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
Цифровые фильтры

Образовательная программа: 11.04.01 Радиотехника, магистерская программа: Радиотехнические системы

Курс: 1, семестр : 2

Факультет радиотехники и электроники,

		Семестр
№	**Вид деятельности**	**2**
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	2
2	Всего часов	72
3	Всего занятий в контактной форме, час.	28
4	Лекции, час.	0
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.	8
11	Самостоятельная работа, час.	44
12	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ(Р)/реферат, подготовка к контрольной работе)	Р
13	Вид аттестации	3

Новосибирск 2026

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 11.04.01 Радиотехника

ФГОС введен в действие приказом №925 от 19.09.2017 г. , дата утверждения: 06.10.2017 г.

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

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 11.04.01 Радиотехника

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-2/НА Способен выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ
	ПК-2/НА. 1 Знает физические и математические модели и методы моделирования сигналов, процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиотехнических устройств и систем
Профессиональные компетенции	ПК-3/НА Способен разрабатывать и обеспечивать программную реализацию эффективных алгоритмов решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования
	ПК-3/НА. 2 Умеет применять алгоритмы решения исследовательских задач с использованием современных языков программирования

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

Таблица 2.1

Индикаторы достижения компетенций Результаты обучения	Формы организации занятий
ПК-2/НА. 1 Знает физические и математические модели и методы моделирования сигналов, процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиотехнических устройств и систем	
о понятии сигнала и его характеристиках	Практические занятия; Самостоятельная работа
о системах реального времени	Самостоятельная работа
о скорости вычисления и влиянии на нее языка программирования и аппаратной платформы	Самостоятельная работа
о цифровых сигнальных процессорах	Самостоятельная работа
о цифровых способах модуляции сигнала	Самостоятельная работа
основные методы цифровой обработки сигналов	Практические занятия; Самостоятельная работа
способы представления чисел в вычислителе	Самостоятельная работа
виды АЦП и ЦАП	Самостоятельная работа
характеристики и свойства линейных систем	Практические занятия; Самостоятельная работа
свертку и ее характеристики	Практические занятия; Самостоятельная работа
свойства цифровых фильтров и методы их расчета	Самостоятельная работа
свойства преобразования Фурье	Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК-3/НА. 2 Умеет применять алгоритмы решения исследовательских задач с использованием современных языков программирования	
рассчитывать параметры и характеристики цифровых фильтров	Практические занятия; Самостоятельная работа
применять спектральный анализ	Практические занятия; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура дисциплины

Таблица 3.1

Темы практических занятий	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность

Семестр: 2					
Дидактическая единица: Современные методы цифровой обработки сигналов					
1. Взаимосвязь временных реализаций и спектральных характеристик апериодических, периодических, непрерывных и дискретизированных сигналов.	6	3	0	ПК-2/НА.1, ПК-3/НА.2	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-2/НА.1, ПК-3/НА.2	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-2/НА.1, ПК-3/НА.2	Студенты рассматривают взвешивающие функции и способ проектирования КИХ-фильтров методом взвешивания.
4. Проектирование БИХ-фильтров методом билинейного преобразования	4	2	0	ПК-2/НА.1, ПК-3/НА.2	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: 2					
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-2/НА.1	Самостоятельное изучение литературы
2. Структура систем ЦОС реального времени. Системы реального времени. Примеры систем реального времени.	1	0	0	ПК-2/НА.1	Самостоятельное изучение литературы
3. Дискретизация и квантование сигнала. Однородное и неоднородное квантование. Компандеры. Виды АЦП. ЦАП.	1	0	0	ПК-2/НА.1	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-2/НА.1	Самостоятельное изучение литературы
5. Скорость вычислений. Влияние языка программирования. Влияние аппаратной платформы. Рекомендации.	1	0	0	ПК-2/НА.1	Самостоятельное изучение литературы
6. Линейные системы. Непрерывные и дискретные. Свойства.	1	0	0	ПК-2/НА.1	Самостоятельное изучение литературы
7. Свертка. Свойства свертки с единичным импульсом. Математические свойства свертки.	1	0	0	ПК-2/НА.1	Самостоятельное изучение литературы
8. Каузальные и некаузальные сигналы (системы). Корреляция. Способы вычисления корреляции. АКФ. ВКФ.	1	0	0	ПК-2/НА.1	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-2/НА.1, ПК-3/НА.2	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-2/НА.1, ПК-3/НА.2	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-2/НА.1, ПК-3/НА.2	Самостоятельное изучение литературы

