



КАФЕДРА ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ (ЭП)

Н.И. Буримов, Н.Э. Лугина

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

**Методические указания для студентов
направления подготовки 210100.62 - «Электроника и
наноэлектроника»
профили: Квантовая и оптическая электроника;
Электронные приборы и устройства**

2014

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

Утверждаю
Зав. кафедрой ЭП
_____С.М. Шандаров
"___" _____ 2014г.

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ
РАБОТА СТУДЕНТОВ

Методические указания для студентов
направления подготовки 200100.62 - «Электроника и наноэлектроника»
профили: Квантовая и оптическая электроника;
Электронные приборы и устройства

Разработчики:
Доцент каф. ЭП
_____Н.И. Буримов
Доцент каф. ВМ
_____Н.Э. Лугина

УДК 621.383 + 681.7.013.6

Рецензент:

Профессор каф. СВЧиКР,

А.Е. Мандель

Н.И. Буримов, Н.Э.Лугина

Научно-исследовательская работа: методическое пособие по организации, содержанию, оформлению и защите отчета / Н.И. Буримов, Н.Э. Лугина – Томск: ТУСУР, 2012. – 19 с.

Методические указания предназначены для студентов направления подготовки 200100.62 - «Электроника и микроэлектроника» очной, заочной и дистанционной форм обучения», выполняющих научно-исследовательскую работу на кафедре Электронных приборов.

УДК 621.383 + 681.7.013.6

© Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2014

© Н.И. Буримов, Н.Э. Лугина, 2014

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1. Цели и задачи дисциплины	5
2. Требования к результатам освоения дисциплины	5
3. Методика выполнения научно - исследовательской работы.....	7
3.1 Обзор литературы.....	8
3.2 Выбор методики исследования	9
3.3 Проведение эксперимента	10
3.4 Обработка результатов эксперимента.....	11
4 Тематика НИР	12
5. Отчетность по научно-исследовательской работе.....	13
5.1 Структура отчета по НИР	13
5.2 Правила оформления отчета	14
5.3 Защита отчета по НИР	17

Введение

В процессе выполнения НИР студенты должны научиться применять теоретические знания на практике, работать с научной литературой, составлять рефераты и обзоры, решать теоретические задачи, проводить эксперименты, докладывать результаты своей работы в коллективе и на научных конференциях.

Требования к оформлению отчета о НИР вырабатывают умение критически обобщать информацию, имеющуюся в литературе, лаконично и обоснованно описывать технические решения, грамотно и в соответствии с ГОСТами оформлять расчетные и графические материалы.

1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является расширение и закрепление профессиональных знаний, повышение интеллектуального и общекультурного уровня, формирование навыков самостоятельного проведения экспериментальных работ, патентного поиска, проектирования оптических приборов, схем и устройств различного функционального назначения, проведения научных исследований.

Задачей дисциплины является приобретение практических навыков, необходимых при проведении исследовательской работы по тематике будущей специальности.

2. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование у студентов следующих *профессиональных компетенций* (ПК):

– способностью собирать, анализировать и систематизировать отечественную и зарубежную научно-техническую информацию по тематике исследования в области электроники и наноэлектроники (ПК-18);

– способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования (ПК-19);

– способностью аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения (ПК-20);

– готовностью анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций (ПК-21).

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать

- методику проведения патентных исследований;
- методику проведения теоретического анализа и экспериментальных исследований;
- правила эксплуатации исследовательского оборудования;
- технику безопасности проведения экспериментальных работ.

уметь:

- проводить патентный поиск по теме исследования;
- проектировать устройства фотоники, изготавливать макетные образцы разработанных устройств;
- оформлять конструкторскую документацию на разработанное устройство.

владеть:

- навыками моделирования электронных схем;
- навыками разработки конструкции устройств фотоники;

– методами анализа и систематизации результатов исследования, представления материалов исследования в виде отчетов, публикаций, презентаций.

