

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет  
им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)**

**Институт информатики, электроники и робототехники  
Кафедра электроники и цифровых информационных технологий**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

Руководитель образовательной  
программы

Директор ИИЭ и Р

\_\_\_\_\_ **Р.Ш. Тешев**

\_\_\_\_\_ **Б.В. Шогенов**

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 г.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
Б1.В.ДВ.03.01 «КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В  
ЭЛЕКТРОНИКЕ»**

Направление подготовки  
**11.03.01 Радиотехника**

Профиль: **Интегрированные системы безопасности**

Квалификация (степень) выпускника  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**Очная**

Нальчик, 2024 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Компьютерное моделирование в электронике» / сост. Ф.М. Нахушева – Нальчик: КБГУ, 2024 г. 19с.

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Компьютерное моделирование в электронике» предназначена для преподавания магистрантам очной формы обучения по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника в 4 семестре 2 курса.

Рабочая программа составлена с учетом федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «19» сентября 2017 г. № 931.

## Содержание

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля) .....	4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО .....	4
3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля) .....	4
4. Содержание и структура дисциплины (модуля) .....	5
<i>Структура дисциплины (модуля)</i> .....	6
5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации .....	7
5.1. Коллоквиум .....	7
<i>Вопросы, выносимые на коллоквиум</i> .....	7
5.2. Образцы тестовых заданий .....	8
<i>Методические рекомендации по подготовке к тестированию</i> .....	10
<i>Критерии оценивания</i> .....	10
5.3. Задания для лабораторных занятий .....	11
6. Промежуточная аттестация .....	11
7. Контроль курсовых работ .....	14
8. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности .....	15
9. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля) .....	16
<i>Основная литература</i> .....	16
<i>Дополнительная литература</i> .....	16
<i>Периодические издания</i> .....	16
<i>Интернет-ресурсы</i> .....	16
10. Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий .....	16
11. Материально-техническое обеспечение дисциплины .....	17
Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины (модуля) .....	18

## **1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)**

**Целью освоения дисциплины** является изучение методов и алгоритмов компьютерного моделирования процессов для решения общетеоретических, конструкторских и технологических задач.

### **Основные задачи дисциплины:**

Познакомиться с особенностями компьютерного моделирования технических объектов на микро-, макро- и мезоуровнях;

– Овладеть методами компьютерного моделирования процессов в РЭС.

Изучение дисциплины направлено на подготовку специалистов, способных решать проблемы, возникающие при эксплуатации изделий электронной техники с учетом области, типов и задач профессиональной деятельности в соответствии с профессиональными стандартами:

– 06.005 «Специалист по эксплуатации радиоэлектронных средств (инженер-электроник)», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 31 июля 2019 года N 540н (зарегистрирован в Минюсте РФ 28 августа 2019 года, регистрационный N 55756).

– 40.058 «Инженер - технолог по производству изделий микроэлектроники», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 03.07.2019 г. № 480н (зарегистрирован Минюстом России 29.07.2019 г. № 55439).

## **2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина включена в Б1.В.ДВ.03.02 учебного плана по направлению подготовки ВО 11.03.01 Радиотехника профиль: «Интегрированные системы безопасности».

При освоении дисциплины обучающийся сможет частично продемонстрировать следующие обобщенные трудовые функции (ОТФ):

– **Эксплуатация радиоэлектронной аппаратуры** (профессиональный стандарт 06.005 «Специалист по эксплуатации радиоэлектронных средств (инженер-электроник)», код В, уровень квалификации - 5);

– **Разработка единичных технологических процессов и рекомендаций по устранению и предупреждению брака в производстве изделий микроэлектроники** (профессиональный стандарт 40.058 «Инженер - технолог по производству изделий микроэлектроники», код В, уровень квалификации - 6).

Методы и средства, используемые при изучении дисциплины «Компьютерное моделирование в электронике» имеют как самостоятельное значение, так и используются в параллельно изучаемых дисциплинах.

Дисциплина базируется на знаниях, ранее приобретенных студентами при изучении дисциплин: Математический анализ; Дифференциальные и интегральные уравнения; Электроника; Материалы и компоненты электронных средств.

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

### **а) профессиональных компетенций (ПК):**

– способен проводить анализ причин брака при изготовлении изделий микроэлектроники и давать рекомендации по их устранению и предупреждению (ПКС-3).

### **Код и наименование индикатора достижения компетенции:**

– ПКС-Б.3.1 Выявляет технологические факторы вызывающие погрешности изготовления изделий микроэлектроники.

– ПКС-Б.3.2 Дает предложения по ликвидации брака в производстве изделий микроэлектроники.

– ПКС-Б.3.3. Предлагает внесение изменений в техпроцесс.