12. Разработка КИХ фильтров. Метод частотной выборки. Однородные фильтры. Модифицированные однородные фильтры.	1	0	0	ПК-2/НА.1, ПК-3/НА.2	Самостоятельное изучение литературы
13. БИХ-фильтры. Этапы разработки. Спецификация фильтра. Методы расчета коэффициентов БИХ-фильтров. Аналоговые фильтры.	1	0	0	ПК-2/НА.1, ПК-3/НА.2	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-2/НА.1, ПК-3/НА.2	Самостоятельное изучение литературы
15. Свойства ДПФ. Проблемы представления в полярных координатах.	1	0	0	ПК-2/НА.1, ПК-3/НА.2	Самостоятельное изучение литературы
16. Спектральный анализ сигналов. Применение "оконной" обработки. Разрешение по частоте. Разрешение по времени.	1	0	0	ПК-2/НА.1, ПК-3/НА.2	Самостоятельное изучение литературы
17. Частотные характеристики систем. Пары преобразований Фурье. БПФ.	1	0	0	ПК-2/НА.1, ПК-3/НА.2	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-2/НА.1	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 рассчитывают временные реализации и спектральные характеристики апериодических, периодических, непрерывных и дискретизированных сигналов.
2	Автокорреляционные и взаимнокорреляционные функций импульсов и периодических сигналов, а также их спектров	Пр	Выполняет следующие виды работ: студенты рассчитывают автокорреляционные и взаимнокорреляционные функций импульсов и периодических сигналов.
3	Взвешивающие функций и способ проектирования КИХ-фильтров методом взвешивания	Пр	Выполняет следующие виды работ: студенты рассчитывают взвешивающие функций и проектируют КИХ-фильтр методом взвешивания

4	Проектирование БИХ- фильтров методом билинейного преобразования	Пр	Выполняет следующие виды работ: студенты осуществляют расчет БИХ-фильтра методом билинейного преобразования.

3.2 Самостоятельная работа обучающегося

Таблица 3.3

№	Виды самостоятельной работы	Индикаторы достижения компетенций	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 2				
1	РГЗ/Реферат	ПК-2/НА.1,ПК-3/НА.2	18	0
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				
2	Подготовка к аттестации	ПК-2/НА.1,ПК-3/НА.2	8	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				
3	Самостоятельное изучение теоретического материала	ПК-2/НА.1,ПК-3/НА.2	24	6
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: 2		

Практические занятия:	40	80
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	
		Защита РГЗ/Р	Зачет
ПК-2/НА	ПК-2/НА 1. Знает физические и математические модели и методы моделирования сигналов, процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиотехнических устройств и систем	+	+
ПК-3/НА	ПК-3/НА 2. Умеет применять алгоритмы решения исследовательских задач с использованием современных языков программирования	+	+

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

5. Литература

Основная литература

1. Алан, Оппенгейм Цифровая обработка сигналов / Оппенгейм Алан, Шафер Рональд ; перевод С. А. Кулешов, Е. Б. Махиянова, Н. Ф. Орлова. — Москва : Техносфера, 2012. — 1048 c. — ISBN 978-5-94836-329-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/26906.html (дата обращения: 29.06.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Умняшкин, С. В. Основы теории цифровой обработки сигналов : учебное пособие / С. В. Умняшкин. — 6-е изд. — Москва : Техносфера, 2021. — 550 с. — ISBN 978-5-94836-617-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/118606.html (дата обращения: 29.06.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

Дополнительная литература

1. Магазинникова, А. Л. Основы цифровой обработки сигналов : учебное пособие для вузов / А. Л. Магазинникова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 132 с. — ISBN 978-5-8114-9334-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/189508 (дата обращения: 04.07.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Интернет-ресурсы

1. Цифровая обработка сигналов(ЦОС)[Электронный ресурс]: ЦИТМ Экспонента, 1993-2017. - Режим доступа : http://matlab.ru/solutions/application/dsp. - Загл. с экрана.

2. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс] // Банк лекций : SIBLEC.RU. – Режим доступа: http://siblec.ru/index.php?dn=html&way=bW9kL2h0bWwvY29udGVudC81c2VtL2NvdXJzZTExMi9pbmRleC5odG0=. – Загл. с экрана.

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