

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

**Кафедра электроники и цифровых
информационных технологий**

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора ИИЭиР

Р.Ш. Тешев

И.о. дир. А.И.И.

« 30 » 05 2023 г.

Направление подготовки

Профиль: Конструирование и технология радиоэлектронных средств

Форма обучения
Очная

Нальчик 2023

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Математическое моделирование электронных устройств» / сост. З.В. Шомахов – Нальчик: КБГУ, 2023 г. 19с.

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Математическое моделирование электронных устройств» предназначена для преподавания магистрантам очной формы обучения по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств в 7 семестре 4 курса.

Рабочая программа составлена с учетом федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «19» сентября 2017 г. № 928.

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>	<i>7</i>
5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации.....	8
Коллоквиум.....	8
<i>Вопросы, выносимые на коллоквиум.....</i>	<i>8</i>
Образцы тестовых заданий.....	10
<i>Методические рекомендации по подготовке к тестированию.....</i>	<i>12</i>
Критерии оценивания.....	12
Задания для лабораторных занятий.....	12
6. Промежуточная аттестация.....	13
7. Контроль курсовых работ.....	15
8. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности.....	16
9. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля).....	17
<i>Основная литература.....</i>	<i>17</i>
<i>Дополнительная литература.....</i>	<i>17</i>
<i>Периодические издания.....</i>	<i>17</i>
<i>Интернет-ресурсы.....</i>	<i>17</i>
10. Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий.....	17
11. Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	18
Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины (модуля).....	19

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является освоение методов моделирования радиотехнических устройств и систем при действии на них радиосигналов и помех.

Основные задачи дисциплины являются изучение методов моделирования сигналов и помех при комплексном описании входных радиосигналов и помех, а также элементов структуры радиоустройств, составляющих базис простейших функциональных элементов.

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 дисциплины по выбору учебного плана по направлению подготовки ВО 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств профиль: «Конструирование и технология радиоэлектронных средств».

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 «Математическое моделирование электронных устройств» 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; Основы теории сигналов.

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 (ПК-3).

Код и наименование индикатора достижения компетенции:

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

- ПК-3.2. Дает предложения по ликвидации брака в производстве изделий микроэлектроники.
- ПК-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 лабораторных работ (ЛР), коллоквиум (К), тестирование (Т).

Таблица 1

	Наименование раздела	Содержание раздела/ темы	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Форма текущего контроля
1	<i>Математические модели и действия над ними</i>	Математический аппарат для моделирования сигналов, устройств и систем. Линейные системы и их математическое описание. Математические модели нелинейных систем. Математические модели случайных величин, процессов и полей. Использование аппарата комплексной огибающей для описания преобразования узкополосных сигналов частотно-селективными устройствами. Квадратурный способ представления комплексной огибающей. Схема получения квадратурных составляющих комплексной огибающей узкополосного сигнала. Моделирование элементов приемного тракта радиотехнических систем с использованием аппарата комплексной огибающей. Метод интеграла наложения для комплексных огибающих.	ПК-3	К, Т, ЛР

2	<i>Методы математической статистики и их применение в радиотехнике</i>	<p>Основные понятия математической статистики. Оценка вероятности случайного события. Определение неизвестных параметров распределения. Элементы регрессионного и дисперсионного анализа. Оценивание характеристик случайных процессов и полей.</p> <p>Основные характеристики статистических оценок. Методы оценки параметров распределения: общий байесовский подход, оценка по максимуму апостериорной плотности вероятности, оценка максимального правдоподобия.</p> <p>Линейное оценивание. Метод наименьших квадратов.</p>	ПК-3	К, Т, ЛР
3	<i>Методологические основы моделирования</i>	<p>Моделирование случайных величин. Моделирование случайных процессов. Моделирование случайных полей. Моделирование случайных потоков и систем массового обслуживания. Математическое моделирование каналов радиотехнических и телекоммуникационных систем.</p> <p>Моделирование случайных величин: метод нелинейного преобразования, обратной функции распределения; метод на основе преобразования нормально распределенных СВ. Метод Неймана; метод кусочной аппроксимации. Сравнительная характеристика методов моделирования случайных величин.</p> <p>Моделирование случайных векторов. Метод условных распределений. Метод Неймана, обобщенный на многомерный случай. Моделирование случайных векторов с заданной корреляционной матрицей.</p> <p>Принципы интерпретации поведения дискретных устройств средствами моделирования. Этапы моделирования. Организация процесса обработки данных. Моделирование и реальное время. Сквозное моделирование. Событийное моделирование. Событийное моделирование в Matlab.</p> <p>Модель приемного тракта радиолокационной системы. Модели адаптивного компенсатора активной шумовой помехи, цифрового</p>	ПК-3	К, Т, ЛР

