



## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения учебной дисциплины «Цифровая обработка сигналов» является формирование у обучающихся компетенций в соответствии с образовательным стандартом по направлению подготовки бакалавриата «Инфокоммуникационные технологии и системы связи». Задачи дисциплины включают в себя: основные понятия теории построения и принципы функционирования систем цифровой фильтрации, знакомство с методами их схемной реализации и техническими приемами обработки и преобразований информационных данных в современных системах передачи, методы представления и анализа цифровых сигналов, основные принципы построения и расчета цифровых систем обработки сигналов дисциплины (модуля).

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

**ОПК-3** - Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

### **Знать:**

- математические способы описания цифровых сигналов и фильтров;
- методы преобразования аналоговых сигналов в цифровую форму;
- обобщенные схемы цифровых фильтров с конечными (КИХ) и бесконечными (БИХ) импульсными характеристиками;

### **Уметь:**

- выбирать тип фильтра в соответствии с обрабатываемым сигналом и целью обработки;
- выбирать тип и определять параметры аналого-цифрового преобразователя сигналов;
- определять основные параметры системы цифровой обработки;

### **Владеть:**

навыками расчета основных параметров КИХ- и БИХ-фильтров.

### 3. Объем дисциплины (модуля).

#### 3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 з.е. (144 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Семестр №5
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	48	48
В том числе:		
Занятия лекционного типа	16	16
Занятия семинарского типа	32	32

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 96 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

### 4. Содержание дисциплины (модуля).

#### 4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Дискретные и цифровые сигналы и системы, математическое описание и анализ Рассматриваемые вопросы: - Введение в цифровую обработку сигналов. Сигналы и их преобразования при цифровой обработке. Методы математического описания линейных дискретных систем во временной в частотной областях и алгоритмы цифровой фильтрации на их основе.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	Области применения цифровой обработки сигналов. - Аналого-цифровое преобразование сигналов. Временная дискретизация сигналов и теорема Котельникова. Амплитудное квантование сигналов. Теоремы амплитудного квантования случайных сигналов.
2	Рекурсивные и нерекурсивные цифровые фильтры, методы реализации и синтеза Рассматриваемые вопросы: - Характеристики и структуры цифровых фильтров. - Передаточные функции и частотные характеристики фильтров. Обеспечение точности цифровых фильтров. - Частотные характеристики и формы реализации рекурсивных фильтров. - Частотные характеристики и формы реализации нерекурсивных фильтров. - Синтез рекурсивных фильтров по заданной частотной характеристике и по аналоговому прототипу.
3	Методы цифровой фильтрации сигналов на основе преобразования Фурье Рассматриваемые вопросы: - Алгоритм цифровой фильтрации сигналов на основе дискретного преобразования Фурье. - Спектрально-корреляционный анализ дискретных случайных сигналов.
4	Специальные применения и реализация систем цифровой обработки сигналов Рассматриваемые вопросы: - Цифровая обработка сигналов в многоканальных системах связи с частотным уплотнением каналов. - Методы переноса и преобразования спектров дискретных сигналов. - Методы и средства аппаратно-программной реализации систем цифровой обработки сигналов.

