

Апр 2015 набор

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор, проректор по научной
и инновационной работе

В.Г. Прокошев

« 01 » 09 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
РЕЛАКСАЦИОННАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ ГЛУБОКИХ УРОВНЕЙ

Направление подготовки 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи

Профиль/программа подготовки 05.27.01 Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нано-электроника, приборы на квантовых эффектах

Уровень высшего образования – подготовка кадров высшей квалификации

Форма обучения – заочная

Год обучения	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРА, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
2	4 / 144	36	-	-	108	Зачет
Итого	4 / 144	36	-	-	108	Зачет

Владимир 2015

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование необходимых компетенций в процессе подготовки к сдаче экзамена кандидатского минимума по профилю подготовки (специальной дисциплине).

Курс способствует системному формированию представлений о профильной научной специальности, областях исследования, проблемах и задачах, связанных с разработкой научных основ, физических и технических принципов создания и совершенствования методов и средств отбраковки потенциально ненадежных микроэлектронных приборов, компонентов, изделий.

Основным содержанием предметной области являются научные и технические исследования и разработки в области физики взаимодействия излучений с веществом, схемотехники, конструкции, технологии, моделирования, измерения характеристик, испытания, применения указанных приборов, компонентов, изделий в условиях комплекса внешних воздействий.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока 1 цикла обучения. «Входные» компетенции формируются при изучении предшествующих курсов блока 1, в процессе прохождения практик блока 2 и выполнения научных исследований блока 3. Проверка «входных» компетенций осуществляется также в процессе вступительных испытаний поступающих в аспирантуру.

Формируемые в процессе изучения курса компетенции используются в рамках блока 4 при подготовке к сдаче государственного экзамена и представлении научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации).

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими универсальными (УК), общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями в части базовых знаний, необходимых в дальнейшем для решения практических задач в интересах конкретных работодателей:

УК-1 - способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

ОПК-1 - владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности;

ОПК-3 - способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности;

ПК-3 - способностью выполнять моделирование процессов и объектов и проводить обработку результатов экспериментов с использованием имеющихся средств исследований ;

ПК-4 - способность анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

- 1) **Знать:** основные проблемы в предметной области обеспечения качества электронных средств различного назначения, перспективы, пути и средства их решения (ОПК-1).

- 2) **Уметь:** осуществлять проектирование и организовать изготовление программно-аппаратных комплексов контроля и испытаний современной электронной компонентной базы (ОПК-3, ПК-3), разрабатывать программы и методики экспериментальных исследований с использованием имеющихся средств исследований (ПК-3).
- 3) **Владеть:** способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач (УК-1), навыками моделирования процессов и объектов в предметной области, планирования и реализации теоретических и экспериментальных научных исследований в составе коллектива исследователей, включая организацию «мозговых штурмов» при генерации новых идей (ОПК-1, ПК-4).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Год обучения	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРА	КП / КР		
Год обучения 2											
1	Термодинамический подход к оценке качества электронных средств	2		4				12			
2	Базовые модели РСГУ	2		4				12			
3	Информационные технологии РСГУ	2		4				12		Аналитический обзор	
4	Определение средней концентрации и профиля распределения ГУ	2		4				12			
5	Частотное и температурное сканирование в РСГУ	2		4				12			

6	Адаптивно-итеративные измерения в РСГУ	2	4				12			Отчет о проведенных измерениях
7	Алгоритмические измерения в РСГУ	2	4				12			
8	Фундаментальные и прикладные проблемы РСГУ	2	4				12			
9	Программно-аппаратные комплексы отбраковки и отбора электронной компонентной базы	2	4				12			Доклад на семинаре кафедры
Всего 144 час., в т.ч.			36				108			Зачет

Термодинамический подход к оценке качества электронных средств

Глубокие уровни (ГУ) в запрещенной зоне полупроводника: природа и внешние проявления. ГУ и быстродействие полупроводниковых устройств. ГУ и вольт-амперные характеристики барьерных структур. ГУ и надежность изделий полупроводниковой электроники.

Базовые модели РСГУ

Основные математические модели физических процессов РСГУ и подходы к интерпретации результатов измерений. Модели аппаратных преобразований слабых релаксационных сигналов.

