

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

« 23 » 02 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**РАЗРАБОТКА И ИДЕНТИФИКАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ**

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	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежу- точного кон- троля (экз./зачет)
3	4 / 144	-	18	-	90	Зачет, 36 час.
Итого	4 / 144	-	18	-	90	Зачет, 36 час.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины являются изучение основных принципов разработки и методов структурной и параметрической идентификации математических моделей физических и технологических процессов, определяющих качество электронных средств (ЭС). Курс способствует формированию представлений о методиках разработки «высоких технологий» в электронике, обеспечивающих качество электронных средств.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина относится к вариативной части блока 1 программы подготовки магистров в составе дисциплин по выбору наряду с дисциплиной «Теория нечетких множеств и принятие решений».

«Входные» компетенции формируются при изучении предшествующих курсов бакалаврской подготовки по направлению 11.03.03 «Физика», «Математика», «Измерение физических параметров электронных средств и стандартизация», «Управление качеством электронных средств», «Технология производства электронных средств». Проверка перечисленных «входных» компетенций осуществляется в процессе вступительных испытаний поступающих в магистратуру. «Входными» являются компетенции, сформированные при изучении предшествующих дисциплин «Квалигенетические методы оценки качества электронных средств», «Алгоритмические измерения», а также в ходе научно-исследовательской работы (НИР) и научно-исследовательской практики (НИП)

Получаемые в процессе изучения курса знания используются при изучении дисциплин «Специализация по индивидуальному плану», «Численные методы и обратные некорректные задачи», 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 обще-профессиональными (ОПК) и профессиональными (ПК) компетенциями в части базовых знаний, умений и навыков, необходимых в дальнейшем для обоснования высокотехнологичных решений проблем обеспечения качества ЭС в интересах конкретных работодателей:

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

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

ПК-1 способность самостоятельно осуществлять постановку задачи исследования, формирование плана реализации исследования, выбор методов исследования и обработка результатов;

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.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

- 1) **Знать:** основные принципы разработки и идентификации математических моделей в своей предметной области (ОПК-1) .

- 2) **Уметь:** самостоятельно осуществлять постановку задачи исследования, формирование плана реализации исследования, выбор методов исследования и обработки результатов (ПК-1), выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ (ПК-2), оформлять, наглядно представлять и аргументированно защищать результаты работ по моделированию физических и технологических процессов в области электроники (ОПК-5).
- 3) **Владеть:** навыками планирования и проведения экспериментальных исследований в своей предметной области, методикой и программными средствами сбора и обработки результатов (ПК-4).

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов.

№ п/п	Раздел (тема) 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 (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	Проблемы сквозного многоуровневого моделирования ЭКБ	3	1 - 2		2			10		0,8 / 40%	
2	Система уравнений полупроводника	3	3 - 4		2			10		0,8 / 40%	
3	Формально-статистический подход к разработке моделей	3	5 - 6		2			10		0,8 / 40%	Рейтинг 1
4	Причинно-физический подход к разработке моделей	3	7 - 8		2			10		0,8 / 40%	
5	Опровержение моделей как элемент технологии	3	9 - 10		2			10		0,8 / 40%	

	получения новых знаний.										
6	Аппроксимация и интерполяция в моделировании	3	1 1 - 1 2		2		+	10		0,8 / 40%	Рейтинг 2
7	Метод минимизации эмпирического риска с использованием полиномов Чебышева	3	1 3 - 1 4		2			10		0,8 / 40%	
8	Структурная и параметрическая идентификация моделей	3	1 5 - 1 6		2			10		0,8 / 40%	
9	Оптимальные алгоритмы идентификации	3	1 7 - 1 8		2			10		0,8 / 40%	Рейтинг 3
Всего					18		+	90		7,2 / 40%	Зачет, 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.

### 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. Текущий контроль знаний осуществляется на консультациях по курсу, а также в периоды рейтинговых мероприятий. При выполнении студентом графика учебного процесса ему начисляется бонусный балл.

Вопросы для рейтинг-контроля и экзамена приведены в разделе УМК «Фонд оценочных средств».

### **Перечень вопросов по курсу для промежуточной (рейтинг) аттестации**

#### **Рейтинг 1**

Охарактеризуйте основные проблемы сквозного многоуровневого моделирования ЭКБ и ЭС.

Фундаментальная система уравнений полупроводника.

Формально-статистический подход к разработке моделей объектов и процессов.

#### **Рейтинг 2**

Причинно-физический подход к разработке моделей объектов и процессов

Опровержение моделей как элемент технологии получения новых знаний.

Аппроксимация и интерполяция в моделировании.

#### **Рейтинг 3**

Метод минимизации эмпирического риска с использованием полиномов Чебышева.

Структурная и параметрическая идентификация моделей.

Оптимальные алгоритмы идентификации.

### **Практические занятия**

Выполняются 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.

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 разработке и идентификации математических моделей.

Комплект заданий (индивидуальных или групповых) включает информационный поиск по тематике исследований и разработку и идентификацию математических моделей объектов и (или) процессов.

### **Контрольная работа**

Выполняется в виде отчета-реферата с презентацией 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.

### **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 вынесены следующие вопросы:

1. Информационный поиск по тематике исследований.
2. Аппроксимация и интерполяция в математическом моделировании.
3. Изучение математических пакетов прикладных программ, направленных на генерацию и идентификацию математических моделей.
4. Разработка алгоритма и прикладного программного обеспечения математического моделирования.
5. Оформление отчета-презентации по практическим занятиям.

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

### **Вопросы к зачету**

Охарактеризуйте основные проблемы сквозного многоуровневого моделирования ЭКБ и ЭС.

Фундаментальная система уравнений полупроводника.

Формально-статистический подход к разработке моделей объектов и процессов.

Причинно-физический подход к разработке моделей объектов и процессов

Опровержение моделей как элемент технологии получения новых знаний.

Аппроксимация и интерполяция в моделировании.

Метод минимизации эмпирического риска с использованием полиномов Чебышева.

Структурная и параметрическая идентификация моделей.

Оптимальные алгоритмы идентификации.

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

### **а) основная 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. 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)

3. 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. Хернтер, М.Е. Multisim 7: Современная система компьютерного моделирования и анализа схем электронных устройств. [Электронный ресурс] : . — Элек-трон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2009. — 500 с.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5970600261.html>

2. Бушуев, А.Б. Математическое моделирование процессов технического творчества [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — Спб. : НИУ ИТМО (Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики), 2010. — 180 с.

Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=40737](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=40737)

3. Евдокимов, Ю.К. LabVIEW для радиоинженера: от виртуальной модели до реального прибора. [Электронный ресурс] : справочник / Ю.К. Евдокимов, В.Р. Линдваль, Г.И. Щербаков. — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2010. — 398 с.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5940743463.html>

#### **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);
- 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, 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 \_\_\_\_\_