

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Санкт-Петербургский горный университет

Кафедра электронных систем

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА

*Методические указания к самостоятельной работе
для студентов магистратуры направления 11.04.04*

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2019

УДК 621.38(073)

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА: Методические указания к самостоятельной работе / Санкт-Петербургский горный университет. Сост.: *О.В. Денисова, И.И. Растворова*. СПб, 2019. 18 с.

Методические указания предназначены для студентов магистратуры направления 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника», направленность программы «Промышленная электроника», «Силовая электроника».

Научный редактор проф. *Г.И. Худяков*

Рецензент доц. *С.Д. Дубровенский* (Санкт-Петербургский государственный технологический институт)

Введение

В соответствии с учебным планом научно-исследовательская работа относится к базовой части Блока 2 «Практики, в том числе научно-исследовательская работа (НИР)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «11.04.04 Электроника и нанoeлектроника (уровень магистратуры)» и проводится в 4 семестре.

Цели научно-исследовательской работы:

- закрепление теоретических знаний и практических навыков, полученных студентами при изучении дисциплин учебного плана;
- приобретение навыков работы с лабораторной и измерительной техникой;
- участие в научно-исследовательской работе кафедры электронных систем.

Задачами научно-исследовательской работы являются:

- построение математических моделей типичных объектов и процессов, выбор метода исследования и разработка алгоритма его реализации;
- оптимизация электронных систем с использованием статистических, вариационных и других методов;
- моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ;
- реализация программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов;
- составление обзоров и отчетов по результатам исследований.

Процесс выполнения научно-исследовательской работы направлен на формирование следующих компетенций:

- способность использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, в управлении коллективом;

- способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения;

- способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области;

- готовность формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и нанoeлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач;

- готовность осваивать принципы планирования и методы автоматизации эксперимента на основе информационно-измерительных комплексов как средства повышения точности и снижения затрат на его проведение, овладевать навыками измерений в реальном времени;

- способность к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов;

- способность делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения.

Местом проведения научно-исследовательской работы являются специализированные лаборатории учебно-лабораторного и научно-исследовательского комплекса National Instruments кафедры Электронных систем Горного университета.

Время выполнения заданий научно-исследовательской работы – 4 семестр, объем – 3 зач. ед., 108 ак. часов. Продолжительность: 2 недели.

Руководство научно-исследовательской работой осуществляет преподаватель выпускающей кафедры Электронных систем, назначаемый заведующим кафедрой.

Научно-исследовательская работа проводится в соответствии с индивидуальными заданиями, выдаваемыми каждому студенту, и утверждаемыми заведующим кафедрой.

1. Структура и содержание научно-исследовательской работы

1.1. Объем научно-исследовательской работы

Общий объем научно-исследовательской работы составляет 108 академических часов (3 зачетные единицы), вид промежуточной аттестации – дифференцированный зачет.

Научно-исследовательская работа состоит из нескольких этапов, распределение учебного времени на каждый этап научно-исследовательской работы представлено в табл. 1.

Таблица 1.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		4 семестр
Самостоятельная работа, в том числе:	108	108
Подготовительный этап	8	8
Основной этап	80	80
Заключительный этап	20	20
Вид промежуточной аттестации (дифф. зачет - Д)	Д	Д
<i>Общая трудоемкость дисциплины, ак. час</i>	108	108
	3	3
<i>зач. ед.</i>		

1.2. Содержание научно-исследовательской работы

Научно-исследовательская работа со студентами проводится на кафедре электронных систем и обеспечивается современной материально-технической базой. Учебно-научный лабораторный комплекс радиоэлектронных систем и робототехники позволяет проводить исследования, изучать и разрабатывать интеллектуальные измерительно-управляющие системы на базе контроллеров PXI компании National Instruments и использовать средства разработки виртуальных приборов Lab View.

Научно-исследовательская работа может быть представлена результатами аналитического исследования, экспериментального исследования, модельного исследования, а также в виде разработки

схем, конструкций, этапов технологического процесса или систем контроля качества.

Научно-исследовательская работа студентов начинается с подготовительного этапа, который предполагает выполнение следующих видов работ:

- инструктаж по технике безопасности при работе в лабораториях кафедры электронных систем;
- ознакомление с программой научно-исследовательской работы;
- получение индивидуального задания от руководителя научно-исследовательской работы, оформление бланка задания;
- составление плана научно-исследовательской работы.