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:** требования технических регламентов на выпускаемые изделия микроэлектроники; технологические факторы, вызывающие погрешности изготовления изделий микроэлектроники; методы оценки пригодности и воспроизводимости технологических процессов производства изделий микроэлектроники;

**уметь:** использовать стандартные компьютерные программы для обработки статистических данных; определять причины отклонения параметров готового изделия от заданных; анализировать предложения по изменениям в технологических процессах и предупреждению и ликвидации брака в производстве изделий микроэлектроники;

**владеть:** статистическим анализом параметров технологических операций; выявлением и устранением причин отклонения параметров технологических операций от заданных; внесением изменений в технологическую документацию.

#### 4. Содержание и структура дисциплины (модуля)

В таблице 1 приводится описание содержания дисциплины, структурированное по разделам, с указанием по каждому разделу формы текущего контроля: выполнение практических работ (ПР), коллоквиум (К), тестирование (Т).

Таблица 1

	Наименование раздела	Содержание раздела/ темы	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Форма текущего контроля
1	<i>Общие сведения о математических моделях.</i>	Принципы иерархичности и декомпозиции. Параметры и фазовые переменные. Требования к математическим моделям. Модели на микро-, макро- и мезоуровне. Моделирование элементов систем. Метод наименьших квадратов.	ПКС-3	К, Т, ПР
2	<i>Основы моделирования на макро-, микро- и мезоуровнях</i>	Компонентные и топологические уравнения. Аналогии компонентных и топологических уравнений. Источники фазовых переменных. Формирование эквивалентных схем. Связи между разнородными подсистемами.	ПКС-3	К, Т, ПР
3	<i>Модели базовых элементов РЭС</i>	Пассивные элементы. Полупроводниковые диоды. Полевые транзисторы. Биполярные транзисторы. Определение параметров моделей. Статистические и детерминированные модели. Автоматизация определения параметров.	ПКС-3	К, Т, ПР
4	<i>Моделирование статических режимов.</i>	Общие сведения. Преобразования Тевенина и Нортона. Формирование моделей. Метод Ньютона-Рафсона. Модификации метода Ньютона-Рафсона.	ПКС-3	К, Т, ПР

5	Моделирование частотной области	Комплексная частотная характеристика. Формирование модели. Методы решения систем линейных уравнений. Повышение эффективности алгоритмов анализа.	ПКС-3	К, Т, ПР
6	Моделирование переходных процессов	Методы численного интегрирования. Точность и устойчивость методов. Выбор шага интегрирования. Комбинированные алгоритмы. Метод переменных состояния. Неявная форма динамической модели.	ПКС-3	К, Т, ПР

### Структура дисциплины (модуля)

Таблица 2. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц (108 часа).

Вид работы	Трудоемкость, часы	
	4 семестр	Всего
<b>Общая трудоемкость (в часах)</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа (в часах):</b>	<b>34</b>	<b>56</b>
Лекционные занятия (Л)	17	28
Лабораторные занятия (ЛЗ)	17	28
<b>Самостоятельная работа (в часах):</b>	<b>65</b>	<b>65</b>
Курсовая работа (КР)/ Курсовой проект (КП)		
Самостоятельное изучение разделов/тем	65	65
<b>Подготовка и прохождение промежуточной аттестации</b>	<b>9</b>	<b>9</b>
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>зачет</b>	

Таблица 3. Лекционные занятия

№ п/п	Тема
1.	Принципы иерархичности и декомпозиции. Параметры и фазовые переменные. Требования к математическим моделям. Модели на микро-, макро- и метасистемном уровне. Моделирование элементов систем. Метод наименьших квадратов.
2.	Компонентные и топологические уравнения. Аналогии компонентных и топологических уравнений. Источники фазовых переменных. Формирование эквивалентных схем. Связи между разнородными подсистемами.
3.	Пассивные элементы. Полупроводниковые диоды. Полевые транзисторы. Биполярные транзисторы. Определение параметров моделей. Статистические и детерминированные модели. Автоматизация определения параметров.
4.	Общие сведения. Преобразования Тевенина и Нортона. Формирование модели. Метод Ньютона-Рафсона. Модификации метода Ньютона-Рафсона.
5.	Комплексная частотная характеристика. Формирование модели. Методы решения систем линейных уравнений. Повышение эффективности алгоритмов анализа.
6.	Методы численного интегрирования. Точность и устойчивость методов. Выбор шага интегрирования. Комбинированные алгоритмы. Метод переменных состояния. Неявная форма динамической модели.

