

Рабочая программа дисциплины (модуля) «**Цифровая обработка сигналов**» /сост. Р.Ю. Кармокова – Нальчик: КБГУ, 2024 г., 24 с.

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Цифровая обработка сигналов» предназначена для студентов 3 курса, очной формы обучения по специальности 12.05.01 Электронные и оптико-электронные приборы и системы специального назначения в 6 семестре.

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Цифровая обработка сигналов» составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по специальности **12.05.01 Электронные и оптико-электронные приборы и системы специального назначения**, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «09» февраля 2018 г. № 93.

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) | 5 |
| 4. Содержание и структура дисциплины (модуля) | 5 |
| 5. Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости..... | 8 |
| 5.1. Коллоквиум..... | 8 |
| 5.2. Образцы тестовых заданий..... | 9 |
| 5.3. Задания для лабораторных занятий..... | 11 |
| 6. Промежуточная аттестация..... | 12 |
| 6.1. Список основных вопросов к устному экзамену..... | 12 |
| 6.2. Методические рекомендации при подготовке к экзамену..... | 13 |
| 6.3. Распределение баллов текущего, рубежного контроля и экзамена..... | 13 |
| 6.4. Критерии оценивания..... | 14 |
| 7. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности..... | 14 |
| 8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)..... | 16 |
| 9. Программное обеспечение современных информационно- коммуникационных технологий..... | 18 |
| 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины..... | 18 |
| 10.1 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья..... | 20 |
| Приложение 1..... | 21 |
| Приложение 2..... | 22 |

1. Цели и задачи освоение дисциплины (модуля)

Целью изучения дисциплины «Цифровая обработка сигналов» является: формирование у студентов знаний основ теории и математического аппарата цифровой обработки сигналов (ЦОС); овладение основными методами и технологическими приемами цифровой фильтрации, обработки и преобразования данных в современных радиоэлектронных устройствах; умение правильно применять полученные знания на практике и использовать их в области цифровой обработки сигналов.

Основными **задачами** дисциплины являются:

- заложить основы теории цифровой обработки сигналов на примере проектирования цифровых фильтров частотной селекции и дискретных преобразований;
- изложить постановку и методику решения задачи аппроксимации в классе КИХ- и БИХ-цепей;
- научить методике анализа влияния собственных шумов и неточного представления весовых коэффициентов на качество работы систем ЦОС;
- дать представление о постановке и решение задачи оптимального проектирования систем ЦОС; заложить основы теории многоскоростной обработки сигналов и ее применения для эффективной реализации цифровых фильтров в классе КИХ- и БИХ-цепей;
- ознакомить с основами теории двумерных цифровых цепей.

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:

Профессиональный стандарт 29.004 "Специалист в области проектирования и сопровождения производства оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов", утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 24 декабря 2015 г. № 1141н.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Б1.В.02 учебного плана по специальности **12.05.01 Электронные и оптико-электронные приборы и системы специального назначения**, специализация "Оптико-электронные информационно-измерительные приборы и системы"

При освоении дисциплины обучающийся сможет частично продемонстрировать следующие обобщенные трудовые функции (ОТФ): Проектирование и конструирование оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.

Трудовая функция (ТФ): Определение условий и режимов эксплуатации, конструктивных особенностей разрабатываемой оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов (профессиональный стандарт 29.004 Специалист в области проектирования и сопровождения производства оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов, код А/01.6, уровень квалификации -6).

Изучение дисциплины «Цифровая обработка сигналов» опирается на знания, умения и компетенции, приобретённые и сформированные в результате изучения модуля «Математика», «Метрология, стандартизация и сертификация», «Теоретические основы электротехники».

Дисциплина «Цифровая обработка сигналов» является основой для дальнейшего изучения дисциплины «Методы сжатия изображений».

3. Требования к результатам освоение дисциплины

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

общефессиональной компетенции (ОПК-1):

Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем и применять методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и сопровождением производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов, эксплуатацией и организацией функционирования электронных и оптико-электронных систем специального назначения.

Код и наименование индикатора достижения компетенции:

ОПК - 1.1. Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и сопровождением производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов, эксплуатацией и организацией функционирования электронных и оптико-электронных систем специального назначения

ОПК - 1.2. Способен применять методы математического анализа и моделирования для решения проблем, возникающих в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и сопровождением производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов, эксплуатацией и организацией функционирования электронных и оптико-электронных систем специального назначения.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

знать: математический аппарат описания линейных цифровых цепей и дискретных сигналов; математические основы проектирования линейных цифровых фильтров в классе КИХ- и БИХ-цепей; дискретное преобразование Фурье, алгоритм БПФ, быстрая свертка; основы многоскоростной обработки сигналов и методы построения цифровых фильтров с прореживанием по времени и по частоте; основы анализа эффектов квантования в цифровых цепях; математические основы описания двумерных цифровых цепей и сигналов.

