

7

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)



по образовательной деятельности

А.А. Панфилов

« 30 » 08 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«КВАЛИГЕНЕТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОННЫХ
СРЕДСТВ»**

Направление подготовки: 11.04.03 Конструирование и технология электронных средств
Профиль/программа подготовки: Высокие технологии в проектировании и производстве электронных средств
Уровень высшего образования: магистратура
Форма обучения: очная

| Семестр | Трудоемкость зач. ед./час. | Лекции, час. | Практич. занятия, час. | Лаборат. работы, час. | СРС, час. | Форма промежуточного аттестации (экз./зачет) |
|---------|-------------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------------------|--------------|---|
| I | 3/108 | 18 | 18 | | 72 | Зачет |
| II | 5/108 | 18 | 18 | | 99 | Курсовая работа, Экзамен 45 час. 3 |
| Итого | 8/288 | 36 | 36 | | 171 | Зачет, Экзамен, курсовая работа |

Владимир 2019

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины «КВАЛИГЕНЕТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ»: формирование наглядных представлений о высоких технологиях в проектировании и производстве ЭС в соответствии с целями основной образовательной программы по направлению 11.04.03 «Конструирование и технология электронных средств» и профилю магистерской подготовки «Высокие технологии в проектировании и производстве электронных средств».

Задачи:

- изучение особенностей физического (причинного, квалигенетического) подхода к обеспечению качества электронных средств (ЭС) на базе релаксационной спектроскопии глубоких центров и смежных методов;
- формирование представлений о причинах возникновения и методах контроля технологических дефектов полупроводниковых приборов и интегральных микросхем, а также о взаимодействии внешних воздействий различной природы с технологическими дефектами полупроводниковых компонентов электронных средств;
- выработка начальных навыков самостоятельного получения новых знаний во взаимосвязи с будущей трудовой деятельностью и при взаимодействии с коллегами;
- содействовать формированию мировоззрения и системного мышления;
- первоначальное ознакомление студентов с профессиональной деятельностью в сфере высоких технологий разработки, производства и эксплуатации электронных средств.

Целесообразность включения данной дисциплины в учебный план подготовки магистров обусловлена проводимыми кафедрой прикладными научными исследованиями, обеспеченными современным оборудованием для реализации экспериментов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина относится к дисциплинам вариативной части. Курс «Квалигенетические методы оценки качества электронных средств» дает достаточно полное представление о высоких технологиях в теоретическом и практическом плане на конкретных примерах из научно-исследовательских работ кафедры БЭСТ.

Пререквизиты дисциплины – курсы бакалаврской подготовки по направлению 11.03.03 «Физика», «Физические основы микро- и наноэлектроники», «Измерение физических параметров электронных средств и стандартизация», «Моделирование цепей и сигналов в электронике», «Введение в физику полупроводников», «Обеспечение надежности электронных средств», «Компоненты электронных средств», «Физико-химические процессы в технологии электронных средств», «Материалы электронных средств», «Технология производства электронных средств».

Проверка «входных» компетенций осуществляется в процессе вступительных испытаний поступающих в магистратуру в соответствии с программой вступительных испытаний.

Формируемые в процессе изучения курса компетенции используются при изучении дисциплин «Специализация по индивидуальному плану», «Разработка и идентификация математических моделей», «Алгоритмические измерения», при выполнении выпускной квалификационной работы магистра и в практической деятельности.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП:

