

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»



Декан факультета информационных технологий
и компьютерной безопасности
А.В. Бредихин

« 28 » 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Цифровая обработка сигналов»

Специальность 10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных систем

Специализация специализация № 9 "Управление безопасностью телекоммуникационных систем и сетей"

Квалификация выпускника специалист по защите информации

Нормативный период обучения 5 лет и 6 м.

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2025

Автор программы

С.А. Ермаков

Заведующий кафедрой
Систем информационной
безопасности

А.Г. Остапенко

Руководитель ОПОП

С.С. Куликов

Воронеж 2025

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Формирование и закрепление общепрофессиональных и профессиональных компетенций, направленных на знание и владение основными процедурами цифровой обработки сигналов (ЦОС): спектральному анализу, цифровой фильтрации, адаптивной обработке при разработке современных цифровых систем.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- ознакомить с принципами и алгоритмами ЦОС;
- сформировать представление о методиках синтеза и автоматизированного проектирования элементов и систем ЦОС;
- обеспечить приобретение навыков применения полученных знаний к решению прикладных задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Цифровая обработка сигналов» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Цифровая обработка сигналов» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-11 - Способен применять положения теории в области электрических цепей, радиотехнических сигналов, распространения радиоволн, кодирования, электрической связи, цифровой обработки сигналов для решения задач профессиональной деятельности.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-11	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none">- способы описания дискретных сигналов и устройств;- типовые структурные схемы устройств цифровой обработки, их основные свойства и характеристики;- математические модели дискретных систем и область их применения; <p>основные методы расчета устройств цифровой обработки сигналов.</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none">- проводить анализ структурных схем; моделировать на ЭВМ основные типы устройств цифровой обработки сигналов;- применять основные методы расчета устройств

	цифровой обработки сигналов; составлять структурные схемы устройств цифровой обработки.
	Владеть: - методами оценки эффективности цифровых систем связи; - способами решения основных задач цифровой обработки сигналов; методами анализа надежности цифровых систем.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Цифровая обработка сигналов» составляет 4 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		5
Аудиторные занятия (всего)	108	108
В том числе:		
Лекции	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	72	72
Самостоятельная работа	36	36
Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой	+	+
Общая трудоемкость: академические часы зач.ед.	144 4	144 4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий
очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Основные понятия ЦОС, дискретные схемы и сигналы	Введение. Основные понятия ЦОС Дискретизация сигналов Линейные дискретные системы Спектры дискретизированных сигналов ЦАП и АЦП Изменение частоты дискретизации Разностные уравнения, Z-преобразование основные понятия Разностные уравнения, Z-преобразование практическое применение	14	26	12	52
2	Частотно-временные преобразования дискретных сигналов	Дискретное преобразование Фурье Быстрое преобразование Фурье Растекание спектра, различные виды окон Применение окон, технология OFDM	8	16	8	32

3	Основы цифровой фильтрации сигналов	Нерекурсивные фильтры, основные понятия КИХ-фильтры, методы расчета Преобразования КИХ-фильтров в частотной и временной области Особенности применения КИХ-фильтров Рекурсивные фильтры, основные понятия Методы синтеза БИХ-фильтров	10	20	10	40
4	Квантование в цифровых системах	Эффекты квантования в цифровых устройствах Особенности проектирования цифровых систем с учетом квантования	4	10	6	20
Итого			36	72	36	144

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Исследование характеристик простейших КИХ-фильтров – 14 ч.
2. Исследование и применение дискретного преобразования Фурье – 9 ч.
3. Исследование свойств различных видов окон – 8 ч.
4. Синтез и исследование КИХ-фильтров – 20 ч.
5. Синтез и исследование БИХ-фильтров – 10 ч.
6. Исследование эффектов конечной разрядности чисел – 7 ч.
7. Исследование алгоритмов изменения частоты дискретизации – 4 ч.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-11	- знать способы описания дискретных сигналов и устройств; - знать типовые структурные схемы устройств цифровой обработки, их основные свойства и характеристики; - знать математические модели дискретных систем и	Знание учебного материала и использование учебного материала в процессе выполнения заданий	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	область их применения; - знать основные методы расчета устройств цифровой обработки сигналов.			
	- уметь проводить анализ структурных схем; моделировать на ЭВМ основные типы устройств цифровой обработки сигналов; - уметь применять основные методы расчета устройств цифровой обработки сигналов; - уметь составлять структурные схемы устройств цифровой обработки.	Умение использовать учебный материал в процессе выполнения лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	- владеть методами оценки эффективности цифровых систем связи; - владеть способами решения основных задач цифровой обработки сигналов; - владеть методами анализа надежности цифровых систем.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-11	- знать способы описания дискретных сигналов и устройств; - знать типовые структурные схемы устройств цифровой обработки, их основные свойства и характеристики; - знать математические модели дискретных систем и область их применения; - знать	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