Таблица 4. Практические занятия

№ п/п	Тема
1.	Модели базовых элементов РЭС
2.	Моделирование статических режимов
3.	Моделирование в частотной области
4.	Моделирование переходных процессов

Таблица 5. Самостоятельное изучение разделов дисциплины

№ п/п	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1.	Этапы и аспекты проектирования РЭС, охватываемые современными САПР, их интеграция в единый цикл проектирования.
2.	Основные разновидности моделей элементов РЭС.
3.	Методы симуляции электрических цепей и структур
4.	Синтез и оптимизация электрических цепей и структур
5.	Расчетно-экспериментальные методы проектирования. Интегрированные системы моделирования и измерений

## 5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации

### 5.1. Коллоквиум

В семестре проводятся три коллоквиума, которые оцениваются по 8 баллов каждый.

#### Вопросы, выносимые на коллоквиум (контролируемые компетенции – ПКС-3)

##### *Первый коллоквиум*

Принципы иерархичности и декомпозиции. Параметры и фазовые переменные. Требования к математическим моделям. Модели на микро-, макро- и метауровне. Моделирование элементов систем. Метод наименьших квадратов. Компонентные и топологические уравнения. Аналогии компонентных и топологических уравнений. Источники фазовых переменных. Формирование эквивалентных схем. Связи между разнородными подсистемами.

##### *Второй коллоквиум*

Пассивные элементы. Полупроводниковые диоды. Полевые транзисторы. Биполярные транзисторы. Определение параметров моделей. Статистические и детерминированные модели. Автоматизация определения параметров. Общие сведения. Преобразования Тевенина и Нортона. Формирование модели. Метод Ньютона-Рафсона. Модификации метода Ньютона-Рафсона.

##### *Третий коллоквиум*

Комплексная частотная характеристика. Формирование модели. Методы решения систем линейных уравнений. Повышение эффективности алгоритмов анализа. Методы численного интегрирования. Точность и устойчивость методов. Выбор шага интегрирования. Комбинированные алгоритмы. Метод переменных состояния. Неявная форма динамической модели.

### **Рекомендации при подготовке к коллоквиуму**

- проработать конспекты лекций по вопросам коллоквиума;
- прочитать основную и дополнительную литературу, рекомендованную по изучаемым вопросам;
- ответить на вопросы коллоквиума;
- при затруднениях, проконсультироваться с преподавателем.

### **Критерии оценивания**

<b>Оценка</b>			
<b>неудовлетворительно 2 балла</b>	<b>удовлетворительно 4 балла</b>	<b>хорошо 6 баллов</b>	<b>отлично 8 баллов</b>
Студент не знает значительной части вопросов, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает вопросы коллоквиума, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

### **5.2. Образцы тестовых заданий (контролируемые компетенции–ПКС-3)**

1. Математическая модель технического объекта на макроуровне представляет собой систему...

*дифференциальных уравнений в частных производных*

*компонентных уравнений*

*топологических уравнений*

*компонентных и топологических уравнений*

2. Фазовой переменной типа потенциала является...

*электрический ток*

*расход*

*тепловой поток*

*давление*

3. К внутренним параметрам в описании электрического генератора относится...

*мощность*

*нагрузка*

*КПД*

*диаметр провода обмотки возбуждения*

4. Элементом типа С для тепловой подсистемы технического объекта является...

*температура*

*тепловой поток*

*тепловое сопротивление*

*теплоемкость*

5. Метод Ньютона используют для решения уравнений...

*линейных*

*обыкновенных дифференциальных*

*дифференциальных в частных производных*

*нелинейных*

6. К выходным параметрам усилителя относятся...

*параметры транзисторов*



*сопротивление резистора в коллекторной цепи*

*емкость нагрузки*

*коэффициент усиления*

7. Математическая модель технического объекта на микроуровне представляет собой систему...

*компонентных и топологических уравнений*

*компонентных уравнений*

*топологических уравнений*

*дифференциальных уравнений в частных производных*

8. Фазовой переменной типа потока является...

*напряжение*

*давление*

*температура*

*расход*

9. Элементом типа R для тепловой подсистемы технического объекта является...

*температура*

*тепловой поток*

*теплоемкость*

*тепловое сопротивление*

10. Метод Гаусса используют для решения уравнений...

*нелинейных*

*обыкновенных дифференциальных*

*дифференциальных в частных производных*

*линейных*

11. К внешним параметрам усилителя относятся...

*параметры транзисторов*

*сопротивление резистора в коллекторной цепи*

*коэффициент усиления*

*емкость нагрузки*

12. Неявные математические модели связывают...

*параметры функционалы*

*пороговые параметры*

*топологические уравнения*

*фазовые переменные*

13. Явные математические модели связывают...

*фазовые переменные*

*топологические уравнения*

*компонентные уравнения*

*параметры*

14. К внешним параметрам в описании электрического генератора относится...