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

3. Методика выполнения научно - исследовательской работы

Процесс выполнения НИР в общем случае состоит из следующих этапов:

– выбор направления исследований: проводят с целью определения оптимального варианта направления исследований на основе анализа состояния исследуемой проблемы, в том числе результатов патентных исследований, и сравнительной оценки вариантов возможных решений с учетом результатов исследований, проводившихся по аналогичным проблемам;

– теоретические и экспериментальные исследования: проводят с целью получения достаточных теоретических и достоверных экспериментальных результатов исследований для решения поставленных перед НИР задач;

– обобщение и оценка результатов исследований, выпуск отчетной научно - технической документации: проводят с целью оценки эффективности полученных результатов в сравнении с современным научно-техническим уровнем.

В научно-исследовательской работе студента можно выделить следующие этапы: анализ поставленной задачи, изучение литературы, выбор методики исследования, теоретическое решение поставленной задачи, экспериментальная проверка, анализ полученных результатов, оформление

отчета о НИР.

3.1 Обзор литературы

Любое исследование, любая новая разработка начинаются со сбора первичного материала, его изучения. Изучив имеющийся литературный материал в монографиях, журналах, трудах конференций и патентах, нужно его критически осмыслить и после этого еще раз продумать цели и задачи работы, внося соответствующие изменения и дополнения.

Каждая работа должна иметь теоретическое и практическое значение в решении тех или иных вопросов, проблем или внедрении новых идей. Для специалистов по микро- и наноэлектронике, стремительно развивающейся отрасли знаний, очень важно выработать в себе привычку систематически следить за новыми работами, публикуемыми по изучаемому вопросу. Учитывая значительный объем информации, имеющийся в иностранных монографиях и периодических изданиях, знание иностранного языка, умение бегло читать иностранный текст приобретают особенно большое значение.

Самое главное в процессе изучения литературного материала это не только его познание, глубокий анализ, но и стимуляция мыслей, идей, замыслов. Недостаточно просто прочитать книгу или статью, необходимо интересную и важную работу аннотировать. Аннотация - краткое изложение содержания статьи или книги, иногда с критической оценкой. Аннотация позволяет в любое время восстановить в памяти основные вопросы, рассматриваемые в работе, а также все нужные детали. Аннотировать нужно не только работы, непосредственно касающиеся данного узкого вопроса, но и косвенно касающиеся его. В аннотацию следует записывать фамилию и инициалы автора, название книги или журнала, название статьи, год издания, номер, месяц, страницы. В результате детального изучения научной проблемы или вопроса по литературным источникам составляется реферат. Иногда ограничиваются обзором литературы. Реферат - это обобщение и систематизация литературного материала по данному вопросу. В реферате

приводятся данные из различных работ, проводится глубокий и всесторонний анализ материала, сравниваются применяемые методы исследования, и полученные результаты, высказываются критические замечания и выводы о направлении исследования. Критика – движущая сила науки, а НИР – школа научной критики. Глубокий и всесторонний анализ материала позволяет исключить из рассмотрения тупиковые направления, миновать многие весьма трудоемкие этапы разработки проблемы и узнать о новых научных и технических путях ее решения.

3.2 Выбор методики исследования

Выбор правильной методики теоретических и экспериментальных исследований определяет успех НИР. Предварительную информацию о используемых методах исследования решаемой научно – проблемы получают из книг, статей, отчетов о НИР и докладов на конференциях. При этом следует избегать простого копирования известных методик. Опыт предыдущих исследований необходимо учитывать, но методику нужно каждый раз совершенствовать, вносить что-то свое новое. На первом этапе приходится руководствоваться интуицией, умением охватывать самые существенные факторы и создавать качественную картину изучаемого явления, базируясь на определенных гипотезах и моделях. В начале работы иногда полезно провести исследование менее точными приближенными методами, чтобы получить общее представление об изучаемом явлении. После этого, когда общая закономерность выявлена, можно перейти к более детальному исследованию более точными методами. Никогда не следует забывать о всех факторах, обуславливающих то или иное развитие явления.

