



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Кафедра Физики



Директор

А.В. Семиров

10 апреля 2025 г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

Наименование дисциплины (модуля): **Б1.В.ДВ.02.01 Цифровая обработка сигналов**

Направление подготовки: **44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)**

Направленность (профиль) подготовки: **Автоматика и компьютерная инженерия**

Квалификация (степень) выпускника: **Бакалавр**

Форма обучения: **очная**

**Согласована с УМС ПИ ИГУ**

**Рекомендовано кафедрой:**

Протокол № 3 от «27» марта 2025 г.

Протокол № 5

Председатель \_\_\_\_\_ М.С. Павлова

От «12» марта 2025 г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.В. Семиров

Иркутск 2025 г.

## I. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ):

Целью освоения дисциплины *Цифровая обработка сигналов* является практическое изучение основ цифровой обработки сигналов для использования в профессиональной деятельности.

### Задачи:

- познакомить с особенностями процессов аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования;
- познакомить с типовыми алгоритмами работы устройств цифровой обработки сигналов;
- сформировать практические навыки по расчету и моделированию блоков цифровой обработки сигналов.

## II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО:

2.1 Дисциплина «*Цифровая обработка сигналов*» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений.

2.2 Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: *Алгоритмизация и программирование, Электроника и схемотехника.*

2.3 Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: *Системы передачи информации, Автоматика и микропроцессорная техника.*

## III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ):

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы	Результаты обучения
ПК-1. Способен осуществлять преподавание по программам учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), соответствующих направленности (профилю)	ИДК ПК-1.1 Разрабатывает программно-методическое обеспечение учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей) программ профессионального обучения, СПО и(или) ДО	<i>Базовый уровень.</i> В результате освоения дисциплины студент должен <b>знать:</b> Основы цифровой обработки сигналов для разработки программно-методического обеспечения учебных предметов, курсов, дисциплин СПО и ДПП. <b>уметь:</b> Использовать знания по цифровой обработке сигналов для разработки программно-методического обеспечения учебных предметов, курсов, дисциплин СПО и ДПП. <b>владеть:</b> Навыками использования знаний по цифровой обработке сигналов для разработки программно-методического обеспечения учебных предметов, курсов, дисциплин СПО и ДПП.

<p>ПК-2 Способен осуществлять учебно-производственный процесс, соответствующий области профессиональной деятельности, осваиваемой обучающимися.</p>	<p>ИДК ПК-2.1 Демонстрирует владение содержанием, методами и инструментарием преподаваемой предметной области</p>	<p><b>знать:</b> Базовые процессы при цифровой обработке сигналов, типовые алгоритмы цифровой обработки сигналов. <b>уметь:</b> Выбирать параметры процессов цифровой обработки сигналов; Рассчитывать и моделировать блоки цифровой обработки сигналов с помощью программных средств. <b>владеть:</b> Навыками выбора параметров процессов цифровой обработки сигналов; Навыками расчета и моделирования блоков цифровой обработки сигналов с помощью программных средств.</p>
---	---	---

#### IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц Очн	Семестры
		5
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>30</b>	<b>30</b>
Лекции	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	30	30
<b>Самостоятельная работа (всего) *</b>	<b>34</b>	<b>34</b>
<b>Консультации</b>	-	-
Вид промежуточной аттестации (зачёт)	зачёт	зачёт
Контроль КО	8	8
<b>Контактная работа (всего) **</b>	<b>38</b>	<b>38</b>
Общая трудоемкость часы	<b>72</b>	<b>72</b>
	зачетные единицы	2

