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

Кафедра радиоприемных и радиопередающих устройств

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН РЭФ
к.т.н. Стрельцов С. А.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ НЕКВАЛИФИЦИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
31.08.2026
Владелец: к.т.н. Стрельцов С. А.
Срок действия: не ограничен
Адрес хранения электронного документа:
https://www.nstu.ru/university/info/sveden/education

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Цифровая обработка сигналов

Образовательная программа: 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи , профиль: Цифровое телерадиовещание

Курс: 3, семестр : 6

Факультет радиотехники и электроники,

		Семестр
№	**Вид деятельности**	**6**
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	3
2	Всего часов	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	61
4	Лекции, час.	36
5	Практические занятия, час.	18
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	0
8	из них практической подготовки, час.	9
9	Аттестация, час.	2
10	Консультации, час.	5
11	Самостоятельная работа, час.	47
12	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ(Р)/реферат, подготовка к контрольной работе)	Р контр.
13	Вид аттестации	3

Новосибирск 2026

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

ФГОС введен в действие приказом №930 от 19.09.2017 г. , дата утверждения: 12.10.2017 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, формируемая участниками образовательных отношений

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

РПиРПУ, 31.08.2026

Утверждена на совете факультета радиотехники и электроники, протокол № 8 от 31.08.2026

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Степанов М. А.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Степанов М. А.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Группа	Компетенции
	Индикаторы достижения компетенций
Профессиональные компетенции	ПК-22/ПР Способен проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ
	ПК-22/ПР. 2 Знает принципы построения технического задания при автоматизации проектирования средств и сетей связи и их элементов; структуру и основы подготовки технической и проектной документации
Профессиональные компетенции	ПК-23/ПР Способен осуществлять подготовку типовых технических проектов и первичный контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации на различные инфокоммуникационные объекты национальным и международным стандартам и техническим регламентам
	ПК-23/ПР. 3 Умеет использовать нормативно-техническую документацию при разработке проектной документации

2. Требования НГТУ к планируемым результатам обучения, соотнесенным с индикаторами достижения компетенций

Таблица 2.1

Индикаторы достижения компетенций	Формы организации занятий
Результаты обучения	
ПК-22/ПР. 2 Знает принципы построения технического задания при автоматизации проектирования средств и сетей связи и их элементов; структуру и основы подготовки технической и проектной документации	
о понятии сигнала и его характеристиках	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
о системах реального времени	Лекции; Самостоятельная работа
о скорости вычисления и влиянии на нее языка программирования и аппаратной платформы	Лекции; Самостоятельная работа
о цифровых сигнальных процессорах	Лекции; Самостоятельная работа
о цифровых способах модуляции сигнала	Лекции; Самостоятельная работа
основные методы цифровой обработки сигналов	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
способы представления чисел в вычислителе	Лекции; Самостоятельная работа
виды АЦП и ЦАП	Лекции; Самостоятельная работа
характеристики и свойства линейных систем	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
свертку и ее характеристики	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
свойства цифровых фильтров и методы их расчета	Лекции; Самостоятельная работа
свойства преобразования Фурье	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК-23/ПР. 3 Умеет использовать нормативно-техническую документацию при разработке проектной документации	
рассчитывать параметры и характеристики цифровых фильтров	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
применять спектральный анализ	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций
Семестр: 6				
Дидактическая единица: Современные методы цифровой обработки сигналов				
1. Сигнал. Характеристики сигнала. Сравнение цифрового и аналогового способов обработки сигналов. Области применения цифровой обработки сигналов.	2	0	0	ПК-22/ПР.2
2. Структура систем ЦОС реального времени. Системы реального времени. Примеры систем реального времени.	2	0	0	ПК-22/ПР.2
3. Дискретизация и квантование сигнала. Однородное и неоднородное квантование. Компандеры. Виды АЦП. ЦАП.	2	0	0	ПК-22/ПР.2
4. Представление чисел в вычислителе. Целочисленный формат (числа с фиксированной точкой). Дополнительный код. Вещественный формат (числа с плавающей точкой). Точность представления чисел.	2	0	0	ПК-22/ПР.2
5. Скорость вычислений. Влияние языка программирования. Влияние аппаратной платформы. Рекомендации.	2	0	0	ПК-22/ПР.2
6. Линейные системы. Непрерывные и дискретные. Свойства.	2	0	0	ПК-22/ПР.2
7. Свертка. Свойства свертки с единичным импульсом. Математические свойства свертки.	2	0	0	ПК-22/ПР.2
8. Каузальные и некаузальные сигналы (системы). Корреляция. Способы вычисления корреляции. АКФ. ВКФ.	2	0	0	ПК-22/ПР.2
9. Назначение цифровых фильтров. Типовая структура цифрового фильтра. Достоинства и недостатки цифровых фильтров по сравнению с аналоговыми. Соотношения для получения выходных отсчетов. Передаточные характеристики. Выбор между КИХ- и БИХ- фильтрами.	2	0	0	ПК-22/ПР.2, ПК-23/ПР.3
10. КИХ- и БИХ- фильтры. Этапы разработки цифровых фильтров. Спецификация требований. Расчет коэффициентов. Выбор подходящей структуры. Анализ конечной разрядности. Реализация фильтра.	2	0	0	ПК-22/ПР.2, ПК-23/ПР.3
11. Ключевые особенности КИХ фильтров. Линейная ФЧХ и ее следствия. Типы КИХ-фильтров с линейной ФЧХ. Разработка КИХ фильтров. Этапы. Спецификация КИХ-фильтра. Разработка КИХ фильтров. Метод взвешивания.	2	0	0	ПК-22/ПР.2, ПК-23/ПР.3
12. Разработка КИХ фильтров. Метод частотной выборки. Однородные фильтры. Модифицированные однородные фильтры.	2	0	0	ПК-22/ПР.2, ПК-23/ПР.3
13. БИХ-фильтры. Этапы разработки. Спецификация фильтра. Методы расчета коэффициентов БИХ-фильтров. Аналоговые фильтры.	2	0	0	ПК-22/ПР.2, ПК-23/ПР.3
Дидактическая единица: Частотные характеристики систем и оценка спектров сигналов				