Информационные технологии РСГУ

Сравнительная характеристика информационных технологий РСГУ. Процедура А стандарта ASTM F 978-02. Оценка точности определения параметров ГУ по стандарту ASTM F 978-02. Программная и аппаратная селекция квазиэкспоненциального сигнала. Неэкспоненциальность релаксационного сигнала и нелинейность измерительного тракта.

Определение средней концентрации и профиля распределения ГУ

Методы определения средней концентрации ГУ. Аппаратные и программные средства определения профиля распределения ГУ.

Частотное и температурное сканирование в РСГУ

Частотно-температурное и температурно-частотное сканирование. Комплексное моделирование аппаратных преобразований релаксационного сигнала и физических процессов заполнения и опустошения ГУ.

Адаптивно-итеративные измерения в РСГУ

Влияние погрешностей измерения температуры образца на точность определения параметров ГУ. Алгоритм адаптации измерителя по температуре. Влияние нелинейности аппаратных средств измерительного тракта.

Алгоритмические измерения в РСГУ

Адаптивно-итеративные и интеллектуальные измерения как этапы эволюции алгоритмических измерений. Температурная процессорная коррекция. Редукция нелинейности.

Фундаментальные и прикладные проблемы РСГУ

Интерпретация предэкспоненциального множителя в базовой модели процесса релаксации ГУ. Моделирование полевого эффекта и эффекта Пула-Френкеля. Использование температурных зависимостей энергии активации и сечения захвата ГУ для идентификации ГУ.

Программно-аппаратные комплексы отбраковки и отбора электронной компонентной базы.

Компьютерная интерпретация феноменологических моделей РСГУ. Сетевое взаимодействие исследовательских лабораторий в области РСГУ. Межлабораторная поверка программно-аппаратных средств РСГУ.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

5.1. Активные и интерактивные формы обучения

С целью формирования и развития общепрофессиональных и профессиональных компетенций аспирантов в учебном процессе в рамках возможностей дистанционных технологий используются активные и интерактивные формы проведения занятий (проблемное изложение учебного материала, разбор конкретных ситуаций из деятельности профильных предприятий и организаций).

Аспиранты привлекаются к выполнению госбюджетных и хоздоговорных научно-исследовательских работ (НИР), посещают профильные выставки в Москве и Владимире, участвуют в научно-технических конференциях и семинарах различного уровня.

5.2. Мультимедийные технологии обучения

- Лекционные занятия проводятся, как правило, в дистанционном режиме с использованием мультимедийных презентаций

- Аспирантам доступны конспект лекций и методические указания к СРС в электронном виде, учебные видеофильмы и рекламно-информационные материалы профильных предприятий и организаций.

В рамках дисциплины возможны вебинары и видеоконференции с участием известных ученых, преподавателей российских и зарубежных университетов, ведущих специалистов и руководителей промышленных предприятий и организаций различных форм собственности, в том числе выпускников ВлГУ.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТОВ

Текущий контроль знаний осуществляется на консультациях по курсу. Темы рефератов, как правило, согласуются с работодателями аспирантов и посвящены вопросам входного контроля материалов и электронных комплектующих компонентов.

Фонд оценочных средств и методические рекомендации по организации самостоятельной работы оформлены в виде отдельных разделов УМК.

Вопросы к зачету.

1. В каких случаях используют термин глубокие уровни (ГУ), а в каких – глубокие центры (ГЦ)?
2. Как (по каким признакам) следует классифицировать ГУ и ГЦ?

3. Какие механизмы влияния ГУ на быстродействие полупроводниковых приборов Вам известны?
4. Охарактеризуйте взаимосвязь ГУ и вольт-амперных характеристик полупроводниковых барьерных структур.
5. Чем отличаются механизмы релаксации ГУ в объеме и на границах раздела полупроводника (в биполярных и униполярных транзисторах)?
6. Каковы механизмы взаимосвязи деградации параметров ЭКБ и ГУ?
7. Как оценить точность определения энергии активации и предэкспоненциального множителя в базовой модели РСГУ?
8. Сравните основные виды РСГУ.
9. Чем отличаются программная и аппаратная селекция квазиэкспоненциального сигнала?
10. Что можно контролировать дополнительно при построении адаптивного измерителя параметров ГУ?
11. Каковы возможности и ограничения технологии температурно-частотного сканирования в РСГУ?
12. Каковы возможности и ограничения технологии частотно-температурного сканирования в РСГУ?
13. В чем заключается корреляционная обработка слабого релаксационного сигнала?
14. Как определить профиль распределения ГУ по объему барьерной структуры?

