельным работам для  
студентов направления подготовки 200600 «Фотоника и  
оптоинформатика»**

**2012**

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Томский государственный университет систем управления и  
радиоэлектроники»

Кафедра электронных приборов

УТВЕРЖДАЮ  
Зав.кафедрой ЭП  
\_\_\_\_\_С.М. Шандаров  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2012 г.

## УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

Методические указания к лабораторным и самостоятельным работам для  
студентов направления подготовки 200600 «Фотоника и оптоинформатика»

Разработчики:

Доцент каф. ЭП

\_\_\_\_\_Н.И. Буримов

Профессор каф. СВЧиКР

\_\_\_\_\_А.Е. Мандель

Доцент каф. ВМ

\_\_\_\_\_Н.Э. Лугина

УДК 621.383 + 681.7.013.6

Рецензент:

Профессор каф. СВЧиКР,

В.М. Шандаров

**Н.И. Буримов, А.Е. Мандель, Н.Э. Лугина**

Учебно-исследовательская работа студентов: методические указания к лабораторным и самостоятельным работам / Н.И. Буримов, А.Е. Мандель, Н.Э. Лугина – Томск: ТУСУР, 2012. – 18 с.

Методические указания предназначены для студентов направления подготовки 200600 «Фотоника и оптоинформатика» очной, заочной и дистанционной форм обучения, выполняющих учебно-исследовательскую работу на кафедре Электронных приборов.

**УДК 621.383 +  
681.7.013.6**

© Томск. гос. ун-т систем упр. и  
радиоэлектроники, 2012

© Н.И. Буримов,  
А.Е. Мандель,  
Н.Э. Лугина, 2012

Введение. ....	5
1. Цели дисциплины. ....	5
2. Организация УИР на кафедре. ....	6
3. Тематика УИР .....	7
4. Структура отчета по УИР .....	8
5. Правила оформления отчета.....	8
6. Защита отчета.....	11
Литература.....	11
Приложение 1 .....	12
Приложение 2 .....	13
Приложение 3.....	14

## **Введение**

Учебно-исследовательская работа - вид учебной деятельности студентов, заключающийся в том, что студент должен осуществлять самостоятельную научно-исследовательскую деятельность под руководством заранее выбранного научного руководителя. На кафедре Электронных приборов сформированы научные группы, проводящие исследования по нескольким направлениям в рамках общей специализации кафедры. Студенты могут выбрать себе научного руководителя из числа руководителей и сотрудников этих научных групп, руководствуясь своими предпочтениями или оставшимися вакантными местами. Так же, у студентов есть возможность провести учебно-исследовательскую работу на базе других кафедр университета или на предприятии, на котором он планирует работать по окончании обучения, если профиль их работы соответствует направлениям подготовки кафедры. В этом случае научный руководитель может быть сотрудником соответствующей кафедры или организации.

### **1.Цели дисциплины**

**Целями** учебно-исследовательской работы являются:

- развитие у студентов творческих подходов и самостоятельности при проведении учебно-исследовательской и научно-исследовательской работы, выполнении курсовых и дипломных работ (проектов);
- изучение студентами методов организации и проведения научных исследований, оформления и представления полученных результатов;
- подготовка к курсовому и дипломному проектированию.

В результате изучения дисциплины студенты должны знать методологические основы проведения научных исследований, основы правовой защиты интеллектуальной собственности. Уметь самостоятельно организовать и провести научное исследование, оформить и представить полученные результаты, изложить их на семинарах и конференциях. Получить практические навыки в организации и проведении научных исследований,

развить практические навыки самостоятельного поиска научно-технической информации.

При выборе направления учебно-исследовательской работы следует учитывать возможность продолжения исследований при выполнении последующих курсовых проектов и выпускной квалификационной работы студента.

## **2. Организация УИР на кафедре Электронных приборов**

Учебно-исследовательская работа выполняется студентами в часы, включенные в расписание занятий и проходит в учебно-научных и научных лабораториях кафедры. В процессе выполнения учебно-исследовательской работы студенты занимаются также в научно-технической библиотеке и в компьютерных классах с выходом в Интернет.