*мощность*

*диаметр провода обмотки возбуждения*

*КПД*

*нагрузка*

15. Элементы типа L для тепловой подсистемы технического объекта...

*вычисляются*

*это тепловые потоки*

*это температуры*

*не существуют*

16. Метод сеток используют для решения уравнений...

*линейных*

*обыкновенных дифференциальных*

*нелинейных*

*дифференциальных в частных производных*

17. К внутренним параметрам усилителя относятся...

*коэффициент усиления*

*температура среды*

*емкость нагрузки*

*параметры транзисторов*

18. Метод трех зон используется для...

*составления компонентных и топологических уравнений*

*формирования модели*

*решения линейных уравнений*

*автоматического выбора шага численного интегрирования*

19. Пороговым выходным параметром является...

*напряжение*

*давление*

*температура*

*максимальная допустимая температура*

20. На элементах типа R для электрической подсистемы технического объекта происходит...

*диссипация энергии*

*дифракция*

*накопление заряда*

*поляризация*

### **Методические рекомендации по подготовке к тестированию**

Тесты – это вопросы или задания, предусматривающие конкретный, краткий, четкий ответ на имеющиеся эталоны ответов. При самостоятельной подготовке к тестированию студенту необходимо:

а) готовясь к тестированию, проработать информационный материал по дисциплине. Проконсультироваться с преподавателем по вопросу выбора учебной литературы;

б) четко выясните все условия тестирования заранее. Знать, сколько тестов Вам будет предложено, сколько времени отводится на тестирование, какова система оценки результатов и т.д.

в) приступая к работе с тестами, внимательно и до конца прочтите вопрос и предлагаемые варианты ответов. Выберите правильные (их может быть несколько). На отдельном листке ответов выпишите цифру вопроса и буквы, соответствующие правильным ответам;

г) в процессе решения желательно применять несколько подходов в решении задания. Это позволяет максимально гибко оперировать методами решения, находя каждый раз оптимальный вариант.

д) если Вы встретили чрезвычайно трудный для Вас вопрос, не тратьте много времени на него. Переходите к другим тестам. Вернитесь к трудному вопросу в конце.

е) обязательно оставьте время для проверки ответов, чтобы избежать механических ошибок.

### **Критерии оценивания**

<b>Оценка</b>			
неудовлетворительно 0 баллов	удовлетворительно 3 балла	хорошо 4 балла	отлично 5 баллов
менее 50 % правильно выполненных заданий.	50-70% правильно выполненных	71-85% правильно	86-100% правильно

	заданий.	выполненных заданий.	выполненных заданий.
--	----------	----------------------	----------------------

### 5.3. Задания для лабораторных занятий (контролируемые компетенции–ПКС-3)

Лабораторный практикум является важным элементом обучения, т.к. прививает навыки самостоятельной работы на различном лабораторном оборудовании и умение пользоваться различными приборами и инструментами.

*Пример типовой лабораторной работы* – «Математическая имитационная модель оптимального обнаружителя и измерителя дальности до цели». Целью данной работы является Изучение принципов обнаружения радиолокационных сигналов, зависимости вероятности правильного обнаружения сигнала от отношения сигнал-шум, а также изучение импульсного измерителя дальности до цели и зависимости точности измерения дальности от отношения сигнал-шум.

#### *Методические рекомендации*

Выполнение каждой лабораторной работы складывается из следующих этапов.

1. Самостоятельная подготовка студентов к работе. Перед началом работы студенты должны четко представлять себе цель работы, знать схему, метод измерения, физическую сущность ожидаемых результатов. Должен быть подготовлен протокол измерений, содержащий таблицы для записи результатов измерений и основные расчетные формулы. Студенты, не подготовившиеся к работе в соответствии с этими требованиями, к выполнению работы не допускаются.
2. Проведение эксперимента. Этот этап осуществляется в соответствии с методическими указаниями, которые содержатся в описании к каждой работе. Лабораторные измерения на стенде студент может начать только после собеседования с преподавателем и получения соответствующего допуска. Любые изменения в схеме проводятся при отключении схемы от источника напряжения. Результаты измерения проверяются преподавателем.

При работе в лаборатории необходимо строго выполнять все правила техники безопасности и указания преподавателя.

3. Составление отчета о проделанной работе.

К отчету о выполненной работе предъявляются следующие требования:

Отчет должен содержать исчерпывающие данные, как о цели работы, так и о результатах в следующей последовательности:

- задание;
- схема установки и описание методики измерений;
- первичные экспериментальные результаты за подписью преподавателя;
- результаты обработки экспериментальных данных, включая графики, таблицы;
- общие выводы о работе и заключение, о качестве исследованных материалов.

