

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Радиоэлектроники и телекоммуникационных систем»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №13 от 02 июня 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ»

Направление: 10.03.01 Информационная безопасность

Организация и технологии защиты информации (в сфере техники и технологии)

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Дмитриев Алексей
Александрович
Дата подписания: 27.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Ченский Александр
Геннадьевич
Дата подписания: 27.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Сибиряк Юрий
Владимирович
Дата подписания: 30.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Цифровая обработка сигналов» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ОПК ОС-3 Способность применять положения электротехники, электроники и схемотехники для решения профессиональных задач	ОПК ОС-3.3

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ОПК ОС-3.3	Знает современные методы теории информации и способы цифровой обработки сигналов. Может работать с основными параметрами цифровых сигнальных процессоров; способен классифицировать их влияние на выбор подходящей микросхемы	Знать Основные алгоритмы цифрового преобразования сигналов, основные схемы преобразования аналогового сигнала Уметь Пользоваться компьютерными средствами для организации расчетов и создания документов и для визуализации результатов расчетов Владеть Навыками применения норм и стандартов технической документации в соответствующих конструкторских задачах при решении задач цифрового преобразования

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Цифровая обработка сигналов» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Математика», «Физика», «Теория информации»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Сети и системы передачи информации»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 4 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия, в том числе:	64	64
лекции	16	16
лабораторные работы	32	32

практические/семинарские занятия	16	16
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	44	44
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 5

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Сигналы и их преобразования при цифровой обработке	1	3	1	4	1, 2, 3	6	4	20	Устный опрос
2	Цифровые фильтры на основе разностных уравнений и дискретной временной свертки	2	2	2	4	4	2	2	8	Устный опрос
3	Цифровые фильтры с конечной импульсной характеристикой на основе дискретного преобразования Фурье и частотной выборки. Фильтры с бесконечной импульсной характеристикой	3	2	3	4	5	2	6	4	Устный опрос
4	Методы спектрального анализа дискретных сигналов на основе ДПФ	4	3			6, 7	3	1	2	Устный опрос
5	Алгоритмы быстрого преобразования Фурье	5	3	4, 5	10	8	1	5	4	Устный опрос
6	Методы и	6	3	6, 7	10	9	2	3	6	Устный

	средства аппаратно-программной реализации ЦОС									опрос
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		16		32		16		80	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 5

№	Тема	Краткое содержание
1	Сигналы и их преобразования при цифровой обработке	Математические модели дискретных сигналов. Дискретизация сигналов по времени. Общая структура системы цифровой обработки аналоговых сигналов.
2	Цифровые фильтры на основе разностных уравнений и дискретной временной свертки	Определения дискретного и цифрового фильтров, условия их математической адекватности. Разностное уравнение дискретной системы, рекурсивный и нерекурсивный цифровые фильтры.
3	Цифровые фильтры с конечной импульсной характеристикой на основе дискретного преобразования Фурье и частотной выборки. Фильтры с бесконечной импульсной характеристикой	Дискретизация сигналов по частоте. Влияние шага дискретизации (разрешения) по частоте при преобразовании дискретных сигналов из временной области в частотную и обратно с помощью ДПФ и ОДПФ. Свойства ДПФ и ОДПФ. Вычисление линейной свертки с помощью ДПФ.
4	Методы спектрального анализа дискретных сигналов на основе ДПФ	Параметры анализаторов спектра. Структурная схема анализатора спектра на основе ДПФ. Частотная характеристика анализатора спектра на основе ДПФ.
5	Алгоритмы быстрого преобразования Фурье	Классификация алгоритмов БПФ. Алгоритм БПФ с прореживанием по времени по основанию 2. Алгоритм БПФ с прореживанием по частоте по основанию 2. Программная реализация алгоритмов БПФ.
6	Методы и средства аппаратно-программной реализации ЦОС	Общие задачи и способы реализации ЦОС. Сравнение аппаратного, аппаратно-программного и программного способов реализации ЦОС. Операционные устройства ЦОС на основе жесткой логики, на основе программируемых логических интегральных схем (ПЛИС) и на основе микропроцессорных средств.