Руководство учебно-исследовательской работой поручается преподавателям, аспирантам, научным сотрудникам кафедры с достаточным опытом и квалификацией. Руководителями могут быть также специалисты из других кафедр университета, если профиль их работы соответствует направлениям подготовки кафедры. Выполнение учебно-исследовательской работой возможно и на предприятиях и в организациях, в которых студент планирует выполнять выпускную квалификационную работу или работать по окончании обучения и с которыми у кафедры есть соответствующие соглашения.

Руководитель учебно-исследовательской работой должен в течение первой недели семестра выдать задание на УИР, которое должно быть утверждено заведующим кафедрой к концу второй недели. В ходе УИР руководитель обеспечивает научное и методическое руководство студентами, контролирует сроки выполнения этапов УИР и дает предварительный отзыв на работу.

На учебно-исследовательскую работу отводятся учебные часы в расписании. Студенты обязаны выполнять учебно-исследовательскую работу не реже одного раза в неделю в часы, указанные в расписании.

Учебно-исследовательская работа заканчивается составлением отчета и защитой результатов работы. Завершенный отчет по УИР вместе с графическими материалами, подписанный студентом, представляются на предварительный отзыв руководителю. Руководитель проверяет соответствие выполненной УИР заданию и дает общую оценку работы по системе зачет - не зачет.

### **3 Тематика УИР**

Тематика УИР должна быть связана с научными исследованиями, ведущимися на кафедре, с разработкой новых лабораторных установок по учебным курсам, обеспечиваемых кафедрой, с тематикой работ предприятий и организаций, в которых студент планирует выполнять выпускную квалификационную работу. Желательно, чтобы тематика УИР была связана с профилирующими дисциплинами кафедры.

Основными направлениями, которым должна соответствовать тематика УИР, являются:

- разработка и создание перспективных методик анализа взаимодействия и самовоздействия световых волн в фоторефрактивных пьезокристаллах;
- разработка новых лабораторных установок, в т.ч. в варианте компьютерной лабораторной работы, по основным учебным дисциплинам, обеспечиваемым кафедрой.
- создание и исследование установок на основе ионно-плазменных технологий для обработки оптических элементов для устройств и систем фотоники и оптоинформатики
- исследование фотоиндуцированных явлений в фоторефрактивных пьезокристаллах

- создание и исследование динамических голографических интерферометров на основе фоторефрактивных пьезокристаллов для оптических измерительных систем
- синтез перспективных оптических материалов и создание на их основе устройств управления оптическим излучением

#### **4. Структура отчета по УИР**

Отчет по учебно-исследовательской работе должен содержать:

- титульный лист (приложение 1);
- задание на УИР (приложение 2);
- содержание;
- обозначения и сокращения (не обязательно);
- введение;
- аналитический обзор;
- постановку задачи;
- расчетную (теоретическую) и (или) экспериментальную часть;
- анализ полученных результатов;
- выводы и рекомендации;
- список литературы;
- приложения.

Шаблон титульного листа и шаблон задания на УИР приведены в Приложении 1 и Приложении 2, соответственно.

#### **5. Правила оформления отчета**

Изложение текста и оформление отчета выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32-2001, ГОСТ 2.105-95 и ГОСТ 6.38-90<sub>1</sub>. Страницы текста отчета и включенные в отчет иллюстрации и таблицы должны соответствовать формату А4 по ГОСТ 9327-60.

Отчет должен быть выполнен с использованием компьютера и принтера на одной стороне листа белой бумаги формата А4 через один интервал. Цвет шрифта должен быть черным, размер шрифта – не менее 12 п.

Текст отчета следует печатать, соблюдая следующие размеры полей: правое – 10 мм, верхнее – 20 мм, левое и нижнее – 20 мм.

Разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на определенных терминах, формулах, теоремах, применяя шрифты разной гарнитуры.

Опечатки, описки и графические неточности, обнаруженные в процессе подготовки отчета, допускается исправлять подчисткой или закрашиванием белой краской и нанесением на том же месте исправленного текста (графики) черными чернилами, пастой или тушью. Повреждения листов текстовых документов, помарки и следы неполностью удаленного прежнего текста (графики) не допускаются.

Иллюстрации (чертежи, графики, схемы, компьютерные распечатки, диаграммы, фотоснимки) следует располагать в отчете непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. Иллюстрации могут быть в компьютерном исполнении, в том числе и цветные. На все иллюстрации должны быть даны ссылки в тексте отчета.