При выполнении НИР, следуя научной логике, необходимо проникнуться высокой поэзией и красотой научного исследования, ощутить гармонию и стройность решения поставленной задачи. Объективными оценками выбранной методики являются аргументированная обоснованность

модели, погрешность математического описания явления и область применения полученных результатов.

3.3 Проведение эксперимента

Либо в поиске идеи, либо в осуществлении уже найденной идеи исследователь обращается к эксперименту. В ожидании ответа на поставленные вопросы перебираются тысячи возможных вариантов и возражений, выдвигаются и отвергаются гипотезы. Проведение эксперимента требует большого внимания и тщательности. Прежде чем приступить к выполнению основной части работы, следует провести пробные опыты, приближенное моделирование для проверки методики и схемы эксперимента. В экспериментальной части научных исследований почти всегда встречаются факторы, которые не были учтены в начале работы и которые могут осложнить работу в процессе ее выполнения. Мелочей в научных исследованиях не бывает, малейшая неясность, недосмотр могут стать причиной дальнейших больших просчетов и неудач. При проведении предварительных опытов окончательно отрабатывается методика эксперимента, вносятся изменения в теоретические расчеты. В то же время планируется порядок проведения всей работы. Последовательность операций, способы обработки результатов. Нужно очень серьезно и критически относиться к полученным результатам. Иногда после одного опыта получают хорошие данные. Однако необходимо повторить в подобных условиях опыт и только после этого делать выводы. На всех этапах НИР предполагается использование компьютера: обзор литературы с привлечением Internet, обработка теоретических и экспериментальных результатов, а также оформление графиков и теоретических временных диаграмм по формулам в среде MathCad, оформление таблиц с помощью Excel. Экспериментатор должен быть готов и к разочарованиям, и к неудачам. Ни один поиск истины, ни одно постижение нового не проходят гладко. В преодолении трудностей закаляется характер и приобретается опыт ученого-исследователя.

3.4 Обработка результатов эксперимента

Все записи, включая и черновые, при выполнении НИР рекомендуется делать в журнале большого формата 203x288 мм. Экспериментальные результаты записываются в развернутые таблицы, информационная полнота которых заранее продумывается. В таблицу вносятся все опытные данные и все результаты промежуточных и окончательных расчетов с указанием условий, даты и времени проведения работы. Такая подробная таблица необходима для полного представления об условиях опыта, так как конечная расчетная величина не дает этого представления. Последовательность в занесении показаний приборов очень важна в случае обработки опытных данных через какой-то промежуток времени. После эксперимента необходимо проанализировать полученные результаты и сделать соответствующие выводы из работы. Для удобства анализа таблицу экспериментальных результатов необходимо обработать и составить таблицу изучаемой зависимости, в которой число значащих цифр должно соответствовать точности опыта. Для большей наглядности на основании табличных данных строят график. При построении очень важно выбрать правильное соотношение масштабов по осям X и Y , так как это облегчит вывод закономерности. Если одна из переменных изменяется в исследуемом интервале на несколько порядков, то рекомендуется использовать полулогарифмический масштаб. На график наносятся точки с их областями ошибок и через области ошибок проводится плавная кривая. Если интервал между точками велик, то можно использовать методы интерполяции. Для количественной оценки правильности проведения кривой и выбора из нескольких вариантов лучшего можно применить метод наименьших квадратов. Исследуемая кривая анализируется, выявляется исследуемая закономерность и вскрываются причины зависимости. Результаты эксперимента, проиллюстрированные графически, следует представить в аналитической форме. Связь между исследованными величинами можно выразить полуэмпирической, эмпирической или

теоретической формулой.

4 Тематика НИР

Тематика НИР 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 НИР, 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

5. Отчетность по научно-исследовательской работе

По итогам научно-исследовательской работы студент оформляет отчет о НИР - научно – технический документ, который содержит систематизированные данные о научно – исследовательской работе, описывает состояние научно – технической проблемы, процесс и результаты научного исследования. Ответственность за достоверность данных, содержащихся в отчете, несет исполнитель.