14. Преобразование Фурье. Ряд Фурье. Преобразование Фурье дискретного времени. Дискретное преобразование Фурье. Действительное ДПФ.	2	0	0	ПК-22/ПР.2, ПК-23/ПР.3
15. Свойства ДПФ. Проблемы представления в полярных координатах.	2	0	0	ПК-22/ПР.2, ПК-23/ПР.3
16. Спектральный анализ сигналов. Применение "оконной" обработки. Разрешение по частоте. Разрешение по времени.	2	0	0	ПК-22/ПР.2, ПК-23/ПР.3
17. Частотные характеристики систем. Пары преобразований Фурье. БПФ.	2	0	0	ПК-22/ПР.2, ПК-23/ПР.3
Дидактическая единица: Современная и перспективная элементная база, применение микропроцессоров в инфокоммуникационных системах и устройствах				
18. Цифровые сигнальные процессоры. Области применения. Архитектуры цифровых сигнальных процессоров. Квадратурная модуляция.	2	0	0	ПК-22/ПР.2

Темы практических занятий	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 6					
Дидактическая единица: Современные методы цифровой обработки сигналов					
1. Взаимосвязь временных реализаций и спектральных характеристик апериодических, периодических, непрерывных и дискретизированных сигналов.	6	3	0	ПК-22/ПР.2, ПК-23/ПР.3	Студенты рассматривают временные реализации и спектральные характеристики апериодических, периодических, непрерывных и дискретизированных сигналов и делают соответствующие выводы об их взаимосвязях.
2. Автокорреляционные и взаимнокорреляционные функций импульсов и периодических сигналов, а также их спектров	4	2	0	ПК-22/ПР.2, ПК-23/ПР.3	Студенты рассматривают автокорреляционные и взаимнокорреляционные функции импульсов и периодических сигналов, а также спектры импульсов и периодических сигналов. Устанавливают взаимосвязи на основании полученных результатов.
3. Взвешивающие функций и способ проектирования КИХ-фильтров методом взвешивания	4	2	0	ПК-22/ПР.2, ПК-23/ПР.3	Студенты рассматривают взвешивающие функции и способ проектирования КИХ-фильтров методом взвешивания.
4. Проектирование БИХ-фильтров методом билинейного преобразования	4	2	0	ПК-22/ПР.2, ПК-23/ПР.3	Студенты рассматривают проектирование БИХ-фильтров методом билинейного преобразования

