

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 01.10.2024 10:56:04  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»



Утверждаю:

Руководитель ООП

  
И.А. Каплунов

«21» мая 2024 г.

Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

**Цифровая обработка сигналов**

Направление подготовки

03.04.03 Радиоп физика

Направленность (профиль)

Физика и технология материалов и устройств радиоэлектроники

Для студентов

2курса, очной формы обучения

Составитель: к.ф.-м.н. Макаров В.В.



Тверь, 2024

## **I. Аннотация**

### **1. Цель и задачи дисциплины**

Целью дисциплины является формирование профессиональных знаний и навыков, необходимых для решения задач, связанных с проектной и научно-исследовательской деятельностью специалистов в области анализа и проектирования цифровых радиоэлектронных систем и устройств.

Задачи: изучение методов математического описания цифровых радиотехнических цепей и сигналов во временной и частотной областях; формирование практических навыков реализации систем цифровой обработки сигналов.

### **2. Место дисциплины в структуре ООП**

Дисциплина «Цифровая обработка сигналов» относится к модулю Радиоэлектронные системы Блока 1. Дисциплины части учебного плана, формируемого участниками образовательных отношений.

Дисциплина предусматривает наличие у студента знаний о принципах работы АЦП и ЦАП. Дисциплина изучается в 3 семестре и ее главной задачей является создание фундаментальной и практической базы знаний в области проектирование устройств цифровой обработки сигналов.

**3. Объем дисциплины:** 3 зачетные единицы, 108 академических часов, в том числе:

**контактная аудиторная работа:** лекции 26 часов, практические занятия 13 часов;

**самостоятельная работа:** 69 часа.

**4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

<i>Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине</i>
ПК-2. Способен проводить разработку и внедрение современных технологических	ПК-2.2. Оперировать технологическим и измерительным оборудованием, организует

процессов, освоение нового оборудования	контроль за работой оборудования.
ПК-3. Способен обеспечить функционирование радиоэлектронных комплексов	ПК-3.2. Анализирует информацию о качестве функционирования радиоэлектронных комплексов, вносит предложения по улучшению эксплуатационных характеристик радиоэлектронных комплексов. ПК-3.3. Организует и проводит ремонт радиоэлектронных комплексов и их составных частей.

## **5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения**

Зачет в 3 семестре.

**6. Язык преподавания:** русский.

**II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.**

**1. Для студентов очной формы обучения**

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)				Самостоятельная работа, в том числе Контроль (час.)
		Лекции		Практические занятия		
		всего	в т.ч. ПП	всего	в т.ч. ПП	
Основные понятия дисциплины. Методы представления сигналов в ЭВМ.	16	4		2		10
Методы обработки сигналов в спектральной области на основе дискретных преобразований.	16	4		2		10
Схемы цифровых фильтров	16	4		2		10
Применение окон для синтеза цифровых фильтров	16	4		2		10
Адаптивные фильтры	16	4		2		10
Системы интерполяции.	15	3		2		10
Системы децимации	13	3		1		9
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>26</b>		<b>13</b>		<b>69</b>

**III. Образовательные технологии**

Учебная программа-наименование разделов и тем	Вид занятия	Образовательные технологии
Основные понятия дисциплины. Методы представления сигналов в ЭВМ.	<i>Лекции, практические занятия</i>	<i>Активное слушание. Решение индивидуальных задач. Самостоятельное изучение теоретического материала</i>
Методы обработки сигналов в спектральной области на основе дискретных преобразований.	<i>Лекции, практические занятия</i>	<i>Активное слушание. Решение индивидуальных задач. Самостоятельное изучение теоретического материала</i>
Схемы цифровых фильтров	<i>Лекции, практические занятия</i>	<i>Активное слушание. Решение индивидуальных задач. Самостоятельное изучение теоретического материала</i>
Применение окон для синтеза	<i>Лекции, практические занятия</i>	<i>Активное слушание.</i>

цифровых фильтров	занятия	Решение индивидуальных задач Самостоятельное изучение теоретического материала
Адаптивные фильтры	Лекции, практические занятия	Активное слушание. Решение индивидуальных задач Самостоятельное изучение теоретического материала
Системы интерполяции.	Лекции, практические занятия	Активное слушание. Решение индивидуальных задач Самостоятельное изучение теоретического материала
Системы децимации	Лекции, практические занятия	Активное слушание. Решение индивидуальных задач Самостоятельное изучение теоретического материала

#### **IV. Оценочные материалы для проведения текущей и промежуточной аттестации**

*Форма проведения промежуточного контроля:* студенты, освоившие программу курса «Цифровая обработка сигналов» могут получить зачет по итогам семестровой аттестации согласно «Положению о промежуточной аттестации (экзаменах и зачетах) обучающихся по программам высшего образования ТвГУ» (протокол №11 от 28 апреля 2021 г.).