| Код формируемых компетенций | Уровень освоения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции) |
|-----------------------------|------------------------------|---|
| 1 | 2 | 3 |
| ОК-3 | Частичное | <i>Знать:</i> основные правила и нормы общения с коллегами, включая информационный обмен с помощью ИНТЕРНЕТ; <i>Уметь:</i> осуществлять информационный поиск по обозначенной теме, в том числе на иностранном языке; <i>Владеть:</i> навыками планирования и реализации теоретических и экспериментальных научных исследований в составе коллектива исследователей. |
| ОПК-1 | Частичное | <i>Знать:</i> основные проблемы в предметной области обеспечения качества электронных средств различного назначения, перспективы, пути и средства их решения; <i>Уметь:</i> организовать самостоятельную работу с материалами по проблеме; <i>Владеть:</i> начальными навыками выбора методов и средств решения проблем. |
| ОПК-3 | Частичное | <i>Знать:</i> способы обработки информации с использованием компьютерных и телекоммуникационных средств; <i>Уметь:</i> пользоваться современной научно-технической информацией по рассматриваемым в рамках направления проблемам и задачам; <i>Владеть:</i> навыками порождения новых идей, включая организацию «мозговых штурмов» при генерации новых идей. |
| ОПК-5 | Частичное | <i>Знать:</i> правила подготовки учебных отчетных материалов к публикации; <i>Уметь:</i> оформлять результаты в виде докладов на семинарах; <i>Владеть:</i> навыками формирования презентаций и подготовки рефератов, тезисов докладов и статей по результатам выполненной работы. |
| ПК-2 | Частичное | <i>Знать:</i> основные методы оптимизации объектов и процессов; <i>Уметь:</i> выполнить процедуру параметрической идентификации математических моделей; <i>Владеть:</i> навыками использования стандартных пакетов прикладных программ. |
| ПК-4 | Частичное | <i>Знать:</i> возможности математической теории планирования экспериментов; <i>Уметь:</i> составить и реализовать план эксперимента; <i>Владеть:</i> навыками применения типовых программных пакетов обработки результатов экспериментов. |
| ПК-5 | Частичное | <i>Знать:</i> критерии оценки значимости и научной новизны разработки; <i>Уметь:</i> дать обоснованную оценку научной новизны и практической значимости исследования и разработки; <i>Владеть:</i> навыками самостоятельного получения необходимой информации в предметной области. |

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 часов.

| № п/п | Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) | | | | Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %) | Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам) |
|--------------------|---|---------|-----------------|--|----------------------|---------------------|-----|---|---|
| | | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | СРС | | |
| 1 | Проблемы обеспечения качества ЭС | 1 | 1-2 | 2 | 2 | | 8 | 1,6/40% | |
| 2 | Классификация методов контроля ЭКБ | 1 | 3-4 | 2 | 2 | | 8 | 1,6/40% | |
| 3 | Поколения средств контроля ЭКБ | 1 | 5-6 | 2 | 2 | | 8 | 1,6/40% | Рейтинг-контроль № 1 |
| 4 | Взаимодействие поставщиков и потребителей ЭКБ | 1 | 7-8 | 2 | 2 | | 8 | 1,6/40% | |
| 5 | Физико-технологический подход к оценке надежности ЭКБ | 1 | 9-10 | 2 | 2 | | 8 | 1,6/40% | |
| 6 | Физические основы РСГУ | 1 | 11-12 | 2 | 2 | | 8 | 1,6/40% | Рейтинг-контроль № 2 |
| 7 | Обзор публикаций по РСГУ | 1 | 13-14 | 2 | 2 | | 8 | 1,6/40% | |
| 8 | Противостояние базовых моделей РСГУ | 1 | 15-16 | 2 | 2 | | 8 | 1,6/40% | |
| 9 | Обзор программно-аппаратных средств РСГУ | 1 | 17-18 | 2 | 2 | | 8 | 1,6/40% | Рейтинг-контроль № 3 |
| Всего за 1 семестр | | | | 18 | 18 | | 72 | 14,4/40% | Зачет |
| 10 | Измерительно-вычислительный комплекс (ИВК-РСГУ) каф. БЭСТ | 2 | 1-2 | | | | 11 | 1,6/40% | |
| 11 | Информационные технологии РСГУ | 2 | 3-4 | | | | 11 | 1,6/40% | |
| 12 | Структурная схема измерительного тракта спектрометра ГУ | 2 | 5-6 | | | | 11 | 1,6/40% | Рейтинг-контроль № 1 |
| 13 | Определение параметров релаксационного сигнала | 2 | 7-8 | | | | 11 | 1,6/40% | |
| 14 | Частотное и температурное сканирование в РСГУ | 2 | 9-10 | | | | 11 | 1,6/40% | |