#### 4.2. Содержание учебного материала дисциплины (модуля)

Наименование разделов и тем	Содержание
<b>Тема 1.</b> Основы цифровой обработки сигналов	ЛР №1. Вводное занятие (2 часа)
<b>Тема 2.</b> Базовые процессы и операции при цифровой обработке сигналов.	ЛР №2. Изучение параметров АЦП (2 часа) ЛР Отчетное занятие (2 часа)
<b>Тема 3.</b> Быстрое преобразование Фурье.	ЛР №3. Изучение параметров БПФ (2 часа) ЛР Отчетное занятие (2 часа)
<b>Тема 4.</b> Введение в цифровую фильтрацию	ЛР №4. Знакомство с цифровыми фильтрами (2 часа) ЛР Отчетное занятие (2 часа)
<b>Тема 5.</b> Синтез цифровых фильтров	ЛР №5. Синтез КИХ и БИХ фильтров (2 часа) ЛР Отчетное занятие (2 часа)
<b>Тема 6.</b> Нелинейная и адаптивная фильтрация.	ЛР №6. Знакомство с нелинейными и адаптивными фильтрами (2 часа) ЛР Отчетное занятие (2 часа)
<b>Тема 7.</b> Системы интерполяции и децимации.	ЛР №7. Изучение процессов интерполяции и децимации (2 часа) ЛР Отчетное занятие (2 часа)
<b>Тема 8.</b> Цифровая обработка в практических примерах	ЛР №8 Практические примеры ЦОС (2 часа) ЛР Отчетное занятие (2 часа)

\* ЛР – лабораторная работа.

#### 4.3. Перечень разделов/тем дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование раздела/темы	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку (при наличии) и трудоемкость (в часах)				Оценочные материалы	Формируемые компетенции (индикаторы)	Всего в часах
		Контактная работа преподавателя с обучающимися			СРС (в том числе, внеауди торная СР, КСР)			
		Лекц ии	Практ. занятия	Лаб. занятия				
<b>Цифровая обработка сигналов</b>		-	-	<b>30</b>	<b>34</b>	<b>Тестовые задания Вопросы для зачета</b>	<b>ИДК ПК-1.1, ПК-2.1</b>	<b>64</b>
1	<b>Тема 1.</b> Основы цифровой обработки сигналов			2	5	Тестовые задания Вопросы для зачета	ИДК ПК-1.1, ПК-2.1	7
2	<b>Тема 2.</b> Базовые процессы и операции при цифровой обработке сигналов			4	4	Тестовые задания Вопросы для зачета	ИДК ПК-1.1, ПК-2.1	8
3	<b>Тема 3.</b> Быстрое преобразование Фурье.			4	4	Тестовые задания Вопросы для зачета	ИДК ПК-1.1, ПК-2.1	8
4	<b>Тема 4.</b> Введение в цифровую фильтрацию			4	4	Тестовые задания Вопросы для зачета	ИДК ПК-1.1, ПК-2.1	8

5	<b>Тема 5.</b> Синтез цифровых фильтров.			4	4	Тестовые задания Вопросы для зачета	ИДК ПК-1.1, ПК-2.1	8
6	<b>Тема 6.</b> Нелинейная и адаптивная фильтрация.			4	4	Тестовые задания Вопросы для зачета	ИДК ПК-1.1, ПК-2.1	8
7	<b>Тема 7.</b> Системы интерполяции и децимации.			4	4	Тестовые задания Вопросы для зачета	ИДК ПК-1.1, ПК-2.1	8
8	<b>Тема 8.</b> Системы интерполяции и децимации			4	5	Тестовые задания Вопросы для зачета	ИДК ПК-1.1, ПК-2.1	9
	<b>Итого (в часах)</b>			<b>30</b>	<b>34</b>			<b>64</b>

#### 4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов заключается в изучении теоретического материала дисциплины, в том числе предлагаемого для самостоятельного изучения, предварительной подготовке к выполнению лабораторных работ и написанию отчётов по лабораторным работам. В процессе самостоятельной работы студенты могут пользоваться материалами лекций и лабораторных работ, размещенными в электронной образовательной среде ИГУ ([educa.isu.ru](http://educa.isu.ru) → Педагогический институт → Отделение физико-математического, естественно-научного и технологического образования → Цифровая обработка сигналов), а также основной и дополнительной литературой, указанной в разделе V настоящей программы.