## 4.2. Занятия семинарского типа.

### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Преобразование Фурье. Спектральный анализ Рассматриваемые вопросы: - Преобразование Фурье - Комплексная экспонента - Дискретное преобразование Фурье - Физическая интерпретация - ДПФ дискретного сигнала - Связь между преобразованиями - Порядок выполнения заданий - Изучение спектров периодических сигналов - Анализ спектра сложного периодического сигнала
2	svsdvs Рассматриваемые вопросы: - Дискретные сигналы - Спектральные свойства сигналов трех основных типов - Соотношение между сигналами - Теорема Котельникова - Порядок выполнения заданий - Анализ связи спектров дискретного и непрерывного сигналов 2.5.2 Восстановление сигнала с помощью ряда Котельникова Индивидуальное задание выбирается согласно методическим указаниям к лабораторным занятиям.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
3	<p><b>Быстрое преобразование Фурье. Фильтрация</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Быстрое преобразование Фурье</li> <li>- Свойства аналоговых фильтров</li> <li>- Фильтр Чебышева первого рода 3.4 Фильтр Чебышева второго рода</li> <li>- Эллиптический фильтр</li> <li>- Порядок выполнения заданий</li> <li>- Сравнение быстродействия алгоритмов ДПФ</li> <li>- Исследование свойства аналоговых фильтров</li> <li>- Исследование свойства эллиптического фильтра</li> </ul> <p>Индивидуальное задание выбирается согласно методическим указаниям к лабораторным занятиям.</p>
4	<p><b>Синтез цифровых фильтров</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Нахождение частотной характеристики фильтра</li> <li>- Нахождение импульсной характеристики фильтра</li> <li>- Нахождение нулей и полюсов передаточной функции фильтра</li> <li>- Функции синтеза стандартных фильтров</li> <li>- Синтез фильтра с использованием окон</li> <li>- Порядок выполнения заданий</li> <li>- Синтез фильтров методом билинейного z-преобразования</li> <li>- Работа с программой SPTool</li> <li>- Синтез КИХ фильтров с использованием окон</li> </ul> <p>Индивидуальное задание выбирается согласно методическим указаниям к лабораторным занятиям.</p>
5	<p><b>Разностные уравнения</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Теоретические сведения о разностных уравнениях</li> <li>- Импульсная характеристика</li> <li>- Собственная частота</li> <li>- Линейная частота</li> <li>- Нелинейная система</li> <li>- Z-преобразование</li> <li>- Нестабильность линейной системы</li> <li>- Определение стабильности системы</li> </ul> <p>Индивидуальное задание выбирается согласно методическим указаниям к лабораторным занятиям.</p>
6	<p><b>Расчет цифровых фильтров с бесконечными характеристиками</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Основные свойства БИХ-фильтров</li> <li>- Методы расчета коэффициентов БИХ-фильтра</li> <li>- Расчет аналоговых фильтров-прототипов</li> <li>- Преобразование полосы частот для аналоговых фильтров</li> <li>- Дискретизация аналогового фильтра</li> <li>- Расчет цифровых фильтров</li> </ul>
7	<p><b>Расчет цифровых КИХ-фильтров с линейной фазовой характеристикой методом взвешивания</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Основные свойства КИХ-фильтров</li> <li>- Расчет КИХ-фильтров с линейной характеристикой методом взвешивания</li> <li>- Прямоугольное окно</li> <li>- Обобщенное окно Хэмминга</li> <li>- Окно Кайзера</li> </ul>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
8	Акустические признаки Рассматриваемые вопросы: - Речевой сигнал - Спектрограмма - Определение частот, на которых находится основная энергия сигнала - Спектрограмма в мел-шкале

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Самостоятельное изучение и конспектирование отдельных тем учебной литературы, связанных с разделом
2	Подготовка к лабораторным занятиям
3	Подготовка к промежуточной аттестации.
4	Подготовка к текущему контролю.

#### 5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Магазинникова, А. Л. Основы цифровой обработки сигналов : учебное пособие / А. Л. Магазинникова. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 132 с. — ISBN 978-5-8114-2175-6.	<a href="https://e.lanbook.com/book/168952">https://e.lanbook.com/book/168952</a>
2	Фрейман, В. И. Цифровая обработка сигналов : учебное пособие / В. И. Фрейман. — Пермь : ПНИПУ, 2021. — 114 с. — ISBN 978-5-398-02542-2.	<a href="https://e.lanbook.com/book/239828">https://e.lanbook.com/book/239828</a>
3	Цифровая обработка сигналов : учебное пособие / А. В. Безруков, А. С. Стукалова, Н. В. Сотникова, А. А. Сорокин. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2017. — 156 с. — ISBN 978-5-906920-80-5.	<a href="https://e.lanbook.com/book/121875">https://e.lanbook.com/book/121875</a>

#### 6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

Информационный портал Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ([www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru));

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>);  
Поисковые системы «Яндекс» для доступа к тематическим информационным ресурсам;  
Электронно-библиотечная система издательства «Лань» – <http://e.lanbook.com/>;  
Электронно-библиотечная система «УМЦ» – <http://www.umczdt.ru/>;  
Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» – <http://www.znanium.com/>

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Программное обеспечение для выполнения практических заданий включает в себя программные продукты общего применения: операционная система Windows, Microsoft Office 2003 и выше, Браузер Internet Explorer 8.0 и выше с установленным Adobe Flash Player версии 10.3 и выше, Adobe Acrobat

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные компьютерной техникой и наборами демонстрационного оборудования.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 5 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

руководитель образовательной  
программы

А.С. Киселёва

Согласовано:

Директор

Д.В. Паринов

Руководитель образовательной  
программы

А.С. Киселёва

Председатель учебно-методической  
комиссии

Д.В. Паринов