уметь: применять свои знания к решению практических задач цифровой обработки сигналов.

владеть: навыками использования методов и алгоритмов преобразования и обработки сигналов в цифровых цепях с применением моделирующей среды MATLAB при построении современных систем специального назначения.

4. Содержание и структура дисциплины (модуля)

В таблице 1 приводится описание содержания дисциплины, структурированное по разделам, с указанием по каждому разделу формы текущего контроля: защита лабораторной работы (ЛР), коллоквиум (К), тестирование (Т).

Таблица 1

| № раздела | Наименование раздела | Содержание раздела | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Форма текущего контроля |
|-----------|----------------------|---|---|-------------------------|
| 1 | 2 | 3 | | 4 |
| 1. | От аналоговых | Дискретизация и восстановление непрерывных сигналов. Дискретизация узкополосных | ОПК-1 | К, Т, ЛР |

| | | | | |
|----|--|---|--------------|-----------------|
| | сигналов к дискретным | сигналов. Спектр дискретного сигнала. Нормировка времени и частоты. Z-преобразование и его действия. Дискретные случайные сигналы: одно- и двумерные статистические параметры, спектральная плотность мощности, дискретный белый шум, дискретный вариант теоремы Винера-Хинчина. | | |
| 2. | Дискретные системы, способы описания | Способы описания дискретных систем и взаимные преобразования между ними: импульсная характеристика, функция передачи, разностное управление, нули и полюсы, полюсы и вычеты, пространство сочетаний. Все пропускающие (фазовые) фильтры. Симметричные фильтры. Система первого порядка: простейшие фильтры нижних и внешних частот. Система второго порядка: условие устойчивости, резонатор и режектор второго порядка. Преобразование случайного процесса и дискретной системе. Структурные схемы (формы реализации) дискретных фильтров. Импульсные характеристики некоторых идеализированных фильтров: фильтр нижних частот, преобразователь Гильберта, дифференцирующий фильтр, фильтр задержки. | ОПК-1 | К, Т, ЛР |
| 3. | Спектр и спектральный анализ дискретных сигналов | Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Соотношение между ДПФ и спектром дискретного сигнала. Быстрые алгоритмы вычисления ДПФ. Взаимосвязь ДПФ и дискретной фильтрации: алгоритм Герцеля, алгоритмы быстрой свертки с секционированием. Растекание спектра. Весовые функции (окна). | ОПК-1 | К, Т, ЛР |
| 4. | Синтез дискретных фильтров | Классификация методов синтеза. Синтез по аналоговому прототипу: метод инвариантной импульсной характеристики, метод билинейного преобразования. Прямые методы синтеза не рекурсивных фильтров: минимизация квадратической ошибки, минимаксная оптимизация, синтез с использованием весовых функций (окон). | ОПК-1 | К, Т, ЛР |
| 5. | Эффекты квантования | Способы представления чисел в цифровых системах. Форматы с фиксированной и плавающей запятой. Шум квантования. Оптимальное неравномерное квантование. Эффекты квантования в цифровых фильтрах: погрешности представления коэффициентов, округление промежуточных результатов, переполнения, предельные циклы. Масштабирование коэффициентов цифровых фильтров. Влияние формы реализации фильтра | ОПК-1 | К, Т, ЛР |

| | | | | |
|----|------------------------------------|--|--------------|-----------------|
| | | на проявление эффектов квантования. Аналитическое описание собственных шумов цифровых фильтров | | |
| 6. | Адаптивная обработка сигналов | Основные понятия адаптивной обработки сигналов. Оптимальный дискретный фильтр Винера. Градиентный поиск оптимального решения. Адаптивный алгоритм LMS. Детерминированная задача оптимальной фильтрации. Адаптивный алгоритм RLS. Применение адаптивных фильтров. | ОПК-1 | К, Т, ЛР |
| 7. | Многоскоростная обработка сигналов | Изменение частоты дискретизации: интерполяция, прореживание, передискретизация с рациональным коэффициентом. Полифазные структуры. Полифазная реализация процессов интерполяции и прореживания. | ОПК-1 | К, Т, ЛР |

Структура дисциплины (модуля)