Самостоятельная работа аспиранта.

Цель самостоятельной работы - формирование личности аспиранта, развитие его способности к самообучению и повышению своего профессионального уровня. Самостоятельная работа аспирантов включает закрепление теоретического материала в процессе выполнения научных исследований по теме диссертации. Основа самостоятельной работы - изучение рекомендуемой литературы, работа с конспектом лекций и в Интернете, выполнение домашних заданий. Повышению эффективности самостоятельной работы способствуют систематические консультации. Текущий контроль освоения материала и самостоятельной работы проводится на консультациях.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

а) основная литература:

1. Ослабление гамма-излучения в веществе. Методические указания для проведения лабораторных работ [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие. — Электрон. дан. — Томск : ТГУ (Национальный исследовательский Томский государственный университет), 2015. — 20 с.

Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=71568

2. Барбашов, В.М. Радиационные эффекты в наногетероструктурных СВЧ-приборах и интегральных схемах: учебное пособие [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.М. Барбашов, Д.В. Громов. — Электрон. дан. — М. : НИЯУ МИФИ (Национальный исследо-

вательский ядерный университет «Московский инженерно-физический институт»), 2013. — 124 с.

Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=75732

3. Воронов, Ю.А. Моделирование технологии и параметров кремниевых наноразмерных транзисторных структур: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.А. Воронов, С.Ю. Касков, О.Р. Мочалкина. — Электрон. дан. — М. : НИЯУ МИФИ (Национальный исследовательский ядерный университет «Московский инженерно-физический институт»), 2012. — 80 с.

Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=75726

4. Герман-Галкин, С.Г. Виртуальные лаборатории полупроводниковых систем в среде Matlab-Simulink [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 443 с.

Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=36998

5. Радиационная стойкость изделий ЭКБ: научное издание / Под ред. Д-ра техн. наук, проф. А.И. Чумакова. М.: НИЯУ МИФИ, 2015. — 512с. ISBN 978-5-7262-2115-1

б) дополнительная литература

1. Алексеев, С.А. Экспериментальные методы исследования [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.А. Алексеев, А.Л. Дмитриев, Ю.Т. Нагибин [и др.]. — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО (Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики), 2012. — 81 с.

Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=43813

2. Беляков, В.В. Физика микроэлектронных структур: лабораторный практикум [Электронный ресурс] : / В.В. Беляков, В.С. Першенков, В.Н. Улимов [и др.]. — Электрон. дан. — М. : НИЯУ МИФИ (Национальный исследовательский ядерный университет «Московский инженерно-физический институт»), 2010. — 64 с.

Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=75723

3. Бондаренко, И.Б. Управление качеством электронных средств [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / И.Б. Бондаренко, Ю.А. Гатчин, К.В. Дукельский. — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО (Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики), 2008. — 95 с.

Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=40874

4. Таперо, К. И. Радиационные эффекты в кремниевых интегральных схемах космического применения [Электронный ресурс] / К. И. Таперо, В. Н. Улимов, А. М. Членов. — 2-е изд. (эл.). — Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 307 с.). — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. — ISBN 978-5-9963-2527-6.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996325276.html>

в) периодические издания:

1. Производственно-практический журнал «Современная электроника», Изд-во «СТА-Пресс», г. Москва. Бесплатная подписка для специалистов на www.soel.ru

2. Научно-технический журнал «Физика и техника полупроводников». Учредители: РАН, ФТИ РАН им. А.Ф.Иоффе, г. Санкт-Петербург, Открытый доступ к архиву статей на <http://journals.ioffe.ru/journals/2>

3. Всероссийский научно-технический журнал «Проектирование и технология электронных средств»

Учредители: Минобрнауки, ВлГУ. Подробности, включая содержания выпусков, на <http://fremt.vlsu.ru/index.php?id=227>

4. Научно-технический журнал «Измерительная техника» Учредители: ФА ТРИМ, ВНИИИМС. Архив содержаний номеров на <http://www.vniims.ru/izm-technika/arh.html>

5. Научно-технический журнал «Приборы и техника эксперимента» Издательство «Наука». Подробности на <http://www.maik.ru/ru/journal/pribery/>

6. Научно-практический журнал «Производство электроники. Технологии, оборудование, материалы», ИД Электроника, г. Москва, 6 выпусков в год.