Текст отчета должен быть написан аккуратно и разборчиво от руки или представлен в виде распечатки, после компьютерной верстки. В обоих случаях текст должен представлять собой логическое изложение существа вопроса. Недопустимо приведение формул, таблиц без разъяснений всех обозначений и сокращений. Отчет должен быть понятен для каждого читающего без каких-либо дополнительных вопросов у составителей отчета.

4. После представления отчета студент должен иметь, как минимум, поверхностные знания по контрольным вопросам к работе, имеющимся в методических указаниях, и ему выставляется балл, которым оценена данная лабораторная работа.

### 6. Промежуточная аттестация (контролируемые компетенции–ПКС-3)

### **Список основных вопросов к зачету**

В чем суть метода узловых потенциалов?

Что представляет собой модель линейной электрической цепи?

Чем отличаются прямые и итерационные методы решения СЛАУ?

Что называют расширенной матрицей коэффициентов при неизвестных?

В чем суть метода Гаусса?

Как будет выглядеть расширенная матрица на каждом шаге алгоритма метода Гаусса при решении системы уравнений

$$X_1 + 3X_2 - X_3 = 3,$$

$$-X_1 - 2X_2 + 4X_3 = 1,$$

$$X_1 + 3X_2 + 2X_3 = 6.$$

Что такое вектор начальных приближений?

Что называют областью сходимости итерационных методов?

Чем отличаются методы Якоби и Зейделя?

Что такое корреляция, аппроксимация, интерполяция?

Что представляют собой математические модели элементов системы? Как они формируются?

Чем определяется точность модели?

Что такое область адекватности?

Точное описание некоторого свойства технического объекта дается выражением  $Y = X^2$ .

Какова область адекватности математической модели  $Y = 2X - 1$  (в одномерном пространстве переменной  $X$ ), если точность модели должна быть не хуже 20 %?

В чем суть метода наименьших квадратов?

Что представляют собой модели диодов и каков смысл их параметров?

Какова природа диффузионной и барьерной емкости?

Чем определяется коэффициент  $Q$  в модели (3.4)?

Что представляет собой модель диодной схемы на постоянном токе?

Как определить рабочую точку диода?

В чем суть методов простых итераций и Ньютона - Рафсона?

Что представляют собой статические модели биполярного транзистора? Каков смысл их параметров?

В чем суть метода узловых потенциалов?

Как формируются узловые уравнения?

Как источник напряжения заменить эквивалентным источником тока?

В чем заключается метод Ньютона-Рафсона для системы уравнений?

Чем примечателен метод движущейся области сходимости?

Что называют комплексной частотной характеристикой?

Почему при формировании эквивалентной схемы модели постоянные источники напряжения замыкаются накоротко, а постоянные источники тока размыкаются?

Зачем единичный источник напряжения на входе схемы преобразуется в единичный источник тока?

Как формируются вектор узловых токов и матрица узловых проводимостей?

В чем отличие неопределенной матрицы узловых проводимостей от определенной?

Почему матрица узловых проводимостей представлена как сумма трех матриц –  $Y_C$ ,  $Y_L$  и  $Y_R$ ?

В чем суть методов численного интегрирования?

Что отличает явные и неявные методы интегрирования?

Чем определяется точность численного интегрирования?

Что отличает устойчивости системы ОДУ и метода численного интегрирования ОДУ?

Как найти собственные значения матрицы Якоби?

Что называют постоянными времени системы?

Какие системы называют жесткими?

Чем обусловлена необходимость автоматического выбора шага численного интегрирования ОДУ при анализе переходных процессов?

В чем суть метода трех зон?

В чем заключается метод Рунге – Кутты – Мерсона?

Какие основные процедуры включает в себя метод конечных разностей?

Какие важные допущения приняты в лабораторной работе? Как они повлияли на точность и сложность расчетов?

Каким образом можно повысить точность анализа полей в печатной плате?

Чем определяется величина шага сетки?

Возможны ли другие краевые условия? Какие?

### ***Методические рекомендации при подготовке к зачету***

Подготовка студентов к зачету включает проработку лекций, в течение семестра и непосредственную подготовку в дни, предшествующие зачету, включая, конечно, подготовку к коллоквиумам, тестированию, выполнению лабораторных работ и их защите.

Для подготовки к ответам по вопросам к зачету (они выдаются в конце семестра) студент должен использовать не только курс лекций, но и основную и дополнительную литературу для выработки умения давать развернутые ответы на поставленные вопросы.

В ходе подготовки к зачету студенту необходимо обращать внимание не только на уровень запоминания, но и на степень понимания изучаемых вопросов. А это достигается не простым заучиванием, а усвоением прочных систематизированных знаний, аналитическим мышлением. Следовательно, непосредственная подготовка к зачету должна в разумных пропорциях сочетать и запоминание, и понимание программного материала.