Таблица 2. Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часов)

| Вид работы | Трудоемкость, часов | |
|--|---------------------|------------------|
| | 6 семестр | Всего |
| Общая трудоемкость (в часах) | 144 | 144 |
| Контактная работа (в часах): | 51 | 51 |
| Лекции (Л) | 34 | 34 |
| Лабораторные работы (ЛР) | 17 | 17 |
| Самостоятельная работа (в часах): | 66 | 66 |
| Курсовой проект (КП)/ Курсовая работа (КР) | не предусмотрены | не предусмотрены |
| Самостоятельное изучение разделов | 66 | 66 |
| Подготовка и прохождение промежуточной аттестации | 27 | 27 |
| Вид промежуточной аттестации | Экзамен | Экзамен |

Таблица 3. Лекционные занятия

| № п/п | Тема |
|-------|--|
| 1. | От аналоговых сигналов к дискретным |
| 2. | Дискретные системы, способы описания |
| 3. | Спектр и спектральный анализ дискретных сигналов |
| 4. | Дискретные фильтры и их реализация |
| 5. | Синтез дискретных фильтров |
| 6. | Эффекты, обусловленные квантованием |
| 7. | Адаптивная обработка сигналов |
| 8. | Многоскоростная обработка сигналов |

Таблица 4. Лабораторные работы

| № п/п | Наименование лабораторных работ |
|-------|--|
| 1. | Генерирование дискретных сигналов различной формы в пакете MATLAB – 2 ч |
| 2. | Расчет и построение графика аналогового сигнала, восстановленного по дискретным отсчетам – 2 ч |
| 3. | Исследование дискретных систем - 4 ч |
| 4. | Дискретное преобразование Фурье – 4 ч |
| 5. | Изменение частоты дискретизации сигнала – 3 ч |

Таблица 5. Самостоятельное изучение разделов дисциплины

| № п/п | Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение |
|-------|--|
| 1. | Дискретные случайные сигналы: одно- и двумерные статистические параметры |
| 2. | Импульсные характеристики некоторых идеализированных фильтров |
| 3. | Растекание спектров. Весовые функции (окна). |
| 4. | Прямые методы синтеза нерекурсивных фильтров |
| 5. | Аналитическое описание собственных шумов цифровых фильтров. |
| 6. | Каскадные структуры «интегратор – гребенчатый фильтр». |

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

5.1. Коллоквиум

В семестре проводятся 3 коллоквиума, которые оцениваются по 8 баллов каждый.

Вопросы, выносимые на коллоквиум

(контролируемые компетенции ОПК-1)

Первый коллоквиум

1. Дискретизация и восстановление непрерывных сигналов.
2. Теорема Котельникова
3. Дискретизация узкополосных сигналов.
4. Спектр дискретного сигнала.
5. Нормировка времени и частоты.
6. Z-преобразование и его свойства.
7. Дискретные случайные сигналы.
8. Способы описания дискретных систем и взаимные преобразования между ними.
9. Линейные системы
10. Спектральный анализ
11. Фильтрация, быстрая свертка
12. Системы первого порядка: простейшие фильтры нижних и верхних частот.
13. Симметричные фильтры.
14. Все пропускающие (фазовые) фильтры.
15. Системы второго порядка: условие устойчивости, резонатор и режектор второго порядка.

Второй коллоквиум

1. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ).
2. Соотношение между ДПФ и спектром дискретного сигнала.
3. Быстрые алгоритмы вычисления ДПФ.
4. Взаимосвязь ДПФ и дискретной фильтрации.
5. Весовые функции (окна).

6. Классификация методов синтеза.
7. Синтез по аналоговому прототипу.
8. Прямые методы синтеза нерекурсивных фильтров.
9. Структурные схемы (формы реализации) дискретных фильтров.
10. Импульсные характеристики некоторых идеализированных фильтров
11. Эффекты квантования в цифровых фильтрах.
12. Способы представления чисел в цифровых системах.
13. Форматы с фиксированной и плавающей запятой.
14. Шум квантования.
15. Оптимальное неравномерное квантование.

Третий коллоквиум

1. Преобразование случайного процесса в дискретной системе.
2. Масштабирование коэффициентов цифровых фильтров.
3. Влияние формы реализации фильтра на проявление эффектов квантования.
4. Аналитическое описание собственных шумов цифровых фильтров.
5. Изменение частоты дискретизации.
6. Полифазные структуры.
7. Полифазная реализация процессов интерполяции и прореживания.
8. Каскадные структуры «интегратор – гребенчатый фильтр».
9. Непрерывное вейвлет-преобразование.
10. Дискретное вейвлет-преобразование.
11. Банки фильтров.
12. Применения банков фильтров: шумоподавление, компрессия звука и изображения.

