

**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

Проректор  
по учебно-методической работе

А.А.Панфилов

« 13 » 02 2015 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 **Академическая магистратура**

Форма обучения – **Очная**

Семестр	Трудоем- кость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
1	3 / 108	18	18	-	72	Контр. работа, Зачет
2	4 / 144	18	18	-	72	Курсовая работа, Экзамен 36 час.
Итого	7 / 252	36	36	-	144	Зачет, Экзамен, 36час.

## **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целями освоения дисциплины являются изучение особенностей физического (причинного, квалигенетического) подхода к обеспечению качества электронных средств (ЭС) на базе релаксационной спектроскопии глубоких центров и смежных методов.

Курс способствует формированию 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. Это, в свою очередь, позволяет получить наглядное представление 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».

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО**

Дисциплина относится к дисциплинам вариативной части блока 1 цикла обучения. «Входные» компетенции формируются при изучении предшествующих курсов бакалаврской подготовки по направлению 11.03.03 «Физика», «Физические основы микро- и нанoeлектроники», «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.

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

В результате освоения дисциплины обучающийся должен обладать следующими общепрофессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями в части базовых знаний, необходимых в дальнейшем для оценки и обеспечения качества электронных средств в интересах конкретных работодателей:

ОК-1 способность использовать иностранный язык в профессиональной сфере;

ОК-3 готовность к активному общению с коллегами в научной, производственной и социально-общественной сферах;

ОПК-1 способность понимать основные проблемы в своей предметной области, выбирать методы и средства их решения;

ОПК-3 способность демонстрировать навыки работы в коллективе, порождать новые идеи (креативность);

ОПК-5 готовность оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы;

ПК-2 способность выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ;

ПК-4 способность планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты;

ПК-5 способность оценивать значимость и перспективы использования результатов исследования, подготавливать отчеты, обзоры, доклады и публикации по результатам работы, заявки на изобретения, разрабатывать рекомендации по практическому использованию полученных результатов;

ПК-16 готовность участвовать в поддержании единого информационного пространства планирования и управления предприятием на всех этапах жизненного цикла производимой продукции.

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) с обоснованной оценкой научной новизны и практической значимости (ПК-5).
- 2) **Уметь:** осуществлять информационный поиск по обозначенной теме, в том числе на иностранном языке (ОК-1), системно наполнять информационное пространство предприятия (фирмы) на всех этапах жизненного цикла разрабатываемой и производимой продукции (ПК-16), оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы (ОПК-5, ПК-4).
- 3) **Владеть:** навыками планирования и реализации теоретических и экспериментальных научных исследований в составе коллектива исследователей, включая организацию «мозговых штурмов» при генерации новых идей (ОК-3, ОПК-3).

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр		Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
		Неделя семестра		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
<b>Семестр 1</b>											
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 1
4	Взаимодействие поставщиков и по-	1	7 - 8	2	2			8		1,6 / 40%	

	требителей ЭЖБ										
5	Физико-технологический подход к оценке надежности ЭЖБ	1	9 - 1 0	2	2			8		1,6 / 40%	
6	Физические основы РСГУ	1	1 1 - 1 2	2	2			8		1,6 / 40%	Рейтинг 2
7	Обзор публикаций по РСГУ	1	1 3 - 1 4	2	2		+	8		1,6 / 40%	
8	Противостояние базовых моделей РСГУ	1	1 5 - 1 6	2	2			8		1,6 / 40%	
9	Обзор программно-аппаратных средств РСГУ	1	1 7 - 1 8	2	2			8		1,6 / 40%	Рейтинг 3
Итого семестр 1				18	18		+	72		14,4 / 40%	Зачет
Семестр 2											
1	Измерительно-вычислительный комплекс (ИВК-РСГУ) каф. БЭСТ	2	1 - 2	2	2			8		1,6 / 40%	
2	Информационные технологии РСГУ	2	3 - 4	2	2			8		1,6 / 40%	
3	Структурная схема измерительного тракта спектрометра ГУ	2	5 - 6	2	2			8		1,6 / 40%	Рейтинг 1
4	Определение пара-	2	7 -	2	2			8		1,6 / 40%	