		согласованного фильтра, системы адаптивной межпериодной компенсации пассивной помехи.		
--	--	---------------------------------------------------------------------------------------	--	--

Структура дисциплины (модуля)

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

Вид работы	Трудоемкость, часы	
	7 семестр	Всего
Общая трудоемкость (в часах)	108	108
Контактная работа (в часах):	56	56
<i>Лекционные занятия (Л)</i>	28	28
<i>Лабораторные занятия (ЛЗ)</i>	28	28
Самостоятельная работа (в часах):	52	52
Курсовая работа (КР)/ Курсовой проект (КП)		
Самостоятельное изучение разделов/тем	25	25
Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	27	27
Вид промежуточной аттестации	экзамен	

Таблица 3. Лекционные занятия

№ п/п	Тема
1.	Математический аппарат для моделирования сигналов, устройств и систем. Линейные системы и их математическое описание. Математические модели нелинейных систем. Математические модели случайных величин, процессов и полей.
2.	Использование аппарата комплексной огибающей для описания преобразования узкополосных сигналов частотно-селективными устройствами. Квадратурный способ представления комплексной огибающей. Схема получения квадратурных составляющих комплексной огибающей узкополосного сигнала.
3.	Моделирование элементов приемного тракта радиотехнических систем с использованием аппарата комплексной огибающей. Метод интеграла наложения для комплексных огибающих.
4.	Основные понятия математической статистики. Оценка вероятности случайного события. Определение неизвестных параметров распределения.
5.	Элементы регрессионного и дисперсионного анализа. Оценивание характеристик случайных процессов и полей.
6.	Основные характеристики статистических оценок. Методы оценки параметров распределения: общий байесовский подход, оценка по максимуму апостериорной плотности вероятности, оценка максимального правдоподобия.
7.	Линейное оценивание. Метод наименьших квадратов.
8.	Моделирование случайных величин. Моделирование случайных процессов. Моделирование случайных полей. Моделирование случайных потоков и систем массового обслуживания. Математическое моделирование каналов радиотехнических и телекоммуникационных систем.
9.	Моделирование случайных величин: метод нелинейного преобразования,

	обратного функции распределения; метод на основе преобразования нормально распределенных СВ. Метод Неймана; метод кусочной аппроксимации. Сравнительная характеристика методов моделирования случайных величин.
10.	Моделирование случайных векторов. Метод условных распределений. Метод Неймана, обобщенный на многомерный случай. Моделирование случайных векторов с заданной корреляционной матрицей.

Таблица 4. Лабораторные занятия

№ п/п	Тема
1.	Математическая имитационная модель оптимального обнаружителя и измерителя дальности до цели
2.	Математическая имитационная модель измерителя угловых координат цели
3.	Математическая имитационная модель измерителя скорости цели
4.	Математическая имитационная модель системы ЦОС с реализацией вычислений в формате с фиксированной точкой

Таблица 5. Самостоятельное изучение разделов дисциплины

№ п/п	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение
1.	Моделирование нелинейных безынерционных преобразований. Общие принципы моделирования нелинейных элементов методом комплексной огибающей. Линейное и квадратичное детектирование узкополосного сигнала. Алгоритм преобразования комплексной огибающей амплитудным ограничителем. Алгоритм преобразования комплексной огибающей при фазовом детектировании. Пример моделирования цифрового демодулятора QPSK-сигнала. Алгоритм преобразования комплексной огибающей при моделировании частотного детектора.
2.	Моделирование гауссовских случайных процессов. Методы нахождения коэффициентов формирующих нерекурсивных и рекурсивных фильтров. Моделирование негауссовских случайных процессов. Общий алгоритм моделирования. Моделирование рэлеевского случайного процесса и процесса с показательным законом распределения.
3.	Принципы интерпретации поведения дискретных устройств средствами моделирования. Этапы моделирования. Организация процесса обработки данных. Моделирование и реальное время. Сквозное моделирование. Событийное моделирование. Событийное моделирование в Matlab. Модель приемного тракта радиолокационной системы. Модели адаптивного компенсатора активной шумовой помехи, цифрового согласованного фильтра, системы адаптивной межпериодной компенсации пассивной помехи.