Чертежи, графики, диаграммы, схемы, иллюстрации, помещаемые в отчет, должны соответствовать требованиям государственных стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Оформление таблиц в отчете должно соответствовать ГОСТ 1.5 и ГОСТ 2.105.

Название таблицы, при его наличии, должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире. При переносе части таблицы название помещают только над первой частью таблицы, нижнюю горизонтальную черту, ограничивающую таблицу, не проводят.

Таблицу следует располагать в отчете непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.

На все таблицы должны быть ссылки в отчете. При ссылке следует писать слово “таблица” с указанием ее номера.

Таблицу с большим количеством строк допускается переносить на другой лист (страницу). При переносе части таблицы на другой лист (страницу) слово “Таблица” и номер ее указывают один раз справа над первой частью таблицы, над другими частями пишут слово “Продолжение” и указывают номер таблицы. При переносе таблицы на другой лист (страницу) заголовок помещают только над ее первой частью.

Таблицу с большим количеством граф допускается делить на части и помещать одну часть под другой в пределах одной страницы. Если строки и графы таблицы выходят за формат страницы, то в первом случае в каждой части таблицы повторяется головка, во втором случае – боковик. Если повторяющийся в разных строках графы таблицы текст состоит из одного слова, то его после первого написания допускается заменять кавычками; если из двух и более слов, то при первом повторении его заменяют словами “То же”, а далее – кавычками. Ставить кавычки вместо повторяющихся цифр, марок, знаков, математических и химических символов не допускается. Если цифровые или иные данные в какой-либо строке таблицы не приводят, то в ней ставят прочерк.

Уравнения и формулы следует выделять из текста в отдельную строку. Выше и ниже каждой формулы или уравнения должно быть оставлено не менее одной свободной строки. Если уравнение не умещается в одну строку, то оно должно быть перенесено после знака равенства (=) или после знаков плюс (+), минус (-), умножения (x), деления (:), или других математических знаков, причем знак в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке, символизирующем операцию умножения, применяют знак “X”.

Пояснение значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой в той же последовательности, в которой они даны в формуле.

Формулы в отчете следует нумеровать порядковой нумерацией в пределах всей ПЗ арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке.

## **6. Защита отчета по УИР**

Защита отчета по УИР производится перед комиссией, назначаемой заведующим кафедрой. На защиту предъявляется отчет по УИР, подписанный студентом и руководителем УИР, и другие необходимые для защиты материалы. Доклад должен длиться не более 10 минут и содержать постановку задачи, методы ее решения, результаты и выводы. Текст доклада рекомендуется подготовить заранее. После доклада студент отвечает на вопросы комиссии.

Для оценки УИР рекомендуется использовать следующие критерии:

- степень полноты проработки научно-технической литературы и патентных материалов;
- уровень и корректность использования в работе расчетов и моделирования;
- степень комплексности УИР, применение в ней знаний естественно-научных, общепрофессиональных и специальных дисциплин;
- ясность, четкость, последовательность и обоснованность изложения;
- применение современного математического и программного обеспечения и компьютерных технологий;
- качество оформления отчета (общий уровень грамотности, стиль изложения, качество иллюстраций, соответствие требованиям стандартов);
- объем и качество графических материалов.

Лучшие работы рекомендуются кафедрой для участия в конференциях, смотрах, конкурсах, и т.д.

## **Литература**

1. ГОСТ 7.32-2001. Отчет о НИР. Структура и правила оформления.
2. Горбачёв А.А., Коротаев В.В., Мусяков В.Л., Тимофеев А.Н. Учебно-исследовательская работа студентов / Методические указания по содержанию, оформлению и защите для студентов кафедры оптико-электронных приборов и систем. – СПб.: ИТМО, 2008. – 24 с.

Министерство образования и науки Российской Федерации

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ  
И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

Кафедра Электронных приборов (ЭП)

"УТВЕРЖДАЮ"

Зав. кафедрой ЭП

Шандаров С.М.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Отчет  
об учебно-исследовательской работе студента**

Тема \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Студент \_\_\_\_\_ Группа \_\_\_\_\_  
(подпись) (ФИО)

Руководитель \_\_\_\_\_  
(должность, уч. степень, ФИО)

\_\_\_\_\_ "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
(подпись) (дата)

Работа защищена "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

с оценкой \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(подпись)

20\_\_ г.