основные методы расчета устройств цифровой обработки сигналов.						
- уметь проводить анализ структурных схем; моделировать на ЭВМ основные типы устройств цифровой обработки сигналов; - уметь применять основные методы расчета устройств цифровой обработки сигналов; - уметь составлять структурные схемы устройств цифровой обработки.	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены	
- владеть методами оценки эффективности цифровых систем связи; - владеть способами решения основных задач цифровой обработки сигналов; - владеть методами анализа надежности цифровых систем.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены	

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Как определяется детерминированный сигнал? (а)

- 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.

2. Какими параметрами определяется гармонический сигнал? (в)

- а. Амплитудой A , и частотой ω .
- б. Амплитудой A , и начальной фазой φ .
- в. Амплитудой A , и частотой ω и начальной фазой φ .
- г. Частотой ω и начальной фазой φ .

3. Какая из представленных формул является формулой прямого преобразования Фурье? (а)

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. Импульсная характеристика это: (а)

- а. Отклик на воздействие δ -функции.
- б. Отклик на воздействие в виде функции Хэвисайда.
- в. Отклик на воздействие в виде прямоугольного импульса.
- г. Передаточная функция.

5. Процесс преобразования аналогового сигнала в последовательность значений, называется: (в)

- а. Квантование сигнала по уровню.
- б. Получение цифрового сигнала.
- в. Дискретизацией сигнала.
- г. Модуляцией сигнала.

6. Z-преобразование имеет свойства: (в)

- а. Нелинейность.
- б. Цикличность.
- в. Линейность, задержка, свертка.
- г. Сопряженность.
- д.

7. Какие бывают формы дискретных фильтров: (г)

- а. Каноническая, транспонированная, последовательная, эллиптическая.

- б. Каноническая, балансная, параллельная, эллиптическая.
 - в. Транспонированная, последовательная, параллельная, эллиптическая.
 - г. Каноническая, транспонированная, последовательная, параллельная.
8. При обработке сигналов приходится увеличивать или уменьшать частоту дискретизации сигналов. Что производит функция передискретизации? (б)
- а. Повышает частоту дискретизации в целое число раз.
 - б. Изменение частоты дискретизации в произвольное число раз.
 - в. Понижение частоты дискретизации в целое число раз.
 - г. Повышение частоты дискретизации в произвольное число раз.
9. Дискретное преобразование Фурье используется для: (в)
- а. Корреляционного анализа.
 - б. Анализа предельных циклов.
 - в. Спектрального анализа.
 - г. Квантового анализа.
10. Какое свойство не относится к дискретному преобразованию Фурье (в):
- а. Линейность.
 - б. Круговая свертка.
 - в. Задержка.
 - г. Симметрия.
11. Какой из вариантов вывода идеи быстрого преобразования Фурье является ложным: (г)
- а. БПФ не является приближенным алгоритмом.
 - б. Применение БПФ имеет смысл, если число элементов в анализируемой последовательности является степенью числа 2.
 - в. Алгоритм БПФ предназначен для одновременного расчета всех спектральных отсчетов $X(n)$.
 - г. Алгоритм БПФ не предназначен для одновременного расчета всех спектральных отсчетов $X(n)$.
12. Эффекты, связанные с конечной разрядностью представления чисел в цифровых системах, разделяются на категории. Какой из вариантов не относится к ним? (б)
- а. Шум квантования, возникает при аналого-цифровом преобразовании.
 - б. Искажение характеристик.
 - в. Переполнение разрядной сетки.