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. |

5.2. Образцы тестовых заданий (контролируемые компетенции, ОПК-1)

1. Основными параметрами гармонического сигнала являются:

- а) амплитуда A и частота ω ;
- б) Амплитуда A и начальная фаза φ ;
- в) Амплитуда A , начальная фаза φ и частота ω ;
- г) Частота ω и начальная фаза φ .

2. Как определяется детерминированный сигнал?

- а) значение этого сигнала в любой момент времени определяется точно.
- б) в любой момент времени этот сигнал представляет собой случайную величину, которая принимает конкретное значение с некоторой вероятностью.
- в) в любой момент времени этот сигнал представляет собой не случайную величину, которая принимает конкретное значение с некоторой вероятностью.
- г) Значение этого сигнала нельзя определить точно в любой момент времени.

3. Выберите формулу прямого преобразования Фурье?

- а) $S(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t) e^{-j\omega t} dt$
- б) $S(\omega) = \int_0^T s(t) s(t - \tau) dt$
- в) $S(\omega) = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} s(t) e^{-j\omega t} dt$
- г) $S(\omega) = \frac{1}{\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{s(t)}{t - \tau} dt$

4. Дискретное преобразование Фурье используется для?

- а) корреляционного анализа;
- б) анализа предельных циклов;
- в) спектрального анализа;
- г) квантового анализа.

5. При обработке сигналов приходится увеличивать или уменьшать частоту дискретизации сигналов. Что производит функция перераспределения?

- а) повышает чистоту дискретизации в целое число раз.
- б) изменяет частоту дискретизации в произвольное число раз.
- в) понижает чистоту дискретизации в целое число раз.
- г) повышает чистоту дискретизации в произвольное число раз.

6. Какое свойство не относится к дискретному преобразованию Фурье?

- а) линейность;
- б) круговая свертка;
- в) задержка;
- г) симметрия.

7. Z – преобразование имеет свойства:

- а) нелинейность;
- б) цикличность;
- в) линейность, задержка, свертка
- г) сопряженность.

8. Преобразование Фурье (ПФ) используется для:

- а) преобразования только периодических сигналов из временной области в частотную область и обратно;
- б) фильтрации нежелательных частот сигналов;
- в) преобразования непериодических сигналов из временной области в частотную;
- г) сжатия дискретных сигналов.

9. Сигнал, непрерывно изменяющийся и по аргументу и по значению:

- а) аналоговый;

- б) дискретно-аналоговый;
- в) цифровой.

10. Периодические сигналы:

- а) $s(t) = s(t + T)$;
- б) $s(t) = U \sin(2\pi/T)$;
- в) $s(t) = at$.

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 35 % правильно выполненных заданий. | 36-65% правильно выполненных заданий. | 66-85% правильно выполненных заданий. | 86-100% правильно выполненных заданий. |

**5.3. Задания для лабораторных занятий
(контролируемые компетенции ОПК-1)**

Лабораторный практикум является важным элементом обучения, т.к. прививает навыки самостоятельной работы и умение применять компьютерные системы и пакеты прикладных программ для проектирования и исследования радиотехнических устройств пакетами прикладных программ различными приборами и инструментами.

Пример типовой лабораторной работы
«Генерирование дискретных сигналов различной формы в пакете MATLAB».

Цель работы: освоение методов создания в Matlab сигналов различной формы; изучение методов преобразования сигналов: модуляция (умножение), суммирование, нелинейное преобразование.

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, уметь задать параметры схемы и основные расчетные формулы. Студенты, не подготовившиеся к работе в соответствии с этими требованиями, к выполнению работы не допускаются.

2. Выполнение работы. Этот этап осуществляется на ПК в соответствии с методическими указаниями, которые содержатся в описании к каждой работе. Результаты моделирования проверяются преподавателем. Студент в идеале должен уметь анализировать полученные результаты.

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;
- результаты обработки экспериментальных данных, включая графики, таблицы;
- общие выводы о работе и заключение.

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, ОПК-1)*

6.1. Список основных вопросов к устному экзамену

1. Дискретизация и восстановление непрерывных сигналов.
2. Дискретизация узкополосных сигналов.
3. Спектр дискретного сигнала.
4. Нормировка времени и частоты.
5. Z-преобразование и его свойства.
6. Дискретные случайные сигналы.
7. Способы описания дискретных систем и взаимные преобразования между ними.
8. Все пропускающие (фазовые) фильтры.
9. Симметричные фильтры.
10. Системы первого порядка: простейшие фильтры нижних и верхних частот.
11. Системы второго порядка: условие устойчивости, резонатор и режектор второго порядка.
12. Преобразование случайного процесса в дискретной системе.