Министерство образования и науки Российской Федерации

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ  
И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

Кафедра Электронных приборов (ЭП)

"УТВЕРЖДАЮ"

Зав. кафедрой ЭП

Шандаров С.М.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

### ЗАДАНИЕ

#### на учебно-исследовательскую работу (УИР)

студенту \_\_\_\_\_

**1. Тема работы:** \_\_\_\_\_

**2. Срок сдачи работы:** «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**3. Вопросы, подлежащие исследованию:**

\_\_\_\_\_

**4. Исходные данные:**

\_\_\_\_\_

**5. Содержание пояснительной записки:**

- введение;
- аналитический обзор;
- постановку задачи;
- расчетная (теоретическая) и (или) экспериментальная часть;
- анализ полученных результатов;
- выводы и рекомендации;
- список литературы;
- приложения.

**6. Рекомендуемая литература:**

\_\_\_\_\_

**7. Перечень графического материала:**

\_\_\_\_\_

Руководитель работы: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Задание принял к исполнению: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **Примеры заданий на учебно-исследовательскую работу**

### **Задание 1:**

**Тема задания** «Исследование спектральных зависимостей коэффициента поглощения в кристаллах силленитов, подвергнутых отжигу в вакууме и в воздушной атмосфере»

### **Содержание пояснительной записки:**

1. Устройство и принцип работы спектрофотометра СФ – 56.
2. Методика измерения спектральных зависимостей коэффициента пропускания в режиме «Сканирование» и расчет коэффициент поглощения с учетом измеренного спектра пропускания и спектра отражения кристалла.
3. Экспериментальные результаты по исследованию спектральной зависимости коэффициента поглощения в кристаллах силленитов, подвергнутых отжигу в вакууме.
4. Моделью примесного поглощения и методика аппроксимации спектральных зависимостей коэффициента поглощения в кристаллах силленитов.
5. Результаты исследования спектральной зависимости коэффициента поглощения в кристаллах силленитов, подвергнутых отжигу в воздушной атмосфере.
6. Численная аппроксимация полученных спектральных зависимостей коэффициента поглощения.

### **Литература:**

1. Петров М.П., Степанов С.И., Хоменко А.В. Фоторефрактивные кристаллы в когерентной оптике. СПб: Наука, 1992. С. 318.
2. Уханов Ю.И. Оптические свойства полупроводников. М.: Наука. 1977. С. 366.

3. Толстик А.Л., Матусевич А.Ю. Кистенева М.Г. и др. // Квант. электроника. 2007. Т. 37. С. 1027.
4. Малиновский В.К., Гудаев О.А., Гусев В.А., Детиненко С.И. Фотоиндуцированные явления в силленитах. Новосибирск: Наука. 1990. С. 160.
5. Пихтин А.Н. Оптическая квантовая электроника: Учебник для вузов. М.: Высш. шк. 2001. С. 573.
6. M. G. Kisteneva, A. S. Akrestina, S. M. Shandarov, S. V. Smirnov, O. N. Bikeev, K.P. Lovetskii, and Yu. Kargin. Photo- and Thermoinduced Changes of the Optical Absorption in  $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$  Crystals // Journal of Holography and Speckle. 2009. V.5, № 3. P. 280-285.
7. Кистенева М.Г., Шандаров С.М., Акрестина А.С., Попугаева В.В., Смирнов С.В. Фото- и термоиндуцированные изменения поглощения света в кристалле титаната висмута, легированном алюминием // Известия вузов. Физика. – 2010. - №9/3 – С. 145-146.
8. А.С. Акрестина, Е.С. Гриднева, Д.О. Сивун, М.Г. Кистенева, С.М. Шандаров Ю.Ф. Каргин. Влияние температурного отжига на спектральные зависимости оптического поглощения в кристалле силиката висмута // Труды шестой международной конференции молодых ученых и специалистов «Оптика-2009». Санкт-Петербург, 19-23 октября 2009./ Под редакцией проф. В.Г. Беспалова, проф. С.А. Козлова. – СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009 –с.285-288.