**Для проведения текущей и промежуточной аттестации:**

**УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач:**

УК-1.3. Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов.

УК-1.5. Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки.

**Задание:** Вычислить передаточную функцию КИХ –фильтра с линейной фазо-частотной характеристикой.

**Способ аттестации:** *Письменная работа или опрос*

**Критерии оценки:**

<b>Баллы</b>	<b>Критерии оценивания</b>
<b>Отлично(3 балла)</b>	<i>Обучающийся полно и аргументировано отвечает на вопросы, обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, привести необходимые примеры, излагает материал последовательно и правильно</i>
<b>Хорошо(2 балла)</b>	<i>Обучающийся дает правильные ответы на вопросы, но допускает несущественные ошибки, которые сам же исправляет, не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения</i>
<b>Удовлетворительно(1 балл)</b>	<i>Обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений заданных вопросов, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил, не умеет достаточно обосновать свои суждения и привести примеры, в изложенном материале есть ошибки</i>
<b>Неудовлетворительно(0 баллов)</b>	<i>Обучающийся обнаруживает незнание ответа на вопросы, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл и неуверенно излагает материал</i>

**ПК-4. Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки по отдельным разделам темы:**

ПК-4.2. Применяет методы анализа научно-технической информации.

ПК-4.3. Оформляет результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

**Задание:** *Задача повышения частоты дискретизации дискретного сигнала.*

*Пути её решения.*

**Способ аттестации:** *Письменная работа или опрос*

**Критерии оценки:**

<b>Баллы</b>	<b>Критерии оценивания</b>
--------------	----------------------------

<b>Отлично(3 балла)</b>	<i>Обучающийся полно и аргументировано отвечает на вопросы, обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, привести необходимые примеры, излагает материал последовательно и правильно</i>
<b>Хорошо(2 балла)</b>	<i>Обучающийся дает правильные ответы на вопросы, но допускает несущественные ошибки, которые сам же исправляет, не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения</i>
<b>Удовлетворительно(1 балл)</b>	<i>Обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений заданных вопросов, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил, не умеет достаточно обосновать свои суждения и привести примеры, в изложенном материале есть ошибки</i>
<b>Неудовлетворительно(0 баллов)</b>	<i>Обучающийся обнаруживает незнание ответа на вопросы, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл и неуверенно излагает материал</i>

## **V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### 1) Рекомендуемая литература

#### **а) основная литература:**

1. Фрейман, В. И. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие / В. И. Фрейман. — Пермь : ПНИПУ, 2021. — 114 с. — ISBN 978-5-398-02542-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/239828>
2. Магазинникова, А. Л. Основы цифровой обработки сигналов / А. Л. Магазинникова. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 132 с. — ISBN 978-5-507-48636-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/359951>
3. 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>

4. Стариковский, А. И. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие / А. И. Стариковский, Н. А. Стариковская, Е. В. Солдатов. — Москва : РТУ МИРЭА, 2023 — Часть 2 — 2023. — 120 с. — ISBN 978-5-7339-1682-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/329009>
5. Стариковский, А. И. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие / А. И. Стариковский, Н. А. Стариковская, А. Ю. Унгер. — Москва : РТУ МИРЭА, 2021 — Часть 1 — 2021. — 125 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/182542>

#### **б) дополнительная литература**

1. Попов, Олег Борисович. Цифровая обработка сигналов в трактах звукового вещания: учебное пособие для студ. вузов, обучающихся по спец. "Радиосвязь, радиовещание и телевидение" / О. Б. Попов, С. Г. Рихтер. - М. : Горячая линия-Телеком, 2007. - 341 с.;
2. Смит, С. Цифровая обработка сигналов Практ. рук-во для инженеров и научн. раб. / С. Смит. - М.: Додэка XXI, 2008. - 720 с.
3. Солонина, А.В. Цифровая обработка сигналов MATLAB / А.В. Солонина, Д.М. Клионский, Т.В. Меркучева, С.Н. Перов. - СПб.: ВHV, 2014. - 512 с.
4. Кравченко, В.Ф. Цифровая обработка сигналов и изображений в радиофизических приложениях / В.Ф. Кравченко. - М.: Физматлит, 2007. - 544 с.
5. Лайонс, Ричард. Цифровая обработка сигналов / Р. Лайонс ; пер. с англ. под ред. А. А. Бритова. - 2-е изд. - М. : Бином-Пресс, [электронный ресурс], 2007. - 656 с.;
6. Айфичер, Э. Цифровая обработка сигналов: практический подход / Э. Айфичер. - М.: Вильямс, 2016. - 992 с.
7. Сергиенко, Александр Борисович Цифровая обработка сигналов: учебное пособие для студентов вузов / А. Б. Сергиенко. - 3-е изд. - СПб. : БХВ-Петербург, 2011. – 768 с.;
8. Оппенгейм, Алан В. Цифровая обработка сигналов / А. В. Оппенгейм, Р. В. Шафер ; пер. с англ. С. А. Кулешова ; под ред. А. Б. Сергиенко. - 2-е изд., испр. -