13. Структурные схемы (формы реализации) дискретных фильтров.
14. Импульсные характеристики некоторых идеализированных фильтров.
15. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ).
16. Формулы прямого и обратного ДПФ.
17. Соотношение между ДПФ и спектром дискретного сигнала.
18. Быстрые алгоритмы вычисления ДПФ.
19. Взаимосвязь ДПФ и дискретной фильтрации.
20. Алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ) с прореживанием по времени..
21. Весовые функции (окна).
22. Классификация методов синтеза.
23. Синтез по аналоговому прототипу.
24. Прямые методы синтеза нерекурсивных фильтров.
25. Способы представления чисел в цифровых системах.
26. Форматы с фиксированной и плавающей запятой.
27. Преимущества и недостатки форматов представления чисел с фиксированной запятой.
28. Преимущества и недостатки форматов представления чисел с плавающей запятой.
29. Шум квантования.
30. Оптимальное неравномерное квантование.
31. Эффекты квантования в цифровых фильтрах.
32. Масштабирование коэффициентов цифровых фильтров.
33. Влияние формы реализации фильтра на проявление эффектов квантования.
34. Аналитическое описание собственных шумов цифровых фильтров.
35. Изменение частоты дискретизации.
36. Полифазные структуры.
37. Передискретизация сигнала, структурная схема процесса.
38. Полифазная реализация процессов интерполяции и прореживания.
39. Каскадные структуры «интегратор – гребенчатый фильтр».
40. Многокаскадные структуры при интерполяции и прореживании.

6.2. Методические рекомендации при подготовке к экзамену

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

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.

6.3. 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 | | |

6.4. Критерии оценивания

При освоении дисциплины формируется компетенция ОПК-1. 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.

Критерии оценки качества освоения дисциплины приведены в приложении 2.

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

Таблица 6. Результаты освоения учебной дисциплины, подлежащие проверке.

| Результаты обучения (компетенции) | Основные показатели оценки результатов обучения | Вид оценочного материала |
|--|--|---------------------------------|
|--|--|---------------------------------|

| | | |
|--|---|---|
| <p>ОПК-1. Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем и применять методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и сопровождением производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов, эксплуатацией и организацией функционирования электронных и оптико-электронных систем специального назначения.</p> <p>Код и наименование индикатора достижения компетенции: ОПК - 1.1 Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и сопровождением производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов, эксплуатацией и организацией функционирования электронных и оптико-электронных систем специального назначения</p> <p>ОПК - 1.2. Способен применять методы математического анализа и моделирования для решения проблем, возникающих в инженерной деятельности,</p> | <p><u>Знать</u> основные проблемы моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и сопровождением производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.</p> <p><u>Уметь</u> выявлять проблемы при моделировании, проектировании, конструировании и сопровождении производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.</p> <p><u>Владеть</u> методами моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и сопровождением производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов систем специального назначения.</p> <p><u>Знать</u> основные методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и сопровождением производства оптических и оптико-электронных</p> | <p>Выполнение и защита лабораторных работ; типовые оценочные материалы для устного опроса (<i>раздел 5.1.</i>); типовые тестовые задания (<i>раздел 5.2.</i>); типовые оценочные материалы к экзамену (<i>раздел 6.</i>).</p> <p>Выполнение и защита лабораторных работ; типовые оценочные материалы для устного опроса (<i>раздел 5.1.</i>);</p> |
|--|---|---|

| | | |
|--|--|--|
| <p>связанной с проектированием, конструированием и сопровождением производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов, эксплуатацией и организацией функционирования электронных и оптико-электронных систем специального назначения.</p> | <p>приборов и комплексов, эксплуатацией и организацией функционирования электронных и оптико-электронных систем специального назначения.</p> <p>Уметь применять методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и сопровождением производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.</p> <p>Владеть навыками эксплуатации и организации функционирования электронных и оптико-электронных систем специального назначения</p> | <p>типовые тестовые задания (<i>раздел 5.2.</i>); типовые оценочные материалы к экзамену (<i>раздел 6.</i>).</p> |
|--|--|--|