Темы для самостоятельного изучения	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 6					
Дидактическая единица: Современные методы цифровой обработки сигналов					
1. Сигнал. Характеристики сигнала. Сравнение цифрового и аналогового способов обработки сигналов. Области применения цифровой обработки сигналов.	1	0	0	ПК-22/ПР.2	Самостоятельное изучение литературы
2. Структура систем ЦОС реального времени. Системы реального времени. Примеры систем реального времени.	1	0	0	ПК-22/ПР.2	Самостоятельное изучение литературы
3. Дискретизация и квантование сигнала. Однородное и неоднородное квантование. Компандеры. Виды АЦП. ЦАП.	1	0	0	ПК-22/ПР.2	Самостоятельное изучение литературы
4. Представление чисел в вычислителе. Целочисленный формат (числа с фиксированной точкой). Дополнительный код. Вещественный формат (числа с плавающей точкой). Точность представления чисел.	1	0	0	ПК-22/ПР.2	Самостоятельное изучение литературы
5. Скорость вычислений. Влияние языка программирования. Влияние аппаратной платформы. Рекомендации.	1	0	0	ПК-22/ПР.2	Самостоятельное изучение литературы
6. Линейные системы. Непрерывные и дискретные. Свойства.	1	0	0	ПК-22/ПР.2	Самостоятельное изучение литературы
7. Свертка. Свойства свертки с единичным импульсом. Математические свойства свертки.	1	0	0	ПК-22/ПР.2	Самостоятельное изучение литературы
8. Каузальные и некаузальные сигналы (системы). Корреляция. Способы вычисления корреляции. АКФ. ВКФ.	1	0	0	ПК-22/ПР.2	Самостоятельное изучение литературы

9. Назначение цифровых фильтров. Типовая структура цифрового фильтра. Достоинства и недостатки цифровых фильтров по сравнению с аналоговыми. Соотношения для получения выходных отсчетов. Передаточные характеристики. Выбор между КИХ- и БИХ-фильтрами.	1	0	0	ПК-22/ПР.2, ПК-23/ПР.3	Самостоятельное изучение литературы
10. КИХ- и БИХ- фильтры. Этапы разработки цифровых фильтров. Спецификация требований. Расчет коэффициентов. Выбор подходящей структуры. Анализ конечной разрядности. Реализация фильтра.	1	0	0	ПК-22/ПР.2, ПК-23/ПР.3	Самостоятельное изучение литературы
11. Ключевые особенности КИХ фильтров. Линейная ФЧХ и ее следствия. Типы КИХ-фильтров с линейной ФЧХ. Разработка КИХ фильтров. Этапы. Спецификация КИХ-фильтра. Разработка КИХ фильтров. Метод взвешивания.	1	0	0	ПК-22/ПР.2, ПК-23/ПР.3	Самостоятельное изучение литературы
12. Разработка КИХ фильтров. Метод частотной выборки. Однородные фильтры. Модифицированные однородные фильтры.	1	0	0	ПК-22/ПР.2, ПК-23/ПР.3	Самостоятельное изучение литературы
13. БИХ-фильтры. Этапы разработки. Спецификация фильтра. Методы расчета коэффициентов БИХ-фильтров. Аналоговые фильтры.	1	0	0	ПК-22/ПР.2, ПК-23/ПР.3	Самостоятельное изучение литературы
Дидактическая единица: Частотные характеристики систем и оценка спектров сигналов					
14. Преобразование Фурье. Ряд Фурье. Преобразование Фурье дискретного времени. Дискретное преобразование Фурье. Действительное ДПФ.	1	0	0	ПК-22/ПР.2, ПК-23/ПР.3	Самостоятельное изучение литературы
15. Свойства ДПФ. Проблемы представления в полярных координатах.	1	0	0	ПК-22/ПР.2, ПК-23/ПР.3	Самостоятельное изучение литературы
16. Спектральный анализ сигналов. Применение "оконной" обработки. Разрешение по частоте. Разрешение по времени.	1	0	0	ПК-22/ПР.2, ПК-23/ПР.3	Самостоятельное изучение литературы

17. Частотные характеристики систем. Пары преобразований Фурье. БПФ.	1	0	0	ПК-22/ПР.2, ПК-23/ПР.3	Самостоятельное изучение литературы
Дидактическая единица: Современная и перспективная элементная база, применение микропроцессоров в инфокоммуникационных системах и устройствах					
18. Цифровые сигнальные процессоры. Области применения. Архитектуры цифровых сигнальных процессоров. Квадратурная модуляция.	1	0	0	ПК-22/ПР.2	Самостоятельное изучение литературы

3.1 Практическая подготовка

Таблица 3.2

№	Темы занятий	Формы организации занятий	Содержание практической подготовки (виды работ)
1	Взаимосвязь временных реализаций и спектральных характеристик апериодических, периодических, непрерывных и дискретизированных сигналов.	Пр	Выполняет следующие виды работ: студенты рассматривают временные реализации и спектральные характеристики апериодических, периодических, непрерывных и дискретизированных сигналов и делают соответствующие выводы об их взаимосвязях.
2	Автокорреляционные и взаимнокорреляционные функций импульсов и периодических сигналов, а также их спектров	Пр	Выполняет следующие виды работ: студенты рассматривают автокорреляционные и взаимнокорреляционные функции импульсов и периодических сигналов, а также спектры импульсов и периодических сигналов. Устанавливают взаимосвязи на основании полученных результатов.
3	Взвешивающие функций и способ проектирования КИХ-фильтров методом взвешивания	Пр	Выполняет следующие виды работ: студенты рассматривают взвешивающие функции и способ проектирования КИХ-фильтров
4	Проектирование БИХ- фильтров методом билинейного преобразования	Пр	Выполняет следующие виды работ: студенты рассматривают проектирование БИХ- фильтров методом билинейного преобразования