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

Коллоквиум

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

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

Первый коллоквиум

Математический аппарат для моделирования сигналов, устройств и систем. Линейные системы и их математическое описание. Математические модели нелинейных систем. Математические модели случайных величин, процессов и полей. Использование аппарата комплексной огибающей для описания преобразования узкополосных сигналов частотно-селективными устройствами. Квадратурный способ представления комплексной огибающей. Схема получения квадратурных составляющих комплексной огибающей узкополосного сигнала. Моделирование элементов приемного тракта радиотехнических систем с использованием аппарата комплексной огибающей. Метод интеграла наложения для комплексных огибающих. Моделирование нелинейных безынерционных преобразований. Общие принципы моделирования нелинейных элементов методом комплексной огибающей. Линейное и квадратичное детектирование узкополосного сигнала. Алгоритм преобразования комплексной огибающей амплитудным ограничителем. Алгоритм преобразования комплексной огибающей при фазовом детектировании. Пример моделирования цифрового демодулятора QPSK-сигнала. Алгоритм преобразования комплексной огибающей при моделировании частотного детектора.

Второй коллоквиум

Основные понятия математической статистики. Оценка вероятности случайного события. Определение неизвестных параметров распределения. Элементы регрессионного и дисперсионного анализа. Оценивание характеристик случайных процессов и полей. Основные характеристики статистических оценок. Методы оценки параметров распределения: общий байесовский подход, оценка по максимуму апостериорной плотности вероятности, оценка максимального правдоподобия. Линейное оценивание. Метод наименьших квадратов.

Третий коллоквиум

Моделирование случайных величин. Моделирование случайных процессов. Моделирование случайных полей. Моделирование случайных потоков и систем массового обслуживания. Математическое моделирование каналов радиотехнических и телекоммуникационных систем. Моделирование случайных величин: метод нелинейного преобразования, обратной функции распределения; метод на основе преобразования нормально распределенных СВ. Метод Неймана; метод кусочной аппроксимации. Сравнительная характеристика методов моделирования случайных величин. Моделирование случайных векторов. Метод условных распределений. Метод Неймана, обобщенный на многомерный случай. Моделирование случайных векторов с заданной корреляционной матрицей. Моделирование гауссовских случайных процессов. Методы нахождения коэффициентов формирующих нерекурсивных и рекурсивных фильтров. Моделирование негауссовских случайных процессов. Общий алгоритм моделирования. Моделирование рэлеевского случайного процесса и процесса с показательным законом распределения. Принципы интерпретации поведения дискретных устройств средствами моделирования. Этапы моделирования. Организация процесса обработки данных. Моделирование и реальное время. Сквозное моделирование. Событийное моделирование. Событийное моделирование в Matlab. Модель приемного тракта радиолокационной системы. Модели адаптивного компенсатора активной шумовой помехи, цифрового согласованного фильтра, системы адаптивной межпериодной компенсации пассивной помехи.

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

Оценка			
неудовлетворительно 2 балла	удовлетворительно 4 балла	хорошо 6 баллов	отлично 8 баллов
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.

Образцы тестовых заданий

(контролируемые компетенции – ПК-3)

Обратное дискретное преобразование Фурье применяется для:

1. определения спектра сигнала;
2. определения спектральных гармоник;
3. определения кепстра сигнала;
4. восстановления сигнала по известному спектру.

Линейная (апериодическая) свертка дискретных сигналов применяется для:

1. вычисления спектра;
2. вычисления кепстра;
3. восстановления сигнала по известному спектру;
4. вычисления взаимной корреляции двух сигналов.

Рекурсивные дискретные системы имеют:

1. всегда конечную (КИХ) импульсную характеристику;
2. всегда бесконечную (БИХ) импульсную характеристику;
3. конечную (КИХ) или бесконечную (БИХ) импульсную характеристику.

Для сдвига сигнала на 1 такт необходимо Z - преобразование сигнала умножить на:

1. на z ;
2. на $1/z$;
3. на x ;
4. на nT .

Квадратичный критерий синтеза фильтров:

1. максимизирует средний квадрат расстояния между требуемой и реализуемой АЧХ;
2. минимизирует средний квадрат расстояния между требуемой и реализуемой АЧХ;
3. усредняет квадрат расстояния между требуемой и реализуемой АЧХ;
4. усредняет расстояние между требуемой и реализуемой АЧХ.

Какой сигнал называется цифровым?