5.1 Структура отчета по НИР

Отчет по учебно-исследовательской работе должен содержать:

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

Шаблон титульного листа, шаблон задания на НИР и шаблон реферата приведены в Приложении 1, Приложении 2 и Приложении 3, соответственно.

Титульный лист является источником информации, необходимой для обработки и поиска документа.

Реферат в должен содержать сведения об объеме отчета, количестве иллюстраций, таблиц, приложений, количестве используемых источников,

перечень ключевых слов и текст реферата. Перечень ключевых слов должен включать от 5 до 15 слов или словосочетаний из текста отчета, которые в наибольшей степени характеризуют его содержание и обеспечивают возможность информационного поиска. Ключевые слова в именительном падеже печатаются строчными буквами через запятые. Текст реферата должен отражать объект исследования, цель работы, метод или методологию проведения работы, результаты работы, основные технико – эксплуатационные характеристики, область применения, значимость работы.

Во введении даются оценка современного состояния решаемой научно – технической проблемы, основание и исходные данные для разработки темы, обоснование необходимости проведения НИР, сведения о планируемом научно – техническом уровне разработки. Во введении должны быть показаны актуальность и новизна темы, связь данной работы с другими НИР.

В аналитическом обзоре приводят данные о патентных и литературных исследованиях и выводах из них.

В расчетной (теоретическую) и (или) экспериментальной части приводят данные, отражающие содержание, методику и основные результаты выполненной НИР.

В заключении излагаются краткие выводы по результатам выполнения НИР, дается оценка полноты и научно – технического уровня решения поставленной задачи в сравнении с лучшими достижениями в данной области и предлагаются рекомендации и исходные данные по конкретному использованию результатов НИР и прогнозные предположения о дальнейших исследованиях.

5.2 Правила оформления отчета

Изложение текста и оформление отчета выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32-2001, ГОСТ 2.105-95 и ГОСТ 6.38-90¹. 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.

5.3 Защита отчета по НИР

Защита отчета по УИР производится перед комиссией, назначаемой заведующим кафедрой. На защиту предъявляется отчет по УИР, подписанный студентом и руководителем НИР, 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 НИР, 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.

Приложение 1

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«Томский государственный университет систем управления
и радиоэлектроники» (ТУСУР)

Кафедра Электронных приборов (ЭП)

"УТВЕРЖДАЮ"

Зав. кафедрой ЭП

_____ Шандаров С.М.

« ____ » _____ 20__ г.

Отчет

о научно-исследовательской работе студента

Тема _____

Студент _____ Группа _____
(подпись) (ФИО)

Руководитель _____
(должность, уч. степень, ФИО)

_____ " ____ " _____ 20__ г.
(подпись) (дата)

Работа защищена " ____ " _____ 200__ г.

с оценкой _____

(подпись)

Приложение 2

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Томский государственный университет систем управления
и радиоэлектроники» (ТУСУР)

Кафедра Электронных приборов (ЭП)

"УТВЕРЖДАЮ"

Зав. кафедрой ЭП

_____ Шандаров С.М.

« ____ » _____ 20 __ г.

ЗАДАНИЕ

на научно-исследовательскую работу (НИР)

студенту _____

1. Тема работы: _____

2. Срок сдачи работы: « ____ » _____ 20 __ г.

3. Вопросы, подлежащие исследованию:

4. Исходные данные:

5. Содержание пояснительной записки:

- реферат;
- 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.

Учебное издание

Буримов Николай Иванович

Лугина Наталья Эдуардовна

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА

Методическое пособие по организации, оформлению и защите научно-исследовательской работы студентов направления подготовки 200100.62 - «Электроника и микроэлектроника»
профили: Квантовая и оптическая электроника;
Электронные приборы и устройства

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.