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 5

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических
---	----------------------------------	----------------------

		часов
1	Программная реализация алгоритма дискретного преобразования Фурье	4
2	Вычисление амплитудно-частотной характеристики трансверсального цифрового фильтра.	4
3	Вычисление амплитудно-частотной характеристики рекурсивного цифрового фильтра	4
4	Вычисление фазо-частотной характеристики трансверсального цифрового фильтра	5
5	Сравнение результатов работы алгоритма дискретного преобразования Фурье и алгоритма быстрого преобразования Фурье.	5
6	Программная реализация алгоритма быстрого преобразования Фурье.	5
7	Вычисление фазо-частотной характеристики рекурсивного цифрового фильтра.	5

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 5

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Дискретизация и квантование аналоговых сигналов	2
2	Z-преобразование цифровых сигналов	2
3	Дискретное преобразование Фурье	2
4	Трансверсальные фильтры первого и второго порядков.	2
5	Рекурсивные фильтры первого порядка.	2
6	Фазо-частотные характеристики трансверсальных фильтров	2
7	Импульсные характеристики цифровых фильтров	1
8	Быстрое преобразование Фурье	1
9	Методы и средства аппаратно-программной реализации ЦОС	2

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 5

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Написание реферата	2
2	Оформление отчетов по лабораторным и практическим работам	8
3	Подготовка к практическим занятиям	6
4	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	20

5	Подготовка к экзамену	4
6	Проработка разделов теоретического материала	4

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Мозговой штурм

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

<https://el.istu.edu/mod/assign/view.php?id=116086>

<https://el.istu.edu/mod/assign/view.php?id=116087>

5.1.2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

<https://el.istu.edu/mod/book/view.php?id=115802>

<https://el.istu.edu/mod/book/view.php?id=115803>

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

<https://el.istu.edu/mod/quiz/view.php?id=403026>

<https://el.istu.edu/mod/quiz/view.php?id=403030>

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 5 | Устный опрос

Описание процедуры.

1. Выдача 2 вопросов каждому студенту индивидуально
2. Подготовка студентами письменного ответа
3. Объяснения ответов на вопросы

Критерии оценивания.

Глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал научной литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной
---	----------------------------	---

		аттестации
ОПК ОС-3.3	Исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает самостоятельно изученный теоретический материал. Связывает вопросы рассмотренные в практическом курсе и теоретическом	Устное собеседование по теоретическим вопросам и/или выполнение практических заданий

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 5, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал научной литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Пример задания:

1. Дискретное преобразование Фурье.
2. Быстрое преобразование Фурье.
3. Трансверсальные и рекурсивные фильтры, схемы этих фильтров.
4. Разностные уравнения для трансверсальных фильтров.
5. Разностные уравнения для рекурсивных фильтров.
6. Z-преобразование для трансверсальных фильтров.
7. Z-преобразование для рекурсивных фильтров.
8. Преобразование Лапласа.
9. Методы аппаратной реализации цифровых фильтров.
10. Методы программной реализации цифровых фильтров.
11. Сравнение дискретного преобразования Фурье и быстрого преобразования Фурье с точки зрения скорости выполнения.
12. Использование быстрого преобразования Фурье в цифровых осциллографах.
13. Использование быстрого преобразования Фурье в цифровых анализаторах спектров.
14. Что такое импульсная характеристика цифровой схемы?
15. Что такое АЦП?
16. Что такое ЦАП?
17. Чем рекурсивный цифровой фильтр отличается от трансверсального?
18. Что такое z-преобразование?
19. Как связаны z-преобразование и преобразование Лапласа?
20. Формула расчета передаточной функции трансверсального фильтра.
21. Формула расчета передаточной функции рекурсивного фильтра.
22. Дискретизация и квантование аналоговых сигналов.
23. Амплитудно-частотные характеристики цифровых фильтров.
24. Импульсные характеристики цифровых фильтров.

25. Цифровые фильтры с комплексными коэффициентами.

26. Что такое шумы квантования?_

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал научной литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.	Твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	Имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ	Не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы

7 Основная учебная литература

1. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов : учеб. пособие для вузов по направлению подгот. дипломир. специалистов "Информатика и вычисл. техника" / А. Б. Сергиенко, 2006. - 750.

2. Ярославский Л. П. Цифровая обработка сигналов в оптике и голографии. Введение в цифровую оптику / Л. П. Ярославский, 1987. - 295.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Сергиенко Александр Борисович. Цифровая обработка сигналов : учеб. пособие для вузов по направлению подгот. дипломир. специалистов "Информатика и вычисл. техника" / А. Б. Сергиенко, 2002. - 603.

2. Цифровая обработка сигналов: опыт использования персональных ЭВМ / А.А. Иванько, В.И. Гордиенко, В.М. Соловьев, Я.А. Иванько, 1991. - 160.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Лицензионное программное обеспечение Системное программное обеспечение
2. Лицензионное программное обеспечение Пакет прикладных офисных программ
3. Лицензионное программное обеспечение Интернет-браузер

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.

2. Учебная аудитория для проведения лабораторных/практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: комплект учебной мебели, рабочее место преподавателя, доска. Мультимедийное оборудование (в том числе переносное): мультимедийный проектор, экран, акустическая система, компьютер с выходом в интернет.