1. Сигнал с дискретным фазовым пространством и дискретным кодированным временем;
2. Сигнал с непрерывным фазовым пространством и непрерывным временем;

3. *Сигнал с дискретным кодированным фазовым пространством и непрерывным временем;*
4. *Сигнал с непрерывным фазовым пространством и дискретным кодированным временем.*

Для дискретизации сигналов с граничной частотой F_{\max} можно использовать частоту дискретизации:

1. F_{\max} ;
2. $2 F_{\max}$;
3. *Меньше F_{\max} ;*
4. *Больше 0, но меньше F_{\max} .*

Спектры дискретных сигналов обладают свойством:

1. *периодичности по мощности;*
2. *периодичности по амплитуде;*
3. *периодичности по частоте;*
4. *периодичности по фазе.*

Рекурсивные дискретные системы:

1. *всегда имеют связь вперед;*
2. *всегда имеют обратную связь;*
3. *всегда имеют связь вперед и обратную связь;*
4. *не имеют обратных связей.*

Z - преобразование является:

1. *нелинейным;*
2. *линейным;*
3. *квадратичным;*
4. *квадратурным.*

При параллельном соединении цифровых фильтров:

1. *передаточные функции суммируются;*
2. *передаточные функции вычитаются;*
3. *передаточные функции перемножаются;*
4. *передаточные функции по каскаду делятся.*

Фильтры с конечной импульсной характеристикой:

1. *всегда неустойчивы;*
2. *всегда устойчивы;*
3. *неустойчивы в небольшом диапазоне сигналов;*
4. *устойчивы в некоторых точках.*

Проектирование КИХ-фильтров по критерию равномерного приближения осуществляется с помощью:

1. *алгоритма Герцеля;*
2. *алгоритма Ньютона;*
3. *алгоритма Ремеза;*
4. *алгоритма Гаусса.*

Как осуществляется равномерная дискретизация?

1. *С использованием амплитудного модулятора;*
2. *С использованием амплитудно-фазового модулятора;*
3. *С использованием тактового генератора с переменной частотой;*
4. *С использованием тактового генератора с постоянной частотой.*

Быстрая свертка применяется при вычислении свертки двух сигналов:

1. *неограниченной длительности;*
2. *бесконечной длительности;*
3. *большой длительности (более 500 отсчетов);*
4. *малой длительности (менее 50 отсчетов).*

Нерекурсивные дискретные системы являются:

1. *всегда неустойчивыми;*
2. *всегда устойчивыми;*
3. *устойчивыми в некоторой области частот и неустойчивыми в остальной области частот;*
4. *устойчивыми при малом уровне сигнала и неустойчивыми при большом уровне сигнала.*

При параллельном соединении цифровых фильтров передаточные функции:

1. *последовательно вычитаются;*
2. *все суммируются;*
3. *все перемножаются;*
4. *последовательно делятся друг на друга.*

При последовательном соединении цифровых фильтров передаточные функции:

1. *последовательно вычитаются;*
2. *все суммируются;*
3. *все перемножаются;*
4. *последовательно делятся друг на друга.*

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

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

Задания для лабораторных занятий

(контролируемые компетенции – ПК-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 – ПК-3)

Список основных вопросов к экзамену

1. Математический аппарат для моделирования сигналов, устройств и систем. Линейные системы и их математическое описание.
2. Математические модели нелинейных систем.
3. Математические модели случайных величин, процессов и полей.