## **ЗАДАНИЕ № 2**

**1. Тема задания:** «Исследование фотолюминесценции оксида цинка, модифицированного нанопорошками»

### **2. Содержание работ**

- люминесценция оксида цинка в УФ - и видимой областях спектра;
- природа полос люминесценции оксида цинка;
- отличительные особенности нанопорошков от порошков микронных размеров;

- влияние модифицирование нанопорошками на люминесценцию оксида цинка;
- принципы получения люминесценции твердых тел;
- схема измерения фотолюминесценции;
- зависимость параметров полос фотолюминесценции цинка от типа наночастиц, введенных в порошки оксида цинка ;
- выводы о возможности увеличения или уменьшения свечения порошков оксида цинка при модифицировании наночастицами.

### **ЗАДАНИЕ №3**

**1. Тема задания:** «Исследование спектральных зависимостей коэффициента поглощения в кристаллах силленитов методом ИК-Фурье спектроскопии».

**2. Содержание работ.**

2.1 Изучить устройство и принцип работы Фурье-спектрометра «Инфралюм ФТ-801»;

2.2 Изучить основы ИК-Фурье спектроскопии;

2.3 Научить производить измерения спектральных зависимостей коэффициента пропускания;

2.4 Провести расчеты коэффициента поглощения с учетом измеренного спектра пропускания и спектра отражения кристалла.

**3. Литература:**

3.1. Шандаров С.М., Шандаров В.М., Мандель А.Е., Буримов Н.И. Фоторефрактивные эффекты в электрооптических кристаллах. -Т.: ТУСУР, 2007. – 242 с.

3.2. Смит А. Прикладная ИК-спектроскопия. М.: Мир, 1982-328с.

3.3. Малиновский В.К., Гудаев О.А., Гусев В.А., Деменко С.И. Фотоиндуцированные явления в силленитах. Новосибирск: Наука, 1990.-160с.

3.4. Толстик А.Л., Матусевич А.Ю., Кистенева М.Г., Шандаров С.М., Иткин С.И., Мандель А.Е., Каргин Ю.Ф., Кульчин Ю.Н., Ромашко Р.В.

Спектральная зависимость фотоиндуцированного поглощения, наведенного в кристалле импульсным излучением с длиной волны 532нм. и др. //Квантовая электроника.-2007.- Т.37, №11.-С. 1027-1032.

3.5. Пихтин А.Н. Оптическая и квантовая электроника: Учебник для вузов. М.:Высш. шк., 2001.-573с.

3.6. Уханов Ю.И. Оптические свойства полупроводников. М.: Наука, 1977.- 366с.

## **ЗАДАНИЕ № 4**

**1.Тема задания** «Исследование характеристик адаптивного голографического интерферометра на основе встречного взаимодействия световых волн в кристалле титаната висмута»

### **2. Содержание работ**

2.1. Обзор литературы.

2.2.Описание экспериментальной установки.

2.3.Экспериментальное исследование характеристик адаптивного голографического интерферометра на основе встречного взаимодействия световых волн в кристалле титаната висмута.

### **3. Литература**

1. С.М. Шандаров, Л.А. Кабанова, Ю.Ф.Каргин, А.А. Колегов.

Динамические отражательные голограммы для адаптивной интерферометрии. Известия вузов. Физика. -2010. -№9/3. –с.147-148.

2. Буримов Н.И., Шандаров С.М., Быков В.И., Колегов А.А., Ромашко Р.В., Кульчин Ю.Н., Каргин Ю.Ф., Волков В.В. Двухволновое взаимодействие на динамических отражательных голограммах в кубических фоторефрактивных кристаллах при фазовой модуляции сигнального пучка. // Химия высоких энергий, 2008, Т.42, №4 (прил), с. 1-3.

3.С.М. Шандаров, Н.И. Буримов, Ю.Н. Кульчин, Р.В. Ромашко,

А.Л. Толстик, В.В. Шепелевич Динамические голограммы Денисюка в кубических фоторефрактивных кристаллах // Квант. электроника, 2008, **38** (11), 1059-1069.

**Буримов Николай Иванович**  
**Мандель Аркадий Евсеевич**  
**Лугина Наталья Эдуардовна**

## **УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА**

Методические указания к лабораторным и самостоятельным работам для студентов направления подготовки 200600 «Фотоника и оптоинформатика»

Формат 60x84 1/16. Усл. печ. л.-----.

Тираж 30 экз. Заказ-----.

Отпечатано в Томском государственном университете  
систем управления и радиоэлектроники.

634050, Томск, пр. Ленина, 40. Тел. (3822) 533018.