Основной этап научно-исследовательской работы является самым трудоемким и состоит из следующих видов работ:

- работа с литературными источниками и поисковыми информационными базами данных;
- выполнение патентного поиска при разработке схем, конструкций (по заданию преподавателя);
- ознакомление с учебно-научным лабораторным комплексом радиоэлектронных систем и робототехники;
- ознакомление с программным обеспечением и методами моделирования устройств промышленной и силовой электроники;
- подготовка к работе, настройка приборов и измерительной аппаратуры;
- проведение эксперимента;
- обработка полученных результатов;
- обсуждение полученных результатов с руководителем научно-исследовательской работы.

На заключительном этапе научно-исследовательской работы студенты проводят систематизацию информации, математическую обработку полученных экспериментальных данных и готовят отчет по научно-исследовательской работе. В отчете определенная часть результатов научно-исследовательской работы должна быть представлена в виде фотографий исследуемых образцов (электронных приборов или печатных плат электронных устройств), таблиц, графических зависимостей, схем, алгоритмов.

2. Формы отчетности по научно-исследовательской работе

Формой отчетности по результатам выполнения научно-исследовательской работы является отчет по научно-исследовательской работе.

Промежуточная аттестация по результатам научно-исследовательской работы проводится в форме дифференцированного зачета.

2.1. Примерная структура и содержание отчета

1. Титульный лист
2. Содержание
3. Введение (с указанием целей исследования)
4. Основная часть:
 - описание, назначение и техническая характеристика объекта исследования;
 - описание методов исследования, схемы экспериментальных установок, выбор контрольно-измерительной аппаратуры;
 - таблицы с результатами измерений, расчетов, графические и фотоматериалы;
 - обсуждение полученных результатов и выводы
5. Заключение
6. Библиографический список
7. Приложения

2.2. Требования по оформлению отчета

Отчет выполняется в текстовом редакторе MSWord. Шрифт Times New Roman (Cyr), кегль 12 пт, межстрочный интервал полуторный, отступ первой строки – 1,25 см; автоматический перенос слов; выравнивание – по ширине.

Используемый формат бумаги - А4, формат набора 165 × 252 мм (параметры полосы: верхнее поле – 20 мм; нижнее – 25 мм; левое – 30 мм; правое – 15 мм).

Стиль библиографического списка: шрифт - Times New Roman, кегль 12 пт, обычный. На все литературные источники, приведенные в библиографическом списке, должны быть ссылки в тексте пояснительной записки.

Иллюстрации: размер иллюстраций должен соответствовать формату набора – не более 165 × 252 мм. Подрисуночные подписи набирают, отступив от тела абзаца 0,5 см, основным шрифтом Times New Roman, кегль 11 пт, обычный.

Объем отчета должен содержать не менее 15-20 страниц печатного текста, включая приложения.

Текст отчёта делят на разделы, подразделы, пункты. Заголовки соответствующих структурных частей оформляют крупным шрифтом на отдельной строке.

Отчет по научно-исследовательской работе составляется и оформляется в отведенный учебным планом временной период и должен быть закончен к моменту ее окончания.

Отчет проверяется руководителем научно-исследовательской работы. По результатам защиты отчета выставляется дифференцированный зачет.

3. Защита отчета и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

3.1. Защита отчета

К защите отчета по научно-исследовательской работе допускаются студенты, выполнившие программу научно-исследовательской работы и представившие в установленные сроки подготовленные отчеты.

Защита отчета может проводиться в двух формах: в виде доклада с презентацией или в форме собеседования по темам и разделам научно-исследовательской работы. Собеседование позволяет выявить уровень знаний обучающегося по проблематике научно-исследовательской работы, степень самостоятельности студента в выполнении задания.

Защита отчета происходит в учебной аудитории кафедры электронных систем.

Обучающийся должен подготовить краткое выступление на 3-5 минут, в котором представлены результаты проделанной работы. Если работа была проделана коллективом авторов, то она представ-

ляется всеми участниками. После выступления обучающийся (коллектив авторов), при необходимости, отвечает (отвечают) на заданные вопросы.

При оценивании проделанной работы принимаются во внимание посещаемость, качество представленного отчета, защиты отчета и ответов на вопросы.

По результатам аттестации выставляется дифференцированный зачет – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное выполнение научно-исследовательской работы.

Контроль качества выполнения научно-исследовательской работы обучающихся осуществляется на защите отчета по научно-исследовательской работе в форме оценки результатов работы комиссией преподавателей выпускающей кафедры. Комиссия проверяет объем и уровень приобретенных студентом знаний, оценивает совокупность приобретенных им практических навыков, умений и собранных материалов.