### ***Распределение баллов текущего, рубежного контроля и экзамена***

№		Общая сумма	1-я точка	2-я точка	3 точка
<b>1.</b>	<b>Текущий контроль</b>				
	Посещение занятий	10 баллов	3 балла	3 балла	4 балла
	Выполнение и защита лабораторных работ	21 балл	7 баллов	7 баллов	7 баллов
<b>2.</b>	<b>Рубежный контроль</b>				
	Тестирование	15 баллов	5 баллов	5 баллов	5 баллов
	Коллоквиум	24 балла	8 баллов	8 баллов	8 баллов
<b>Итого</b>		<b>70 баллов</b>	<b>23 балла</b>	<b>23 балла</b>	<b>24 балла</b>

### ***Критерии оценивания***

При освоении дисциплины формируются компетенции ПК-3. Указанная компетенция формируется в соответствии со следующими этапами:

- формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (лекционные занятия, самостоятельная работа студентов);
- приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (лабораторные работы, самостоятельная работа студентов);
- закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями (лабораторные работы, практики, выпускная квалификационная работа).

**Критерии оценки качества освоения дисциплины, завершающейся зачетом**

<b>Баллы (рейтинговой оценки)</b>	<b>Результат освоения</b>	<b>Требования к уровню сформированности компетенций</b>
61-70	Зачтено (без процедуры сдачи зачета)	Обучающийся освоил знания, умения и навыки входящие в состав компетенции: ПК-3 – способность проводить анализ причин брака при изготовлении изделий микроэлектроники и давать рекомендации по их устранению и предупреждению.
36-61	Зачтено (с процедурой сдачи зачета)	Обучающийся проявляет компетенцию ПК-3, но не в полном объеме входящих в их состав действий. Обучающийся может допустить некоторые неточности, негрубые ошибки, затрудняться в изложении материала, но правильно отвечать на задаваемые ему вопросы.
менее 36 балла	не допущен к зачету	Компетенция не сформирована

**«Зачтено»** выставляется обучающемуся, продемонстрировавшему полное, всестороннее, осознанное правильное знание программного материала и изложившему ответ логично, грамотно, убедительно, готового к дальнейшему профессиональному совершенствованию. При ответе обучающийся может допустить некоторые неточности, негрубые ошибки, затрудняться в самостоятельном изложении материала, но правильно отвечать на задаваемые ему вопросы, в результате наводящих вопросов с помощью преподавателя исправлять допущенные ошибки и неточности.

**«Не зачтено»** может быть выставлено обучающемуся, обнаружившему неполное, неосознанное знание учебно-программного материала, допускающему грубые ошибки, неспособному самостоятельно изложить ответ на вопрос, отвечающему неправильно или не дающему ответ на заданные вопросы. Демонстрируемый уровень знаний не может быть признан достаточным для профессиональной деятельности.

Подготовка студентов к зачету включает проработку лекций, в течение семестра и непосредственную подготовку в дни, предшествующие зачету, включая, конечно, подготовку к коллоквиумам, тестированию, выполнению лабораторных работ и их защиту.

Для подготовки к ответам на вопросы (они выдаются в конце семестра) студент должен использовать не только курс лекций, но и основную и дополнительную литературу для выработки умения давать развернутые ответы на поставленные вопросы. В ходе подготовки к зачету, студенту необходимо обращать внимание не только на уровень запоминания, но и на степень понимания изучаемых вопросов. А это достигается не простым заучиванием, а усвоением прочных систематизированных знаний, аналитическим мышлением. Следовательно, непосредственная подготовка к зачету должна в разумных пропорциях сочетать и запоминание, и понимание программного материала.

## 7. Контроль курсовых работ

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом.

**8. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности**

Критерии оценки качества освоения дисциплины приведены в приложении 2.

Таблица 6. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке.

<b>Результаты обучения (компетенции)</b>	<b>Основные показатели оценки результатов обучения</b>	<b>Вид оценочного материала</b>
Способность проводить анализ причин брака при изготовлении изделий микроэлектроники и давать рекомендации по их устранению и предупреждению (ПК-3)	<b>Знать:</b> требования технических регламентов на выпускаемые изделия микроэлектроники; технологические факторы, вызывающие погрешности изготовления изделий микроэлектроники; методы оценки пригодности и воспроизводимости технологических процессов производства изделий микроэлектроники.	Коллоквиум Тестирование Выполнение лабораторных работ
	<b>Уметь:</b> использовать стандартные компьютерные программы для обработки статистических данных; определять причины отклонения параметров готового изделия от заданных; анализировать предложения по изменениям в технологических процессах и предупреждению и ликвидации брака в производстве изделий микроэлектроники.	Коллоквиум Выполнение лабораторных работ
	<b>Владеть:</b> статистическим анализом параметров технологических операций; выявлением и устранением причин отклонения параметров технологических операций от заданных; внесением изменений в технологическую документацию.	Коллоквиум Выполнение лабораторных работ

## **9. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)**

### **Основная литература**

1. Компьютерное моделирование процессов в РЭС: Учебное пособие / Романовский М. Н. - 2016. 101 с.