М. : Техносфера, 2012. - 1048 с., [электронный ресурс],  
[http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=233730&sr=1;](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=233730&sr=1;)

2) Программное обеспечение

Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows

Adobe Acrobat Reader

Google Chrome

OpenOffice

Mozilla Firefox

Mathcad 15 M010

MATLAB R2012b

Foxit Reader

WinDjView

ABBYY Lingvo x5

Notepad++

Cadence SPB/OrCAD

Python

Lego MINDSTORM EV3

Origin 8.1 Sr2

Многофункциональный редактор ONLYOFFICE

ОС Linux Ubuntu

VLC media player

Java SE Development Kit 8 Update 45 (64-bit)

Lazarus 1.4.0

LEGO MINDSTORMS EV3 Microsoft Expression Studio 4

MiKTeX 2.9

MSXML 4.0 SP2 Parser and SDK

R Studio

3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Электронная библиотека издательства Лань: <http://e.lanbook.com/>

2. Университетская библиотека ONLINE: <http://www.biblioclub.ru/>

3. Сайт издательского дома ЮРАЙТ: <http://www.biblio-online.ru/>

4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

## **VI. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины**

Формы текущего контроля: проверка понимания ключевых понятий в форме письменного опроса, проверка конспектов лекций, краткий устный (выборочный) контроль.

- Указания по подготовке к занятиям лекционного типа:

Лекции по данной дисциплине проводятся как в классической форме, так и с использованием мультимедийных презентаций. Электронный конспект курса лекций предназначен для более глубокого усвоения материала путем иллюстрирования лекции схемами, таблицами, рисунками, фотографиями и т.п.

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, поэтому студентам рекомендуется перед очередной лекцией повторить материал предыдущей.

- Указания по подготовке к лабораторным занятиям:

Перед выполнением любой лабораторной работы необходимо самостоятельно проработать теоретический материал, обработку и интерпретацию данных. После выполнения лабораторной работы студент обязан сдать отчет о проделанной работе и ответить на контрольные вопросы. Практические занятия выполняют следующие задачи: стимулируют регулярное изучение рекомендуемой литературы; закрепляют знания, полученные в процессе обучения и самостоятельной работы над литературой; расширяют объём профессионально значимых знаний, умений, навыков; позволяют проверить правильность ранее полученных знаний; прививают навыки самостоятельного мышления, устного выступления.

- Методические указания по выполнению самостоятельной работы:

Самостоятельная работа студентов включает в себя выполнение практических заданий, самостоятельное изучение отдельных вопросов дисциплины. Самостоятельное изучение отдельных теоретических вопросов рекомендуется по основной, дополнительной и методической литературе, указанной в содержании рабочей программы.

## VII. Материально-техническое обеспечение

Наименование специальных* помещений	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, Лекционная аудитория № 202 Б (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)</p>	<p>1 Экран настенный Lumien 2. Комплект учебной мебели на 24 посадочных места 3. Меловая доска 4. проектор EPSON EB-X05 с потолочным креплением 5. ПК</p>	<p>Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows Adobe Acrobat Reader Google Chrome Notepad++ Многофункциональный редактор ONLYOFFICE OpenOffice</p>
<p>Помещение для самостоятельной работы, учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, практики, Компьютерный класс № 216 (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)</p>	<p>1. Компьютер INT Allegro, монитор Benq 24" GL2460 – 10 шт. 2. Коммутатор D-Link DGS-1008D (2 шт) 4. Проектор Beng MW523 DLP с потолочным креплением и проекционным экраном 5. Комплект учебной мебели</p>	<p>Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows Adobe Acrobat Reader Google Chrome OpenOffice Mozilla Firefox Mathcad 15 M010 MATLAB R2012b Foxit Reader WinDjView ABBYY Lingvo x5 Notepad++ Cadence SPB/OrCAD Python Lego MINDSTORM EV3 Origin 8.1 Sr2 Многофункциональный редактор ONLYOFFICE OC Linux Ubuntu VLC media player Java SE Development Kit 8 Update 45 (64-bit)</p>

		Lazarus 1.4.0 LEGO MINDSTORMS EV3 Microsoft Expression Studio 4 MiKTeX 2.9 MSXML 4.0 SP2 Parser and SDK R Studio
--	--	--

### **VIII. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины**

<b>№ п.п.</b>	<b>Обновленный раздел рабочей программы дисциплины</b>	<b>Описание внесенных изменений</b>	<b>Реквизиты документа, утвердившего изменения</b>
1.			
2.			