3.2 Самостоятельная работа обучающегося

Таблица 3.3

№	Виды самостоятельной работы	Индикаторы достижения компетенций	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 6				
1	Контрольные работы	ПК-22/ПР.2	7	0
Контрольная работа проводится в виде коллоквиума: Васюков В. Н. Цифровая обработка сигналов : сборник задач и упражнений для студентов вузов / В. Н. Васюков, Д. В. Голещихин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 39 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000029500				
2	РГЗ/Реферат	ПК-22/ПР.2,ПК-23/ПР.3	15	3

Расчет КИХ-фильтра методом взвешивания на основании методических рекомендаций и выданного задания: Цифровая обработка сигналов : методические указания к расчетно-графическому заданию для 3 курса факультета радиотехники и электроники по направлению 210700.62 - Инфокоммуникационные технологии и системы связи очной формы обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. И. С. Савиных]. - Новосибирск, 2014. - 22, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185318				
3	Подготовка к аттестации	ПК-22/ПР.2,ПК-23/ПР.3	7	2
Чтение конспекта лекций и рекомендуемой литературы, обсуждение с преподавателем вопросов, освоение которых вызвало затруднение: Васюков В. Н. Цифровая обработка сигналов : сборник задач и упражнений для студентов вузов / В. Н. Васюков, Д. В. Голещихин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 39 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000029500				
4	Самостоятельное изучение теоретического материала	ПК-22/ПР.2,ПК-23/ПР.3	18	0
Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.1 : Васюков В. Н. Цифровая обработка сигналов : сборник задач и упражнений для студентов вузов / В. Н. Васюков, Д. В. Голещихин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 39 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000029500				

3.3 Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 3.4).

Таблица 3.4

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	Портал НГТУ
Размещение учебных материалов	Портал НГТУ

4. Правила аттестации обучающихся по дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставлять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 6		
Практические занятия:	10	20
Контрольные работы:	10	20
РГЗ/Реферат:	20	40
Зачет:	10	20

В таблице 4.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 4.2

Коды компетенций	Индикаторы достижения компетенций	Формы контроля		
		Контр. раб.	Защита РГЗ/Р	Зачет
ПК-22/ ПР	ПК-22/ПР 2. Знает принципы построения технического задания при автоматизации проектирования средств и сетей связи и их элементов; структуру и основы подготовки технической и проектной документации	+	+	+
ПК-23/ ПР	ПК-23/ПР 3. Умеет использовать нормативно-техническую документацию при разработке проектной документации	+		+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

5. Литература

Основная литература

1. Магазинникова, А. Л. Основы цифровой обработки сигналов : учебное пособие / А. Л. Магазинникова. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 132 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/76274 (дата обращения: 09.08.2021). — Режим доступа: авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. Васюков В. Н. Цифровая обработка сигналов и её применение : [учебное пособие] / В. Н. Васюков, Д. Н. Зима, А. А. Мурасев ; Новосиб. гос. техн. ун-т.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2021.- 119, [2] с.- Текст : непосредственный.- Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000244351

Интернет-ресурсы

1. Цифровая обработка сигналов : научно-технический журнал : сайт. – Москва. – URL: http://www.dspa.ru/ (дата обращения: 11.03.2022). – Текст : электронный.

6. Методическое и программное обеспечение, информационные технологии

6.1 Методическое обеспечение

1. Цифровая обработка сигналов : методические указания к расчетно-графическому заданию для 3 курса факультета радиотехники и электроники по направлению 210700.62 - Инфокоммуникационные технологии и системы связи очной формы обучения / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. И. С. Савиных]. - Новосибирск, 2014. - 22, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000185318

2. Васюков В. Н. Цифровая обработка сигналов : сборник задач и упражнений для студентов вузов / В. Н. Васюков, Д. В. Голещихин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 39 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000029500

6.2 Специализированное программное обеспечение

1 Операционная система Microsoft Windows

2 Пакет офисных приложений Microsoft Office

6.3 Информационные технологии

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине применяются элементы дистанционных образовательных технологий, а также синхронного и асинхронного взаимодействия в электронной информационно-образовательной среды НГТУ.

7. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Прведение лекций и практических занятий