г. Округление промежуточных результатов вычисления.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач
Не предусмотрен учебным планом.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач
Не предусмотрен учебным планом.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Преимущества и недостатки ЦОС, области применения.
2. Основы цифровой фильтрации, усредняющий фильтр, интегратор.
3. Линейные цифровые системы. Импульсная характеристика. Реакция на сигнал произвольной формы.
4. Частотные характеристики цифровых устройств, связь с импульсной характеристикой, периодичность ЧХ.
5. Спектры дискретных сигналов, основные соотношения.
6. Соотношение спектров непрерывного и дискретного сигналов.
7. Восстановление непрерывного сигнала по спектру дискретного сигнала.
8. Спектр произведения и спектр свертки дискретных сигналов.
9. ЦАП, спектр на его выходе, интерполирующий ЦАП.
10. АЦП, квадратурный АЦП, оцифровка на ПЧ.
11. Разностные уравнения, как способ описания устройств ЦОС, связь со схемами реализации.
12. Уменьшение частоты дискретизации (децимация), область применения.
13. Повышение частоты дискретизации (интерполяция), способы, область применения.
14. Нецелочисленная интерполяция.
15. Z-преобразование, основные формулы, вычисление прямого Z-преобразования
16. Вычисление обратного Z-преобразования
17. Связь Z-преобразования с частотными характеристиками, геометрическая интерпретация.
18. Дискретное преобразование Фурье. Основные соотношения.
19. Свойства ДПФ, линейность, сдвиг, симметрия.
20. Свертка последовательностей, ДПФ свертки.
21. БПФ, особенности алгоритма, выигрыш по быстродействию.
22. Отличия круговой и линейной свертки. Секционированная свертка. Метод быстрой свертки.
23. Вычисление обратного ДПФ с помощью БПФ.
24. Растекание спектра, согласованное прямоугольное окно, ортогональные сигналы.
25. Применение окон в спектральных преобразованиях. Основные виды окон.
26. Общие черты и различия окон Фон Ханна, Хэмминга и Блекмэна.
27. Основы технологии OFDM, модуляция, демодуляция.

28. Циклический префикс в OFDM, окно Тьюки.
29. Фильтры с характеристикой конечной длины. Условия линейности ФЧХ.
30. КИХ-фильтры с нечетным количеством коэффициентов, их особенности.
31. КИХ-фильтры с четным количеством коэффициентов, их особенности.
32. Расчет КИХ-фильтра методом окна. Преимущества и недостатки. Метод частотной выборки.
33. Расчет КИХ-фильтров методом Ремеза.
34. Расчет КИХ-фильтров методом наименьших квадратов.
35. Преобразование ФНЧ в ФВЧ, полосовой и режекторный КИХ-фильтры.
36. Согласованные и адаптивные КИХ-фильтры.
37. БИХ-фильтры, их особенности, нелинейность фазы.
38. БИХ-Фильтры с нулевой ФЧХ, всепропускающие фильтры.
39. Метод инвариантного преобразования ИХ.
40. Метод билинейного преобразования.
41. Эффекты квантования в цифровых устройствах. Линейная модель шумов квантования. Статистические свойства шумов.
42. Квантование входного и выходного сигнала. Собственный шум квантования устройств ЦОС.
43. Динамический диапазон устройств ЦОС.
44. Уменьшение шума квантования за счет повышения частоты дискретизации. Однобитовые АЦП.

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

Не предусмотрен учебным планом.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой	Наименование оценочного средства
-------	--	--------------------	----------------------------------

		компетенции	
1	Основные понятия ЦОС, дискретные схемы и сигналы	ОПК-11	Тест, выполнение лабораторных работ, зачет
2	Частотно-временные преобразования дискретных сигналов	ОПК-11	Тест, выполнение лабораторных работ, зачет
3	Основы цифровой фильтрации сигналов	ОПК-11	Тест, выполнение лабораторных работ, зачет
4	Квантование в цифровых системах	ОПК-11	Тест, выполнение лабораторных работ, зачет

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Зачет проводится согласно учебного плана в соответствии с перечнем вопросов для подготовки к зачету.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная:

1. Лайонс Р. Цифровая обработка сигналов: Второе издание. Пер. с англ. / Под ред. А. А. Бритова - М.: ООО «Бином-Пресс», 2006. - 656 с. – ISBN 5-9518-0149-4
2. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов : учеб. пособие. – 2-е изд. – СПб. : Питер, 2006. – 751 с. – (Учебник для вузов). – ISBN 5-469-00816-9 : 321-00
3. Новожилов О.П. Основы цифровой техники : учеб. пособие / О. П.