Оценочные средства по окончании научно-исследовательской работы:

- анализ контрольной даты начала и завершения научно-исследовательской работы;
- оценка качества представленного доклада или контрольного опроса на защите отчета по НИР;
- оценка качества и значимости полученных результатов при проведении исследований;
- отзыв руководителя научно-исследовательской работы – преподавателя кафедры электронных систем.

3.2. Типовые контрольные вопросы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, полученных в процессе научно-исследовательской работы

1. Какие существуют отечественные и зарубежные достижения в области разработки и совершенствования устройств электроники и наноэлектроники?

2. Как и по каким параметрам проводится сравнительный анализ новых приборов, систем и технологий промышленной электроники?

3. На какой основе оцениваются научная значимость и перспективы прикладного использования результатов исследований?

4. Какие существуют новые методологические подходы к решению задач в области технологии электроники, микро- и наноэлектроники?

5. Каковы устройство, принцип действия и основные характеристики квантовых оптических генераторов (лазеров) и усилителей, работающих в оптическом диапазоне длин волн?

6. Какое применение находят твердотельные и полупроводниковые структуры в квантовой и оптоэлектронной технике?

7. Какие используются современные и инструментальные средства для решения практических и общенаучных задач в своей профессиональной деятельности и для организации выполнения распределенных задач коллектива?

8. Какие существуют методы моделирования приборов промышленной электроники?

9. Какие программы можно использовать для моделирования электронных систем и устройств?

10. Каковы современные тенденции развития информационных технологий в области электроники и наноэлектроники?

11. Что такое функция технической системы, какова классификация функций?

12. Какие существуют инновационные подходы к научно-исследовательской деятельности с учетом использования передовых технологий и разработок?

13. Какие аспекты необходимо учитывать при подготовке научно-технических отчетов, публикаций по результатам выполненных исследований, фиксации и защиты объектов интеллектуальной собственности?

14. Что такое функциональная модель технической системы?

15. С какой целью проводится построение функциональной модели технической системы?

16. Какие подходы используются при построении функциональной модели технической системы?

17. Как организована конструкция технических систем?

18. Что понимается под структурным элементом конструкции технической системы?

19. Каким образом строится и как представляется структурная модель технической системы?

20. Как оценивается стоимость структурных элементов?

21. Что является исходной информацией при функциональном анализе ранее созданных изделий?

22. Каковы основные задачи проведения функционально-стоимостного анализа при выполнении научно-исследовательских работ?

23. Как и по каким критериям выполняется оценка результатов научно-исследовательской работы?

24. Какие существуют средства защиты интеллектуальной собственности?

25. Что такое аналог изобретения?

26. Каковы основные признаки изобретения?

27. Каким образом проводится патентный поиск?

28. Что такое условия патентоспособности и как они выполняются при подаче заявки на изобретение?

3.3 Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации в форме защиты отчета (дифференцированный зачет)

В табл.2 представлена шкала и приводятся основные критерии оценивания, используемые при проведении промежуточной аттестации (защиты отчета) по научно-исследовательской работе и для проставления дифференцированного зачета.

Таблица 2

Оценка			
«2» (неудовлетвори- тельно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетвори- тельно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
<p>Научно-исследовательская работа не выполнена или студент не предоставил отчет по практике. Студент не владеет необходимыми теоретическими знаниями по направлению планируемой научной работы. Необходимые практические компетенции не сформированы, навыки не приобретены.</p>	<p>Научно-исследовательская работа выполнена. При защите отчета по научно-исследовательской работе студент демонстрирует слабую теоретическую подготовку. Отчет выполнен, однако, представленные в нем материалы отражены в минимальном объеме необходимой информации.</p>	<p>Научно-исследовательская работа выполнена. При защите отчета студент демонстрирует хорошую теоретическую подготовку. Результаты научно-исследовательской работы представлены в объеме, достаточном для составления отчета, дана хорошая оценка полученных результатов.</p>	<p>Научно-исследовательская работа выполнена. При защите отчета студент демонстрирует высокую теоретическую подготовку. Представленные материалы содержат всю информацию, необходимую для составления отчета. Защищаемый отчет выполнен на высоком уровне.</p>
<p>Регулярность посещения занятий по научно-исследовательской работе - менее 50 % от объема часов, предусмотренных учебным планом на научно-исследовательскую работу.</p>	<p>Регулярность посещения занятий по научно-исследовательской работе – не менее 60 % от объема часов, предусмотренных учебным планом на научно-исследовательскую работу.</p>	<p>Регулярность посещения занятий по научно-исследовательской работе – не менее 70 % от объема часов, предусмотренных учебным планом на научно-исследовательскую работу.</p>	<p>Регулярность посещения занятий по научно-исследовательской работе – не менее 80 % от объема часов, предусмотренных учебным планом на научно-исследовательскую работу</p>

4. Описание материально-технической базы, необходимой для выполнения научно-исследовательской работы

Научно-исследовательская работа со студентами проводится в аудиториях кафедры электронных систем и обеспечивается современной материально-технической базой.