Содержания выпусков доступны по адресу: www.elcp.ru

7. Научно-практический журнал «Технологии в электронной промышленности. Тематическое приложение к журналу «Компоненты и технологии», ООО Издательство Файнстрит», г. Санкт-Петербург, 4 выпуска в год

Содержания выпусков доступны по адресу: www.finestreet.ru

8. Научно-технический сборник «Вопросы атомной науки и техники. Серия: Физика радиационного воздействия на радиоэлектронную аппаратуру», НИИПриборов, г. Лыткарино, Московской обл., 4 выпуска в год.

Аннотации статей доступны по адресу: <http://vant.niipriborov.ru/vant.html>

г) интернет-ресурсы:

1. Новостной и аналитический портал «Время электроники» (с подпиской на новости) <http://www.russianelectronics.ru/leader-r/>

2. Федеральный портал: Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Образование в области техники и технологий. http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.75

3. ЭЛИНФОРМ. Информационный портал по технологиям производства электроники (с подпиской на новости) <http://www.elinform.ru/>

4. Электронная библиотечная система (ЭБС) ВлГУ <http://library.vlsu.ru/>

5. ЭБС издательства «Лань» <https://e.lanbook.com/> (после регистрации в локальной вычислительной сети ВлГУ)

6. ЭБС издательства Znanium <http://znanium.com/> (после регистрации в локальной вычислительной сети ВлГУ)

7. ЭБС издательства IPRbooks <http://www.iprbookshop.ru/> (после регистрации в локальной вычислительной сети ВлГУ)

8. ИНТЕРНЕТ-ресурсы университетской сети ВлГУ (eLIBRARY.ru, РЖ ВИНТИ, ИОР, Oxford Journals, AAAS, Springer, SCOPUS)

http://library.vlsu.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=68&Itemid=73

(доступ с компьютеров локальной вычислительной сети и в электронных читальных залах библиотеки ВлГУ)

9. Центр коллективного пользования «Материаловедение и диагностика в передовых технологиях» ФТИ РАН <http://ckp.rinno.ru/index.php?q=div>

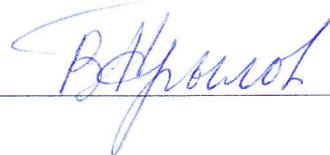
МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

- кафедральные мультимедийные средства (ауд. 331-3, 333-3, 324-3, 323-3);
- электронные записи лекций (мультимедиа-презентации);
- оборудование компьютерного класса 330-3;
- специализированные лаборатории НИР, оснащенные измерительно-вычислительным комплексом автоматизации научных исследований в области квалигенетического подхода к индивидуальной оценке качества полупроводниковой ЭКБ в составе: спектрометр глубоких уровней DLS-82E, камера тепла и холода Thermotron, измерительные приборы с внешним компьютерным управлением (ауд. 122-3, 323-3));
- программно-аппаратные средства технологического оснащения специальных видов испытаний и контроля, разработанные на кафедре БЭСТ;
- демонстрационные дозиметры ионизирующих излучений;
- ИНТРАНЕТ-сервер локальной сети кафедры с Wi-Fi – роутером беспроводного доступа на территории помещений кафедры.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 11.06.01 «Электроника, радиотехника и системы связи» и паспорта научной специальности 05.27.01 «Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нано-электроника, приборы на квантовых эффектах»

Рабочую программу составил проф. каф. БЭСТ Крылов В.П.
(ФИО, подпись)



Согласовано:

Внешний рецензент – Шалумов А.С., д.т.н., проф., ген. директор ООО НИИ «АСОНИКА»,
гл. науч. сотр. ВФ РАНХиГС

 (А.С. Шалумов)
(ФИО, должность, подпись, расшифровка подписи)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры БЭСТ

Протокол № 1 от 31.08.2015 года

Заведующий кафедрой БЭСТ Сушкова Л.Т.


(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
направления 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи

Протокол № 1 от 31.08.2015 года

Председатель комиссии


(ФИО, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____