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература

1. Оппенгейм, А. Цифровая обработка сигналов : учебник / А. Оппенгейм, Р. Шафер. — 3-е изд., испр. — Москва : Техносфера, 2012. — 1048 с. — ISBN 978-5-94836-329-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/73524>.
2. Афанасьев, А. А. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие / А. А. Афанасьев, А. А. Рыболовлев, А. П. Рыжков. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2019. — 356 с. — ISBN 978-5-9912-0611-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/176119>.
3. Матвеев, Ю. Н. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие / Ю. Н. Матвеев. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2013. — 166 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/43698>
4. «Матвеев, А. И. Цифровая обработка изображений в OpenCv. Практикум / А. И. Матвеев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 104 с. — ISBN 978-5-507-46249-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/303413>» URL: <https://e.lanbook.com/book/303413>.

Дополнительная литература

1. Прикладные методы цифровой обработки сигналов в радиотехнических системах : учебное пособие / П. П. Клименко, В. Т. Корниенко, А. М. Макаров [и др.]. — Ростов-на-Дону : ЮФУ, 2021. — 130 с. — ISBN 978-5-9275-3802-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/195361>
2. Заболотник, Н. А. Цифровая обработка сигналов: практикум : учебное пособие / Н. А. Заболотник, В. А. Устюгов, П. А. Макаров. — Сыктывкар : СГУ им. Питирима Сорокина, 2022. — 53 с. — ISBN 978-5-87661-790-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/332246>
3. Григорьевых, Е. А. Цифровая обработка сигналов: лабораторный практикум : учебное пособие / Е. А. Григорьевых, Д. Г. Хафизов, Р. Г. Хафизов. — Йошкар-Ола : ПГТУ, 2024 — Часть 2 — 2024. — 44 с. — ISBN 978-5-8158-2390-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/424286>

Интернет-ресурсы

1. <http://lib.kbsu.ru/> - Библиотека КБГУ.
2. <http://www.garant.ru/> - Справочная правовая система «Гарант».
3. <http://www.consultant.ru/> - Справочная правовая система «КонсультантПлюс».
4. <http://www.studmedlib.ru> - ЭБС «Консультант студента»
5. http://www.ph4s.ru/book_electronika.html - Образовательный проект А.Н. Варгина
6. <http://www.Russianelectronics.ru> -портал «Время электроники»;
7. <http://www.platan.ru> – каталог электронных компонентов;
8. <http://metodist.lbz.ru/iumk/nano/lections.php> - видеоролики по нанотехнологии;
9. <http://nano.fcior.edu.ru> – каталог научно- образовательных ресурсов для nanoиндустрии.
10. <https://www.sciencedirect.com/> - Полнотекстовая база данных ScienceDirect.

Современные профессиональные базы данных

| №п /п | Наименование электронного ресурса | Краткая характеристика | Адрес сайта | Наименование организации-владельца; реквизиты договора | Условия доступа |
|--------------------------------|---|--|---|--|---|
| РЕСУРСЫ ДЛЯ ОБРАЗОВАНИЯ | | | | | |
| 1. | ЭБС «Лань» | Электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний. | https://e.lanbook.com/ | ООО «ЭБС ЛАНЬ» (г. Санкт-Петербург) Договор №55/ЕП-223 от 08.02.2024 г. Активен до 15.02.2025г. | Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ) |
| 2. | Национальная электронная библиотека РГБ | Объединенный электронный каталог фондов российских библиотек, содержащий 4 331 542 электронных документов образовательного и научного характера по различным отраслям знаний | https://rusneb.ru/ | ФГБУ «Российская государственная библиотека» Договор №101/НЭБ/1666-п от 10.09.2020г. Бессрочный | Авторизованный доступ с АРМ библиотеки (ИЦ, ауд.№115) |
| 3. | ЭБС «IPSMART» | 107831 публикаций, в т.ч.: 19071 – учебных изданий, 6746 – научных изданий, 700 коллекций, 343 журнала ВАК, 2085 аудиоизданий. | http://iprbookshop.ru/ | ООО «Ай Пи Эр Медиа» (г. Красногорск, Московская обл.) №156/24П от 04.04.2024 г. срок предоставления лицензии: 12 мес. | Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ) |
| 4. | ЭБС «Юрайт» для ВО | Электронные версии 8000 наименований учебной и научной литературы издательств «Юрайт» для ВО и электронные версии периодических изданий по различным | https://urait.ru/ | ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (г. Москва) Договор №54/ЕП-223 От 08.02.2024 г. | Полный доступ (регистрация по IP-адресам КБГУ) |