| | | | | | | | | |
|-------------------------|--|---|-------|----|--|-----|----------|----------------------|
| 15 | Научно-технические проблемы РСГУ | 2 | 11-12 | | | 11 | 1,6/40% | Рейтинг-контроль № 2 |
| 16 | Компьютерная интерпретация моделей РСГУ | 2 | 13-14 | | | 11 | 1,6/40% | |
| 17 | Распределенная система автоматизации РСГУ | 2 | 15-16 | | | 11 | 1,6/40% | |
| 18 | Перспективы качественных методов оценки качества полупроводниковой ЭКБ | 2 | 17-18 | | | 11 | 1,6/40% | Рейтинг-контроль № 3 |
| Всего за 2 семестр: | | | 18 | 18 | | 99 | 14,4/40% | Экзамен, КР |
| Наличие в дисциплине КР | | | | | | | + | |
| Итого по дисциплине | | | 36 | 36 | | 171 | 28,8/40% | Зачет, Экзамен, КР |

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Тема 1. Проблемы обеспечения качества ЭС

Обеспечение ЭКБ в рамках советской модели организации производства электронных средств (ЭС). Монополизм изготовителя ЭКБ: плюсы и минусы советской электронной промышленности. Трансформация модели подготовки специалиста. Варианты образовательных траекторий. Целевая подготовка магистрантов по индивидуальному плану. Уровни качества ЭКБ.

Тема 2. Классификация методов контроля ЭКБ

Терминология и нормативные документы в области качества продукции. Классификационные признаки и варианты классификации методов и типов контроля ЭКБ. Основные и дополнительные методы контроля.

Тема 3. Поколения средств контроля ЭКБ

Терминология и смена поколений средств контроля ЭКБ. Статистические методы для обработки результатов контроля. Дифференциальный и интегральный подходы к реализации контроля.

Тема 4. Взаимодействие поставщиков и потребителей ЭКБ

Анализ возможных схем взаимодействия изготовителей и потребителей ЭКБ. Технические условия (ТУ) – пограничный документ, отличия от даташита. Реализация монополизма изготовителя через согласование ТУ.

Тема 5. Физико-технологический подход к оценке надежности ЭКБ

Анализ возможных причин возникновения дефектов полупроводниковой ЭКБ. Понятие потенциальных дефектов. Некоторые модели формирования потенциальных дефектов. Термодинамический подход к оценке качества полупроводниковых ЭС. Глубокие уровни (ГУ) и глубокие центры (ГЦ): основные характеристики. Природа возникновения ГУ, роль в генерационно-рекомбинационных процессах в полупроводнике.

Тема 6. Физические основы РСГУ

Стандарт ASTM-SEMI F978-02. Зонная теория полупроводников. Глубокие и мелкие уровни. Стрессовый анализ и определение параметров глубоких уровней (ГУ). Влияние ГУ на работу ЭКБ. Способы заполнения ГУ в слое объемного заряда электронами и дырками. Равновесная и неравновесная спектроскопия ГЦ.

Тема 7. Обзор публикаций по РСГУ

Основные издания, публикующие результаты работ по РСГУ. Научно-популярные публикации, фундаментальные и прикладные публикации отечественных и зарубежных авторов. Российские и зарубежные центры исследований в области РСГУ. Существующие подходы к интерпретации результатов экспериментальных исследований и фундаментальная система уравнений физических процессов в полупроводниках.

Тема 8. Противостояние базовых моделей РСГУ

Основные виды релаксационной спектроскопии ГУ. Модель Лэнга и модель П.Т. Орешкина. Проблемы интерпретации экспериментальных результатов. Опроверяющие эксперименты и ответы на них.