4. Использование аппарата комплексной огибающей для описания преобразования узкополосных сигналов частотно-селективными устройствами.
5. Квадратурный способ представления комплексной огибающей.
6. Схема получения квадратурных составляющих комплексной огибающей узкополосного сигнала.
7. Моделирование элементов приемного тракта радиотехнических систем с использованием аппарата комплексной огибающей.
8. Метод интеграла наложения для комплексных огибающих.
9. Моделирование нелинейных безынерционных преобразований.
10. Общие принципы моделирования нелинейных элементов методом комплексной огибающей.
11. Линейное и квадратичное детектирование узкополосного сигнала.
12. Алгоритм преобразования комплексной огибающей амплитудным ограничителем.
13. Алгоритм преобразования комплексной огибающей при фазовом детектировании.
14. Пример моделирования цифрового демодулятора QPSK-сигнала.
15. Алгоритм преобразования комплексной огибающей при моделировании частотного детектора.
16. Основные понятия математической статистики.
17. Оценка вероятности случайного события.
18. Определение неизвестных параметров распределения.
19. Элементы регрессионного и дисперсионного анализа.
20. Оценивание характеристик случайных процессов и полей.
21. Основные характеристики статистических оценок.
22. Методы оценки параметров распределения: общий байесовский подход, оценка по максимуму апостериорной плотности вероятности, оценка максимального правдоподобия.
23. Линейное оценивание.
24. Метод наименьших квадратов.
25. Моделирование случайных величин.
26. Моделирование случайных процессов.
27. Моделирование случайных полей.
28. Моделирование случайных потоков и систем массового обслуживания. Математическое моделирование каналов радиотехнических и телекоммуникационных систем.
29. Моделирование случайных величин: метод нелинейного преобразования, обратного функции распределения; метод на основе преобразования нормально распределенных СВ.
30. Метод Неймана; метод кусочной аппроксимации.
31. Сравнительная характеристика методов моделирования случайных величин.
32. Моделирование случайных векторов.
33. Метод условных распределений.
34. Метод Неймана, обобщенный на многомерный случай.
35. Моделирование случайных векторов с заданной корреляционной матрицей.
36. Моделирование гауссовских случайных процессов.
37. Методы нахождения коэффициентов формирующих нерекурсивных и рекурсивных фильтров.

Методические рекомендации при подготовке к экзамену

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

Для подготовки к ответам на экзаменационные 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 экзамену 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 экзамену 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
1.	Текущий контроль				
	Посещение занятий	10 баллов	3 балла	3 балла	4 балла
	Выполнение и защита лабораторных работ	21 балл	7 баллов	7 баллов	7 баллов
2.	Рубежный контроль				
	Тестирование	15 баллов	5 баллов	5 баллов	5 баллов
	Коллоквиум	24 балла	8 баллов	8 баллов	8 баллов
	Итого	70 баллов	23 балла	23 балла	24 балла
3.	Экзамен	30 баллов	min – 15, max – 30 баллов		

Критерии оценивания

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

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

Сформированность компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- базовый уровень (**оценка «удовлетворительно»**) является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- продвинутый уровень (**оценка «хорошо»**) характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;
- высокий уровень (**оценка «отлично»**) характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

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.

Результаты обучения (компетенции)	Основные показатели оценки результатов обучения	Вид оценочного материала
Способность проводить анализ причин брака при изготовлении изделий микроэлектроники и давать рекомендации по их устранению и предупреждению (ПК-3)	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.	Коллоквиум Тестирование Выполнение лабораторных работ
	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.	Коллоквиум Выполнение лабораторных работ
	Владеть: 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. Шелухин О. И. Моделирование информационных систем. Учебное пособие для вузов. М.: Горячая линия - Телеком, 2012. (В свободном доступе) <https://www.twirpx.com/file/754374/>
2. Лоу А.М. Кельтон В.Д. Имитационное моделирование / А.М. Лоу-3-е изд. – СПб.: Питер, 2004. (В свободном доступе) <https://www.twirpx.com/file/1746669/>
3. Федоров И.Б. Информационные технологии в радиотехнических системах. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2011.
4. Дьяконов В.П. Matlab и Simulink для радиоинженеров. М.: ДМК Пресс, 2011.

Дополнительная литература

1. Борисов Ю.П., Валуев А.А., Евсиков Ю.А. Моделирование аудиоустройств и систем методом комплексных амплитуд. – М.: Издательство МЭИ, 1991.
2. Борисов Ю.П., Евсиков Ю.А., Обрезков Г.В., Чиликин В.М. Сборник задач по автоматизированному проектированию устройств и систем. – М.: Издательство МЭИ, 1981.
3. Евсиков Ю.А., Чапурский В.В. Преобразование случайных процессов в радиотехнических устройствах. – М.: Высшая школа, 1977.

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 Exell, MathCad.

4. В рамках обеспечения применения компьютерных технологий в образовательном процессе имеются специализированные компьютерных класса 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.09.01 «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ»**

по направлению подготовки **11.03.03 Конструирование и технология
электронных средств** направленность (профиль)

Конструирование и технология радиоэлектронных средств на 20 – 20 учебный год

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

*Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры
Электроники и цифровых информационных
технологий, протокол № _____ от « _____ »
_____ 2023 г.*

Заведующий кафедрой

_____/Р.Ш. Тешев/_____
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
ПК-3 Способен проводить анализ причин брака при изготовлении изделий микроэлектроники и давать рекомендации по их устранению и предупреждению.	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.	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.
	Уметь: 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 изменением 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.
	Владеть: 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.