Для выполнения научно-исследовательской работы используется учебно-научный лабораторный комплекс радиоэлектронных систем и робототехники компании National Instruments, который позволяет проводить исследования, изучать и разрабатывать интеллектуальные измерительно-управляющие системы.

Аудитории оборудованы мультимедийными проекторами, экранами, моноблоками Lenovo 3571JAG, обеспечивается доступ к сети «Интернет».

В состав комплекса входит Многофункциональная тестовая лаборатория «Микроэлектроника, аналоговые и цифровые измерительные системы». Аппаратное и программное обеспечение тестовой лаборатории позволяет проводить тестирование учебных плат, модульных инструментов, определять основные характеристики цифро-аналоговых и аналогово-цифровых преобразователей, определять основные характеристики и проводить моделирование полосовых пропускающих фильтров, выполнять тестирование и определять характеристики элементов памяти и запоминающих устройств. Эта лаборатория также позволяет проводить моделирование и создавать виртуальные приборы, устанавливая соединения между элементами и блоками, моделировать сложные электронные системы и комплексы силовой и промышленной электроники.

Лаборатория предоставляет возможность выполнения тестирования электронных приборов, а именно, выполнение следующих видов тестов:

- тест на обрывы и короткие замыкания;
- тест на определение токов утечки на входах;
- тест короткого замыкания на выходах;
- определение динамического тока потребления;
- определение порогов логических уровней на входах;
- измерение логических уровней напряжений на выходах;

- функциональные тесты элементов памяти и запоминающих устройств;

- тесты шины;

- тесты для выявления ошибочных битов информации.

Автоматизированная система тестирования предназначена для обучения основам построения автоматизированных комплексов и систем для выполнения тестовых программ и контроля качества. Программы для тестирования позволяют измерять параметры современных высокоскоростных цифровых интегральных схем. Все представленные тесты широко применяются в микроэлектронной промышленности.

Лаборатория технического зрения имеет в своем составе оборудование и программное обеспечение, предназначенные для решения прикладных задач: для контроля и позиционирования перемещения изделий и заготовок, контроль качества на различных этапах технологического процесса производства изделий электронной техники, а также поиск и классификация дефектов печатных плат и других изделий.

Лаборатория робототехники позволяет выполнять проектирование и отладку алгоритмов управления робототехническими системами, может быть использована для решения исследовательских задач. В состав оборудования лаборатории робототехники входят робототехнические платформы, плата контроллера, IP-камера, Wi-Fi маршрутизатор D-Link, а также программное обеспечение.

Лаборатория систем связи базируется на программном обеспечении, позволяющем создавать виртуальные приборы 5 различных типов:

- виртуальные приборы, позволяющие выполнять анализ выборочных данных после АЦП;

- виртуальные приборы, которые вносят или моделируют канальные искажения (шумы, замирания и др.);

- виртуальные приборы, которые используют аппаратные вызовы к устройствам с ЦАП (генераторы сигналов произвольной формы);

- виртуальные приборы, которые генерируют выборочные сигналы перед ЦАП

- виртуальные приборы, которые используют аппаратные вызовы к устройствам с АЦП (устройства оцифровки, устройства понижения частоты).

Лаборатория систем связи позволяет выполнять спектральный анализ сигналов заданной частоты и выходной мощности, изучать основные сигналы и шумы в системах связи, выполнять квадратурную модуляцию сигналов, генерирование и фильтрацию данных, изучать и моделировать системы цифровой передачи немодулированных сигналов, формировать и исследовать виртуальные устройства фазовой автоподстройки частоты, цифровой передачи полосовых сигналов.