Тема 9. Обзор программно-аппаратных средств РСГУ

Сравнительный анализ различных подходов к созданию аппаратных средств и экспериментальных образцов. Задачи программного обеспечения исследований. Емкостная, токовая, сканирующая РСГУ. РСГУ с фототоковым возбуждением ГУ и фотоионизацией. Методы постоянного напряжения и постоянной емкости.

Тема 10. Измерительно-вычислительный комплекс (ИВК-РСГУ) каф. БЭСТ

Структурная схема и основные блоки и приборы ИВК РСГУ. Собственные программно-аппаратные разработки кафедры БЭСТ.

Тема 11. Информационные технологии РСГУ

Получение новых знаний – это ремесло или искусство? Алгоритмические измерения и технология получения новых знаний. Постановка и решение обратных некорректных задач. Методика опровержения моделей как средство получения новых знаний.

Тема 12. Структурная схема измерительного тракта спектрометра ГУ

Программная или аппаратная селекция квазиэкспоненциального сигнала? Корреляционная обработка слабых релаксационных сигналов на фоне мощных помех. Основы операционного исчисления: прямое и обратное преобразования Лапласа.

Тема 13. Определение параметров релаксационного сигнала

Неэкспоненциальность релаксационного сигнала или нелинейность измерительного тракта. Компромиссные решения кафедры БЭСТ ВлГУ. Оценка точности определения параметров ГУ. Определение характеристик ГУ с помощью методов шумовой диагностики. Прочие методы исследования ГЦ в полупроводниках.

Тема 14. Частотное и температурное сканирование в РСГУ

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

Тема 15. Научно-технические проблемы РСГУ

Влияние погрешностей определения температуры образца на точность определения параметров ГУ. Особенности автоматического управления температурой образца. Адаптивные измерения. Моделирование полевого эффекта и формирование баз данных ГУ в основных типах полупроводников. Проблема интерпретации предэкспоненциального множителя.

Тема 16. Компьютерная интерпретация моделей РСГУ

Варианты графической интерпретации феноменологических моделей РСГУ для международных баз данных потенциальных дефектов. Распознавание формы квазиэкспоненциальных релаксационных сигналов. Обобщенная информационная технология определения характеристик ГЦ. Виртуальный спектрометр глубоких уровней.

Тема 17. Распределенная система автоматизации РСГУ

Обмен результатами в области РСГУ. Центры коллективного пользования. Формы представления первичных и вторичных результатов. Межлабораторная поверка методов РСГУ на единых образцах. Распределенная система автоматизированных научных исследований в области РСГУ. Стандарты «консервации» первичных экспериментальных данных.

Тема 18. Перспективы квалигенетических методов оценки качества полупроводниковой ЭКБ

Отбраковка потенциально ненадежных экземпляров полупроводниковой ЭКБ для ЭС ответственного применения. Создание новых контуров обратной связи для управления производством качественной ЭКБ. Проблемно-ориентированные ИНТЕРНЕТ-ресурсы.

Содержание практических занятий по дисциплине.

Проводятся по мере изложения теоретического материала с использованием измерительно-вычислительного комплекса (ИВК) релаксационной спектроскопии глубоких уровней (ГУ) в полупроводниках, разработанного на базе спектрометра ГУ типа DLS-82E фирмы Semilab, Венгрия, и камеры тепла и холода Thermotron, США, и оснащенного программно-аппаратными средствами автоматизации научных исследований собственной разработки кафедры БЭСТ, включая средства ИНТЕРНЕТ-взаимодействия с аналогичными исследовательскими центрами в России и за рубежом. ИВК в учебном процессе магистерской подготовки выполняет функцию специализированного и в то же время универсального тренажера, который в соответствии с методическими указаниями к практическим занятиям используется для контроля приобретенных студентом профессиональных умений и навыков по организации и проведению автоматизированных научных исследований.