Новожилов ; О.П.Новожилов. - М. : РадиоСофт, 2004. - 528с. : ил. - ISBN 5-93037-116-4 : 253.00.

4. Румянцев К.Е. Прием и обработка сигналов : учеб. пособие / К. Е. Румянцев. - М. : Академия, 2004. - 528 с. - (Высшее профессиональное образование). - ISBN 5-7695-1459-0 : 291-00.

Дополнительная:

1. Солонина А.И. Алгоритмы и процессоры цифровой обработки сигналов : учеб. пособие / А. Солонина, Д. Улахович, Л. Яковлев ; А. Солонина, Д.Улахович, Л.Яковлев. - СПб. : БХВ-Петербург, 2002. - 464с. : ил. - ISBN 5-94157-065-1. - 125-00.
2. Оппенгейм, А. Цифровая обработка сигналов / А. Оппенгейм, Р. Шафер. - 3-е изд., испр. - М. : Техносфера, 2012. - 1048 с. - (Мир радио-электроники). - ISBN 978-5-94836-329-5 : 1235-00.
3. Умняшкин, С.В. Теоретические основы цифровой обработки и представления сигналов : Учеб. пособие / С. В. Умняшкин. - М. : ИНФРА - М, 2012. - 304 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-8199-0357-5; 978-5-16-003277-1 : 375-00.

Методические разработки:

1. Борисов В. И. Устройства цифровой обработки и защиты информации: Проектирование КИХ-фильтров без умножителей на основе модулярной арифметики [Электронный ресурс] : учеб. пособие. Ч.1 / В. И. Борисов [и др.]. - Воронеж : ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2007. - 1 файл. - 30-00.
2. Савинский П.Л. Основы цифровой обработки сигналов [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / П. Л. Савинский. - Электрон. текстовые, граф. дан. (1648 Кбайт). - Воронеж : ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2011. - 1 файл. - 30-00.
3. В.И. Борисов, А.В. Гармонов, А.Г. Остапенко, П.Л. Савинский, Г.А. Кащенко, Д.Е. Морев Методы оптимального проектирования устройств цифровой обработки и защиты информации [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. И. Борисов [и др.]. - Воронеж : ВГТУ, 2002. - 98 с. - С дискетой. - 20.00.
4. В.И. Борисов, А.В. Гармонов, А.Г. Остапенко, П.Л. Савинский, Г.А. Кащенко, Д.Е. Морев Проектирование КИХ-фильтров без умножителей на основе симметрирования АЧХ с учетом особенностей их реализации на ПЛИС. Учеб. пособие
5. Савинский П.Л., Поздышева О.В. Методические указания к лабораторным работам по дисциплинам "Цифровая обработка сигналов", «Цифровая обработка сигналов (2 часть)» для студентов специальностей 090302 "Информационная безопасность телекоммуникационных систем", 210601 «Радиоэлектронные системы и комплексы», и направления 210400.62 «Радиотехника» (профиль «Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов»)

очной и заочной формы обучения [Электронный ресурс] / Каф. систем информационной безопасности; Сост. П. Л. Савинский, О.В. Поздышева. - Электрон. текстовые, граф. дан. (867,3 Кб). – Воронеж : ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2015. - 1 файл. - 00-00.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

<http://eios.vorstu.ru/>

<http://www.studentlibrary.ru/>

<http://znanium.com/>

<http://e.lanbook.com/>

<http://www.iprbookshop.ru/>

<http://www.dsplib.ru/>

<http://www.kit-e.ru/>

GNU Octave – свободная система для математических вычислений

Mathworks Matlab&Simulink – среда технических вычислений/визуального имитационного моделирования

PTC MathCAD – среда технических вычислений

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой.

Дисплейный класс, оснащенный компьютерными программами для проведения лабораторных занятий.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Цифровая обработка сигналов» читаются лекции, проводятся лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения;

	<p>помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.</p>
Лабораторная работа	<p>Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.</p>
Самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:</p> <ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	<p>Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом с оценкой три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.</p>

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	Изменение компетенций на ОПК-11	06.03.2023	