### **Дополнительная литература**

1. Автоматизация конструкторского и технологического проектирования: Учебное пособие / Жигалова Е. Ф. - 2016. 201 с.
2. Компьютерные технологии в науке, образовании и производстве электронной техники: Учебное пособие / Кручинин В. В., Тановицкий Ю. Н., Хомич С. Л. - 2012. 155 с.
3. Автоматизация проектирования радиоэлектронных средств: учебное пособие для вузов/ Г.Г. Чавка [и др.]; ред.: О.В. Алексеев. - М.: Высшая школа, 2000. - 480 с.
4. Бордовский Г.А. Физические основы математического моделирования: учебное пособие для вузов/ Г.А. Бордовский, А.С. Кондратьев, А.Д.Р. Чоудери.- М: Академия, 2005. - 315с.

### **Периодические издания**

Перечень периодических изданий, получаемых библиотекой КБГУ, в которых студент может ознакомиться с современными достижениями в области радиотехники:

- Журнал технической физики;
- Микроэлектроника;
- Радио;
- Известия высших учебных заведений России. Радиоэлектроника.

### **Интернет-ресурсы**

<http://lib.kbsu.ru/> – Библиотека КБГУ  
<https://elibrary.ru/> – Научная электронная библиотека  
<http://jre.cplire.ru/> – журнал радиоэлектроники  
<http://shemu.ru/> – радио схемы и статьи.  
<http://www.radioliga.com/> – журнал «Радиолюбитель»

## **10. Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий**

1. Студенты имеют доступ к единому образовательному portalу, где могут в открытом доступе пользоваться ресурсами учебно-методической литературы, являющимися разработками ведущих ВУЗОВ России.

2. Для рейтингового контроля используется система компьютерного тестирования на базе программного обеспечения Moodle.

3. При выполнении лабораторного практикума студенты в обязательном порядке проводят обработку экспериментальных данных с применением программных сред Microsoft Excel, MathCad.

4. В рамках обеспечения применения компьютерных технологий в образовательном процессе имеются специализированные компьютерные классы с современным программным обеспечением и имеющим выход в Интернет.



## 11. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническую базу для проведения занятий по дисциплине составляют:

- специализированная аудитория, используемая при проведении занятий лекционного типа, оснащенная мультимедийным проектором и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы;
- рабочее место преподавателя;
- рабочие места студентов.

Мультимедийная презентация, сопровождающая лекцию, позволяет преподавателю акцентировать внимание студенческой аудитории на ключевых вопросах лекции.

Дисциплина обеспечена:

- тестовым материалами в электронной обучающей системе «Moodle» (Открытый университет);
- книжным фондом библиотеки;
- электронными версиями лекций и учебников.

Студенты имеют доступ через Интернет доступ к электронной обучающей системе «Moodle» (Открытый университет), которая позволяет размещать электронные учебные курсы в свободном доступе для студентов университета.

При проведении занятий лекционного типа, семинарских занятий используются:

***лицензионное программное обеспечение и свободно распространяемые программы:***

- Microsoft Office лицензия: Договор №135 от 22.05.2018, договор № л-21100 от 20.09.2017, сертификат от 29.11.2017, договор № 28/2017-31705322460 от 29.08.2017, договор № 18/2016-31603884322 от 12.08.2016, договор № 4/14-08 от 14.08.2015, договор № 1/01-12 от 01.12.2014, договор №0331100002314000061-0003152-01 от 25.11.2014, договор №0331100002314000077-0003152-01 от 29.12.2014, договор №0331100002314000038-0003152-01 от 10.09.2014, сертификат от 20.04.2009, сертификат от 18.06.2008, сертификат от 12.10.2007, сертификат от 14.03.2007;
- архиватор 7z, Adobe Acrobat Reader лицензия: предоставляется бесплатно на условиях по адресу <https://www.adobe.com/ru/legal/terms.html>;
- Mozilla Firefox лицензия: GPL/LGPL/MPL, Google Chrome лицензия: предоставляется бесплатно на условиях лицензионных соглашений на программное обеспечение с открытым исходным кодом по адресу <https://code.google.com/intl/ru/chromium/terms.html>.

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. Специализированное помещение для инвалидов расположено по адресу: 360004, Кабардино-Балкарская республика, г. Нальчик, ул. Чернышевского, 173, главный учебный корпус университета, аудитория №145.