Комплект заданий включает информационный поиск по тематике исследований, реализацию программ-методик функционального контроля программно-аппаратных средств сопряжения измерительного и испытательного оборудования ИВК и подготовку презентаций докладов на научно-технические конференции и семинары разного уровня.

Курсовая работа

Форма контроля для демонстрации студентом умений и навыков работы с объектами изучения, справочной литературой и нормативно-технической документацией, ИНТЕРНЕТ-источниками, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать и строить априорную модель изучаемого объекта или процесса, способность создать содержательную презентацию выполненной работы. Большинство работ предусматривают получение конечного продукта в виде научной статьи или материалов (тезисов) доклада, что позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем. Задания могут выполняться в индивидуальном порядке или группой (бригадой) обучающихся с иерархическим распределением функций внутри бригады.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «Квалигенетические методы оценки качества электронных средств» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

- Интерактивная лекция (тема № 1-17);
- Групповая дискуссия (тема 8);
- Анализ ситуаций (тема № 6, 7, 11).

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

Рейтинг-контроль проводится трижды за семестр согласно графику учебного процесса, рекомендованного учебно-методическим управлением. Он предполагает расчет суммарных баллов за активную работу на лекциях и практических занятиях. Текущий контроль знаний осуществляется на консультациях по курсу, а также в периоды рейтинговых мероприятий. При выполнении студентом графика учебного процесса ему начисляется бонусный балл.

Темы рефератов, как правило, согласуются с работодателями магистрантов и посвящены вопросам входного контроля материалов и электронных комплектующих компонентов. Курсовая работа предусматривает проведение экспериментальных исследований на оборудовании учебно-исследовательских лабораторий магистерских программ (ауд.323-3)

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости студентов

I семестр

Рейтинг-контроль № 1

Классификация методов контроля ЭС.

Классификация средств контроля ЭС.

Основные свойства объемного заряда в полупроводнике.

Рейтинг-контроль № 2

Глубокие уровни (ГУ) и глубокие центры (ГЦ): основные характеристики, Природа возникновения ГУ, роль в генерационно-рекомбинационных процессах в полупроводнике.

Способы заполнения ГУ в слое объемного заряда электронами и дырками.

Рейтинг-контроль № 3

Равновесная и неравновесная спектроскопия ГЦ.

Метод релаксационной спектроскопии глубоких уровней (РСГУ, DLTS).

Существующие подходы к интерпретации результатов экспериментальных исследований и фундаментальная система уравнений физических процессов в полупроводниках.

II семестр

Рейтинг-контроль № 1

Основные виды релаксационной спектроскопии ГУ.

Аппаратура и особенности методики релаксационной спектроскопии глубоких уровней.

Емкостная, токовая, сканирующая РСГУ.

РСГУ с фототоковым возбуждением ГУ и фотоионизацией.

Рейтинг-контроль № 2

Методы постоянного напряжения и постоянной емкости.

Адаптивно-итеративное частотно-температурное сканирование в РСГУ.
Математическое моделирование аппаратных преобразований релаксационных сигналов.
Распознавание формы квазиэкспоненциальных релаксационных сигналов.
Изучение процессов деградации полупроводниковых приборов с помощью характеристик глубоких центров.

Рейтинг-контроль № 3

Релаксационные методы контроля ЭС.
Определение характеристик ГУ с помощью методов шумовой диагностики.
Прочие методы исследования ГЦ в полупроводниках.
Обобщенная информационная технология определения характеристик ГЦ.
Виртуальный спектрометр глубоких уровней.

6.2 Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины «КВАЛИГЕНЕТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ»

Промежуточная аттестация обучающихся проводится с целью выявления соответствия уровня теоретических знаний, практических умений и навыков обучающихся по дисциплине требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки в форме краткого письменного или устного зачета.