| | | | | | |
|--------------------------|--|--|---|--|--|
| | | областям знаний. | | Активен по 28.02.2025 г. | |
| РЕСУРСЫ ДЛЯ НАУКИ | | | | | |
| 5. | Научная электронная библиотека (НЭБ РФФИ) | Электр. библиотека научных публикаций - около 4000 иностранных и 3900 отечественных научных журналов, рефераты публикаций 20 тыс. журналов, а также описания 1,5 млн. зарубежных и российских диссертаций; 2800 росс. журналов на безвозмездной основе | http://elibrary.ru | ООО «НЭБ» Лицензионное соглашение №14830 от 01.08.2014г. Бессрочное | Полный доступ |
| 6. | Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина | Более 500 000 электронных документов по истории Отечества, российской государственности, русскому языку и праву | http://www.prlib.ru | ФГБУ «Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина» (г. Санкт-Петербург) Соглашение от 15.11.2016г. Бессрочный | Авторизованный доступ из библиотеки (ауд. №115, 214) |
| 7. | Polpred.com. Новости. Обзор СМИ. Россия и зарубежье | Обзор СМИ России и зарубежья. Полные тексты + аналитика из 600 изданий по 53 отраслям | http://polpred.com | ООО «Полпред справочники» Безвозмездно (без официального договора) | Доступ по IP-адресам КБГУ |

9 Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий

1. Студенты имеют доступ через Интернет доступ к единому образовательному portalу, где в открытом доступе имеются ресурсы учебно-методической литературы, являющиеся 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 P7 - Офис, Simlntech.

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

10 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для реализации рабочей программы дисциплины имеются учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, а также помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной

техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КБГУ.

Перечень материально-технического обеспечения дисциплины включает в себя:

- **Учебная аудитория для проведения учебных занятий - 238**, оснащенная оборудованием и техническими средствами обучения (ноутбук, проектор, интерактивная доска, доска стационарная). Комплект учебной мебели – 24 посадочных мест.
- **учебная лаборатория для проведения учебных занятий- 235**, оснащенная оборудованием:
 - Лабораторный комплекс устройств и обработки сигналов в составе 6 работ УОС1, УОС2, УОС3, УОС4, УОС5, УОС6 (разработчик РОСУЧПРИБОР);
 - Измерительные приборы и оборудование по исследованию статических, динамических и частотных параметров и характеристик диодов, осциллографы, генераторы, осциллографы, источники питания, компьютеры – 2 шт.
 - доска стационарная, комплект учебной мебели –12 посадочных мест.
- **помещение для самостоятельной работы - 311, Электронный читальный зал №3. Читальный зал естественных и технических наук**, оснащен комплектом учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КБГУ. 22 посадочных места. Компьютерная техника обеспечена необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства. Электронно-библиотечные системы и электронная информационно-образовательная среда КБГУ обеспечивают доступ (удаленный доступ) обучающимся, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.
- **помещение для самостоятельной работы – 115 Электронный читальный зал №1**, оснащен комплектом учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КБГУ. 28 посадочных мест. Компьютерная техника обеспечена необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства. Электронно-библиотечные системы и электронная информационно-образовательная среда КБГУ обеспечивают доступ (удаленный доступ) обучающимся, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

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.

В ходе проведения лабораторных занятий по дисциплине студенты получают навыки генерирования дискретных сигналов различной формы в пакете *SimIntech*, моделирование объектов и процессов, навыки математической статистики и анализа данных. Студенты имеют доступ к единому образовательному portalу, где могут в открытом доступе

пользоваться ресурсами учебно-методической литературы, являющимися разработками ведущих ВУЗов РФ.

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.

Для проведения занятий имеется необходимый комплект лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

При проведении занятий лекционного типа, семинарских занятий используются ***лицензионное программное обеспечение и свободно распространяемые программы:***

1. Антивирусное средство для защиты ПК (продление) Kaspersky Endpoint Security.
2. Система оптического распознавания текста (продление) SETERE OCR
3. Многофункциональный редактор (продление) Content Reader PDF 15 Business.
4. РЕД ОС. Техническая поддержка для образовательных учреждений на 1 год. Конфигурация: Сервер. Стандартная редакция. Базовый уровень.
5. РЕД ОС. Техническая поддержка для образовательных учреждений на 1 год. Конфигурация: Рабочая станция. Стандартная редакция. Базовый уровень.
6. Российский кроссплатформенный пакет приложений для совместной работы с офисными документами Р7-Офис.
7. Многофункциональный кроссплатформенный графический редактор AliveColors Business.
8. Комплекс программ автоматизации решения задач конструкторско-технологической подготовки производства и бизнес-процессов САПР Грация.
9. Предоставление неисключительных прав на использование программного обеспечения Системы Spider Project Professional.
10. Программный продукт, основанный на исходном коде свободного проекта Wine, предназначенный для запуска Windows-приложений на операционных системах семейства Linux.