5. Перечень учебной литературы и ресурсов сети «Интернет»

5.1. Основная литература

1. Денисова, О. В. Методологические основы научных исследований [Текст]: учеб. пособие / О. В. Денисова. - СПб. : Горн. ун-т, 2012. - 92 с. - Библиогр.: с. 89 (9 назв.). - ISBN 978-5-94211-580-7. Режим доступа:

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%90%2088347%2F%D0%94%2033%2D946628<.>

2. Сабитов, Р. А. Основы научных исследований [Электронный ресурс] : учеб. пособие Р. А. Сабитов . - Челябинск : Челябин. гос. ун-т, 2002. - 138 с. Режим доступа:

http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=%D0%AD%2F%D0%A1%20121%2D540014<.>

5.2. Дополнительная литература

3. Сильвашко, С.А. Программные средства компьютерного моделирования элементов и устройств электроники: учебное пособие / С.А. Сильвашко, С.С. Фролов; Министерство образования и

науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет», Кафедра промышленной электроники и информационно-измерительной техники. - Оренбург : ОГУ, 2014. - 170 с. : ил., схем. - Библиогр.: с. 162-163. ; То же [Электронный ресурс].

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270293>.

4. Применение функционально-стоимостного анализа в решении управленческих задач: Учебное пособие / Под ред. В.В. Рыжовой. - М.: ИНФРА-М, 2010. - 244 с.: 60x88 1/16. - (Высшее образование). (обложка) ISBN 978-5-16-004487-3. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=202384>

5.3. Ресурсы сети «Интернет»

5. Библиотека ГОСТов www.gostrf.com.

6. Сайт Российской государственной библиотеки.
<http://www.rsl.ru/>

7. Сайт Государственной публичной научно-технической библиотеки России. <http://www.gpntb.ru/>

8. Каталог образовательных интернет ресурсов
<http://www.edu.ru/modules.php>

6. Перечень информационных технологий, используемых при выполнении научно-исследовательской работы

Информационные технологии применяются на следующих этапах научно-исследовательской работы:

- оформление отчетов по НИР(докладов и др.);
- подготовка графического материала, слайдов для презентаций результатов НИР;
- использование информационно-справочного обеспечения: онлайн-словарей, справочников (Википедия, Грамота.ру и др.);
- использование специализированных справочных систем

(справочников, профессиональных сетей и др.);

- работа обучающихся в электронной информационно-образовательной среде Горного университета (ЭИОС).

Подготовка материалов, докладов, отчетов выполняется с использованием текстового редактора Microsoft Office Word, Microsoft PowerPoint – для подготовки презентаций, Lab VIEW, Micro-Cap 9, OrCAD, Micro-Cap 10 инновационные методы, методы компьютеризации и автоматизации производственных процессов на предприятии и в электронной промышленности в целом.

Заключение

Научно-исследовательская работа является важнейшей частью подготовки магистров по направлению «11.04.04 Электроника и наноэлектроника» (уровень магистратуры) направленность программы «Промышленная электроника», «Силовая электроника», позволяет сформировать требуемый для магистра уровень компетенций, получить знания, умения и практические навыки выполнения научных исследований.

Содержание

Введение	3
1. Структура и содержание научно-исследовательской работы.....	5
1.1. Объем научно-исследовательской работы.....	5
1.2. Содержание научно-исследовательской работы.....	5
2. Формы отчетности по научно-исследовательской работе	7
2.1. Примерная структура и содержание отчета	7
2.2. Требования по оформлению отчета	7
3. Защита отчета и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации	8
3.1. Защита отчета.....	8
3.2. Типовые контрольные вопросы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, полученных в процессе научно-исследовательской работы	9
3.3. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации в форме защиты отчета (дифференцированный зачет).....	11
4. Описание материально-технической базы, необходимой для выполнения научно-исследовательской работы	13
5. Перечень учебной литературы и ресурсов сети «Интернет».....	15
5.1. Основная литература	15
5.2. Дополнительная литература	15
5.3. Ресурсы сети «Интернет».....	16
6. Перечень информационных технологий, используемых при выполнении научно-исследовательской работы	16
Заключение.....	17

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА

*Методические указания к самостоятельной работе
для студентов магистратуры направления 11.04.04*

Сост.: *О.В. Денисова, И.И. Растворова*

Печатается с оригинал-макета, подготовленного кафедрой
электронных систем

Ответственный за выпуск *О.В. Денисова*

Лицензия ИД № 06517 от 09.01.2002

Подписано к печати 11.04.2019. Формат 60×84/16.

Усл. печ. л. 1,0. Усл.кр.-отт. 1,0. Уч.-изд.л. 0,9. Тираж 75 экз. Заказ 335. С 123.

Санкт-Петербургский горный университет
РИЦ Санкт-Петербургского горного университета
Адрес университета и РИЦ: 199106 Санкт-Петербург, 21-я линия, 2