Вопросы к зачету I семестр

Классификация методов контроля ЭС.
Классификация средств контроля ЭС.
Основные свойства объемного заряда в полупроводнике.
Глубокие уровни (ГУ) и глубокие центры (ГЦ): основные характеристики, Природа возникновения ГУ, роль в генерационно-рекомбинационных процессах в полупроводнике.
Способы заполнения ГУ в слое объемного заряда электронами и дырками.
Равновесная и неравновесная спектроскопия ГЦ.
Метод релаксационной спектроскопии глубоких уровней (РСГУ, DLTS).
Существующие подходы к интерпретации результатов экспериментальных исследований и фундаментальная система уравнений физических процессов в полупроводниках.

Вопросы к экзамену (II семестр)

Основные виды релаксационной спектроскопии ГУ.
Аппаратура и особенности методики релаксационной спектроскопии глубоких уровней.
Емкостная, токовая, сканирующая РСГУ.
РСГУ с фототоковым возбуждением ГУ и фотоионизацией.
Методы постоянного напряжения и постоянной емкости.
Адаптивно-итеративное частотно-температурное сканирование в РСГУ.
Математическое моделирование аппаратных преобразований релаксационных сигналов.
Распознавание формы квазиэкспоненциальных релаксационных сигналов.
Изучение процессов деградации полупроводниковых приборов с помощью характеристик глубоких центров.
Релаксационные методы контроля ЭС.
Определение характеристик ГУ с помощью методов шумовой диагностики.
Прочие методы исследования ГЦ в полупроводниках.
Обобщенная информационная технология определения характеристик ГЦ.
Виртуальный спектрометр глубоких уровней.

Примечание: на экзамен (часть 2, 2 семестр) по усмотрению преподавателя могут быть вынесены отдельные вопросы из части 1 курса (см. вопросы к зачету, 1 семестр).

Предварительный список экзаменационных вопросов выдается (рассылается) студентам в начале 2-го семестра в составе УМКД. Скорректированный список экзаменационных вопросов выдается (рассылается) студентам после рейтинга 2 во 2 семестре.

6.3 Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы студентов по дисциплине

Самостоятельная работа студента.

Цель самостоятельной работы – формирование личности студента, развитие его способности к самообучению и повышению своего профессионального уровня. Самостоятельная работа студентов включает закрепление теоретического материала, подготовку к рейтинговым мероприятиям. Основа самостоятельной работы - изучение рекомендуемой литературы, работа с конспектом лекций и в Интернете, выполнение домашних заданий.

На самостоятельную проработку в 1 семестре вынесены следующие вопросы:

1. Информационный поиск по тематике исследований.
2. Подготовка учебной презентации по теории РСГУ.
3. Разработка прикладного программного обеспечения ИВК-РСГУ.
4. Отладка программного обеспечения на оборудовании кафедры в рамках НИР.

5. Оформление отчета-презентации по практическим занятиям.

На самостоятельную проработку во 2 семестре вынесены следующие вопросы:

1. Информационный поиск по тематике исследований.
2. Изучение информационной технологии получения математических моделей, использующей преобразования Лапласа.
3. Отладка программного обеспечения ИВК-РСГУ.
4. Подготовка учебной презентации по методам обработке экспериментальных данных в РСГУ.
5. Оформление отчета-презентации и подготовка тезисов доклада (статьи) по результатам практических занятий.

6. Выполнение курсовой работы и оформление отчета.

Повышению эффективности самостоятельной работы способствуют систематические консультации. Текущий контроль освоения материала и самостоятельной работы проводится на консультациях и в форме рейтинг-контроля.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенции обучающихся по дисциплине «Квалигенетические методы оценки качества электронных средств» оформляется отдельным документом.

6.4. Темы курсовых работ

1. Разработка и (или) модернизация лабораторных стендов для лабораторий кафедры БЭСТ.