	метров релаксационного сигнала		8									
5	Частотное и температурное сканирование в РСГУ	2	9 - 1 0	2	2			8		1,6 / 40%		
6	Научно-технические проблемы РСГУ	2	1 1 - 1 2	2	2			8		1,6 / 40% Рейтинг 2		
7	Компьютерная интерпретация моделей РСГУ	2	1 3 - 1 4	2	2			8		1,6 / 40%		
8	Распределенная система автоматизации РСГУ	2	1 5 - 1 6	2	2			8	+	1,6 / 40%		
9	Перспективы квалигенетических методов оценки качества полупроводниковой ЭКБ	2	1 7 - 1 8	2	2			8		1,6 / 40% Рейтинг 3		
Итого семестр 2								72	+	14,4 / 40%	Экзамен, 36 час.	
Всего				36	36			+	1 4 4	+	28,8 / 40%	Зачет, Экзамен, 36 час.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### 5.1. Активные и интерактивные формы обучения

С целью формирования и развития общепрофессиональных и профессиональных компетенций студентов в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий (проблемное изложение учебного материала, деловые и ролевые игры, разбор конкретных ситуаций из деятельности профильных предприятий и организаций) в сочетании с внеаудиторной работой.

При изучении курса предусмотрено использование компьютерных симуляций на базе программного продукта «Виртуальный спектрометр глубоких уровней», разбор конкретных ситуаций, связанных с интерпретацией результатов экспериментальных исследований.

Студенты 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.

Некоторые студенты направляются на стажировки в российские и зарубежные высшие учебные заведения и научно-исследовательские организации, в частности в г. Эрланген, Германия, с которым у ВлГУ налажены тесные партнерские связи.

## **5.2. Мультимедийные технологии обучения**

- Лекционные занятия проводятся в мультимедийной аудитории с использованием компьютерного видеопроектора и аудиосистемы.

- Студентам через ИНТРАНЕТ-сайт кафедры 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 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, 122-3).

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

### **1 семестр**

#### **Рейтинг 1**

Классификация методов контроля ЭС.

Классификация средств контроля ЭС.

Основные свойства объемного заряда в полупроводнике.

#### **Рейтинг 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 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.

### **Практические занятия**

посвящены изучению измерительно-вычислительного комплекса (ИБК) релаксационной спектроскопии глубоких уровней (ГУ) в полупроводниках, разработанному на базе

спектрометра ГУ типа DLS-82E фирмы Semilab, Венгрия, и камеры тепла и холода Thermotron, США, и оснащено 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 и разработку программ-методик функционального контроля программно-аппаратных средств сопряжения измерительного и испытательного оборудования ИВК.

### **Контрольная работа**

Выполняется в виде отчета-реферата по итогам практических занятий (см. выше) и является средством проверки знаний, умений и навыков согласно заранее определенной методике, изложенной в методических указаниях по выполнению практических занятий.

### **Вопросы к зачету (1 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.

### **2 семестр**

#### **Рейтинг 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 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 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.

### Практические занятия

Проводятся 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 методическим 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.

Тематика 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

### Вопросы к экзамену (2 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.

### **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.

## **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](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.

Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=75732](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](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](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=36998)

#### **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](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](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](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=40874)

#### **в) периодические издания:**

1. Производственно-практический журнал «Современная электроника», Изд-во «СТА-Пресс», г. Москва. Бесплатная подписка для специалистов на [www.soel.ru](http://www.soel.ru)

2. Информационно-технический журнал «Новости электроники». Учредитель ООО «КОМПЭЛ», г. Москва, Электронная подписка на [www.compeljournal.ru](http://www.compeljournal.ru)

3. 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](http://www.cta.ru)

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

Содержания выпусков доступны по адресу: [www.elcp.ru](http://www.elcp.ru)

5. 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](http://www.finestreet.ru)

#### **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](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/>

## **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 11.04.03 Конструирование и технология электронных средств

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

Согласовано:

Внешний рецензент – Холодков Д.В., вед. инженер-программист ООО Завод Промприбор

\_\_\_\_\_( )  
(ФИО, должность, подпись, расшифровка подписи)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры БЭСТ

Протокол № 6 от 12.02.2015 года

Заведующий кафедрой БЭСТ Сушкова Л.Т. Л.Т. Сушкова  
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств

Протокол № 6 от 12.02.2015 года

Председатель комиссии Л.Т. Сушкова  
(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 \_\_\_\_\_