свободно распространяемые программы:

7Zip;

DjVu Plug-in;

Система локальной сети КБГУ предоставляет возможность одновременной работы большого количества пользователей как в локальной сети вуза, так и через сеть «Интернет» с соблюдением требований информационной безопасности и ограничением доступа к информации. Электронная информационно – образовательная среда КБГУ позволяет осуществлять работу обучающихся из любой точки доступа, в том числе извне вуза.

Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ограниченными возможностями здоровья созданы специальные условия для получения образования. В целях доступности получения высшего образования по образовательным программам инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья университетом обеспечивается:

1. Альтернативная версия официального сайта в сети «Интернет» для слабовидящих;
2. Для инвалидов с нарушениями зрения (слабовидящие, слепые) - присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь, дублирование вслух справочной информации о расписании учебных занятий; наличие средств для усиления остаточного зрения, брайлевской компьютерной техники, видеоувеличителей, программ не визуального доступа к информации,

программ-синтезаторов речи и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями зрения;

3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху (слабослышащие, глухие) – звукоусиливающая аппаратура, мультимедийные средства и другие технические средства приема-передачи учебной информации в доступных формах;

4. 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, объекты питания, туалетные и другие помещения университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие расширенных дверных проемов, поручней и других приспособлений).

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

а) для слабовидящих:

- на экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- задания для выполнения, а также инструкция о порядке проведения зачете/экзамена оформляются увеличенным шрифтом;

- задания для выполнения на экзамене зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту;

- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

- студенту для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

в) для глухих и слабослышащих:

- на зачете/экзамене присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- зачет/экзамен проводится в письменной форме;

- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости поступающим предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- по желанию студента экзамен может проводиться в письменной форме;

д) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента экзамен проводится в устной форме.

**Лист изменений (дополнений) в рабочей программе
дисциплины (модуля) «Цифровая обработка сигналов»**
по специальности 12.05.01 Электронные и оптико-электронные приборы и системы
специального назначения,
специализация: «Оптико-электронные информационно-измерительные приборы и
системы» на 2025 – 2026 учебный год

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

Обсуждена и рекомендована на заседании кафедры

электроники и цифровых информационных технологий,

протокол № _____ от « ____ » _____ 2024 г.

Заведующий кафедрой _____ / Р.Ш. Тешев / _____

подпись расшифровка подписи дата

| 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 |
| ОПК-1 Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем и применять методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и сопровождением производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов, эксплуатацией и организацией функционирования электронных систем | Знать основные методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и сопровождением производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов, эксплуатацией и организацией функционирования электронных систем | Не знает | отсутствие знаний основных методов математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и сопровождением производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов, эксплуатацией и организацией функционирования электронных систем специального назначения. | неполные знания основных методов математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и сопровождением производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов, эксплуатацией и организацией функционирования электронных систем | в целом успешные знания основных методов математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и сопровождением производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов, эксплуатацией и организацией функционирования электронных систем | полностью сформированные знания основных методов математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и сопровождением производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов, эксплуатацией и организацией функционирования электронных систем специального назначения |

| 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 |
| | | 0 – 35 | 36 – 60 | 61 – 80 | 81 – 90 | 91 – 100 |
| электронных и оптико-электронных систем специального назначения. | специального назначения. | | | специального назначения. | систем специального назначения. | назначения. |
| | Уметь применять методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и сопровождением производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. | Не умеет | отсутствие или частичное умение применять методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и сопровождением производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. | недостаточное умение применять методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и сопровождением производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. | в целом успешное умение применять методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и сопровождением производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. | полностью сформированное умение применять методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и сопровождением производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. |

| 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 |
| | Владеть методами моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и сопровождением производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов систем специального назначения. | Не владеет | отсутствие навыков использования методов моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и сопровождением производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов систем специального назначения. | недостаточное владение навыками использования методов моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и сопровождением производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов систем специального назначения. | наличие навыков использования методов моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и сопровождением производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов систем специального назначения. | успешное владение использованием методов моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и сопровождением производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов систем специального назначения. |