2. Технологическая подготовка и реализация мероприятий в рамках проектов Центра творчества молодежи «Электронщик», направленных на профессиональную ориентацию школьников в классе довузовской подготовки и студентов первого курса при изучении дисциплины «Введение в проектирование и технологию электронных средств»

3. Индивидуальные задания учебно-исследовательского характера с использованием ИВК РСГУ в рамках научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ кафедры по хозяйственной и госбюджетной тематике

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ

| Наименование литературы (автор, название, вид издания, город, издательство) | Год издания | КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ | |
|---|----------------|--|---|
| | | Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ | Наличие в электронной библиотеке (электронный адрес) |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 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. | 2015 | - | 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 исследовательский ядерный университет «Московский инженерно-физический институт»), 2013. — 124 с. | 2013 | - | Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=75732 |
| 3. Воронов, Ю.А. Моделирование технологии и параметров кремниевых нано-размерных 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. | 2012 | - | 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. | 2013 | - | Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=36998 |
| Дополнительная литература | | | |
| 1. Алексеев, С.А. Экспериментальные методы исследования [Электронный | 2012 | - | Режим доступа: http://e.lanbook.com/boo |

| | | | |
|--|------|---|--|
| 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. | | | ks/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. | 2010 | - | 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. | 2008 | - | Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=40874 |

7.2 ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ

1. Научно-практический журнал «Производство электроники. Технологии, оборудование, материалы», ИД Электроника, г. Москва, 6 выпусков в год. Содержания выпусков доступны по адресу: www.elcp.ru
2. 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
3. Научно-практический журнал «Вектор высоких технологий», учредитель ООО Предприятие Остек, г. Москва. Бесплатная подписка на сайте www.ostec-press.ru
4. Производственно-практический журнал «Современная электроника», Изд-во «СТА-Пресс», г. Москва. Бесплатная подписка для специалистов на www.soel.ru
5. Поверхностный монтаж. Информационный бюллетень. ЗАО Предприятие Остек, г. Москва. Бесплатная подписка на сайте www.ostec-press.ru
6. Информационно-технический журнал «Новости электроники». Учредитель ООО «КОМПЭЛ», г. Москва, Электронная подписка на www.compejournal.ru
7. Производственно-практический журнал «Современные технологии автоматизации», 4 выпуска в год, Издательство «СТА-Пресс», г. Москва. Содержания выпусков и подписка доступны по адресу: www.cta.ru

7.3 ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

1. ЭЛИНФОРМ. Информационный портал по технологиям производства электроники (с подпиской на новости)

<http://www.elinform.ru/>

2. Информационно-аналитический центр современной электроники (с подпиской на новости) <http://www.sovel.org/>

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

4. Федеральный портал: Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Образование в области техники и технологий. http://window.edu.ru/catalog/7p_rubr=2.2.75

8. 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.

Рабочую программу составил: профессор каф. БЭСТ Крылов В.П.
ФИО


подпись

Рецензент (представитель работодателя)

Заместитель главного инженера по подготовке производства -
главный технолог АО «Владимирский завод «Электроприбор»
Зайцев М.К.



(подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры БЭСТ

Протокол № 1 от « 30 » августа 2019 года

Заведующий кафедрой  / Л.Т.Сушкова/

(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
направления 11.04.03 Конструирование и технология электронных средств

Протокол № 1 от « 30 » августа 2019 года

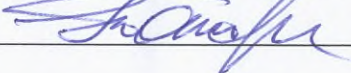
Председатель комиссии  /Л.Т. Сушкова/

(ФИО, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20 20 /20 21 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от « 31 » 08 2020 года

Заведующий кафедрой  / Таттимировский К.В. /

Рабочая программа одобрена на 20____/20____ учебный год

Протокол заседания кафедры № ____ от « ____ » _____ 20 ____ года

Заведующий кафедрой _____ / _____ /

Рабочая программа одобрена на 20____/20____ учебный год

Протокол заседания кафедры № ____ от « ____ » _____ 20 ____ года

Заведующий кафедрой _____ / _____ /

Рабочая программа одобрена на 20____/20____ учебный год

Протокол заседания кафедры № ____ от « ____ » _____ 20 ____ года

Заведующий кафедрой _____ / _____ /