В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

- альтернативной версией официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;
- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;
- для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху – дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий, обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;
- для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, созданы материально-технические условия, обеспечивающие возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, объекту питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

Лист изменений (дополнений) в рабочей программе  
дисциплины (модуля)

**Б1.В.ДВ.03.02 «КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В  
ЭЛЕКТРОНИКЕ»**

по направлению подготовки **11.03.03 Радиотехника средств направленность (профиль)**  
**Интегрированные системы безопасности** на 20 – 20 учебный год

№ п/п	Элемент (пункт) РПД	Перечень вносимых изменений	Примечание

*Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры*

протокол № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 г.

**Заведующий кафедрой**

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
подпись                      расшифровка подписи                      дата

Критерии оценки качества освоения дисциплины

Код компетенции	РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ И ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ				
		Шкала по традиционной пятибалльной системе				
		недопуск	неудовлетворительно	Базовый уровень удовлетворительно/диф. зачет	Продвинутый уровень хорошо/диф. зачет	Высокий уровень отлично/диф. зачет
		Шкала по балльно-рейтинговой системе				
		0 – 35	36 – 60	61 – 80	81 – 90	91 – 100
<b>ПК-3</b> Способен проводить анализ причин брака при изготовлении изделий микроэлектроники и давать рекомендации по их устранению и предупреждению.	<b>Знать:</b> требования технических регламентов на выпускаемые изделия микроэлектроники; технологические факторы, вызывающие погрешности изготовления изделий микроэлектроники; методы оценки пригодности и воспроизводимости технологических процессов производства изделий микроэлектроники.	Не знает	отсутствие знаний о: - принципах работы устройства, возможностях средств контроля технического состояния радиоэлектронной аппаратуры; - методах обработки результатов измерений с использованием средств вычислительной техники.	неполные знания о: - принципах работы устройства, возможностях средств контроля технического состояния радиоэлектронной аппаратуры; - методах обработки результатов измерений с использованием средств вычислительной техники.	в целом успешные знания о: - принципах работы устройства, возможностях средств контроля технического состояния радиоэлектронной аппаратуры; - методах обработки результатов измерений с использованием средств вычислительной техники.	полностью сформированные знания о: - принципах работы устройства, возможностях средств контроля технического состояния радиоэлектронной аппаратуры; - методах обработки результатов измерений с использованием средств вычислительной техники.
	<b>Уметь:</b> использовать стандартные компьютерные программы для обработки статистических данных; определять причины отклонения параметров готового изделия от заданных;	Не умеет	отсутствие или частичное умение: - работать с эксплуатационной документацией по техническому обслуживанию радиоэлектронной аппаратуры; - использовать средства	недостаточное умение:- работать с эксплуатационной документацией по техническому обслуживанию радиоэлектронной аппаратуры; - использовать средства измерения для	в целом успешное умение - работать с эксплуатационной документацией по техническому обслуживанию радиоэлектронной аппаратуры; - использовать средства	полностью сформированное умение - работать с эксплуатационной документацией по техническому обслуживанию радиоэлектронной аппаратуры;

Код компетенции	РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю)	КРИТЕРИИ И ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ				
		Шкала по традиционной пятибалльной системе				
		недопуск	неудовлетворительно	Базовый уровень удовлетворительно/диф. зачет	Продвинутый уровень хорошо/диф. зачет	Высокий уровень отлично/диф. зачет
		Шкала по балльно-рейтинговой системе				
		0 – 35	36 – 60	61 – 80	81 – 90	91 – 100
	анализировать предложения по изменению в технологических процессах и предупреждению и ликвидации брака в производстве изделий микроэлектроники.		измерения для контроля технического состояния радиоэлектронной аппаратуры.	контроля технического состояния радиоэлектронной аппаратуры.	измерения для контроля технического состояния радиоэлектронной аппаратуры.	- использовать средства измерения для контроля технического состояния радиоэлектронной аппаратуры.
	<b>Владеть:</b> статистическим анализом параметров технологических операций; выявлением и устранением причин отклонения параметров технологических операций от заданных; внесением изменений в технологическую документацию.	Не владеет	отсутствие навыков владения: - эксплуатацией радиоэлектронной аппаратуры; - сборкой и настройкой радиоэлектронной аппаратуры.	недостаточное владение: - эксплуатацией радиоэлектронной аппаратуры; - сборкой и настройкой радиоэлектронной аппаратуры.	наличие навыков владения: - эксплуатацией радиоэлектронной аппаратуры; - сборкой и настройкой радиоэлектронной аппаратуры.	успешное владение: - эксплуатацией радиоэлектронной аппаратуры; - сборкой и настройкой радиоэлектронной аппаратуры.