#### V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ):

##### а) перечень литературы

1. Умняшкин С.В. Теоретические основы цифровой обработки и представления сигналов [Электронный ресурс]: учебное пособие / С. В. Умняшкин. – Москва: Техносфера, 2012. - 368 с. - Режим доступа: ЭБС "Айбукс". - Неогранич. доступ.
2. Оппенгейм А. В. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс]: издание 3-е, исправленное / А. Оппенгейм. - Москва: Техносфера, 2012. - 1048 с. - Режим доступа: ЭБС "Айбукс". - Неогранич. доступ.
3. Воробьев С.Н. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс]: учеб. для студ. учрежд. высш. проф. образования по направл. подгот. 210700 "Инфокоммуникац. технологии и системы связи" / С. Н. Воробьев. - ЭБК. - М.: Академия, 2013. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - 20 доступов.
4. Пасечников И. И. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс] : учебное пособие / И. И. Пасечников. - Электрон. текстовые дан. - Тамбов : ТГУ им. Г.Р.Державина, 2019. - 156 с. - ЭБС "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-00078-261-3:
5. Умняшкин С. В. Основы теории цифровой обработки сигналов [Электронный ресурс] / С. В. Умняшкин. - Электрон. текстовые дан. - Москва : Техносфера, 2019. - 550 с. : ил. - ЭБС "Айбукс". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-94836-557-2:
6. Магазинникова, А. Л. Основы цифровой обработки сигналов [Электронный ресурс] / А. Л. Магазинникова. - Москва : Лань", 2016. - Режим доступа: ЭБС "Издательство Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-8114-2175-6

##### б) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. ЭБС «Лань» [www.e.lanbook.ru](http://www.e.lanbook.ru)
2. ЭБС «Айбукс» <http://ibooks.ru/>
3. ЭЧЗ «Библиотех» <https://isu.bibliotech.ru/>
4. Обучающие материалы по ЦОС: <https://vk.com/mathworks>

#### VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 6.1. Помещения и оборудование

Помещения – учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных учебным планом ОПОП ВО бакалавриата, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ФГБОУ ВО «ИГУ».

### **Оборудование**

1. Комплект лабораторных работ на персональных ЭВМ, позволяющих проводить работы с группой студентов до 12 – 15 студентов.
2. Лабораторная платформа NI ELVIS (National Instruments) включающая универсальную макетную плату, устройство сбора данных и станцию виртуальных приборов

### **Технические средства обучения.**

1. Мультимедиа-проектор
2. Ноутбук

### **6.2. Лицензионное и программное обеспечение**

*Программное обеспечение: ОС: windows xp, Антивирус Kaspersky Endpoint Security 10.1  
Электронно-библиотечная система, Среда математических вычислений SciLab 5.4.1  
(Свободно распространяемое ПО)*

## **VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В образовательном процессе используются активные и интерактивные формы, в том числе дистанционные образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной работы, развивающие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств и формирующие компетенции.

<b>Тема занятия</b>	<b>Вид занятия</b>	<b>Формы/ методы интерактивного обучения</b>	<b>Кол-во часов</b>
<b>Тема 1.</b> Основы цифровой обработки сигналов	лабораторная работа	лабораторные занятия с элементами обратной связи	2
<b>Тема 2.</b> Базовые процессы и операции при цифровой обработке сигналов	лабораторная работа	лабораторные занятия с элементами обратной связи	4
<b>Тема 3.</b> Быстрое преобразование Фурье.	лабораторная работа	лабораторные занятия с элементами обратной связи	4
<b>Тема 4.</b> Введение в цифровую фильтрацию	лабораторная работа	лабораторные занятия с элементами обратной связи	4
<b>Тема 5.</b> Синтез цифровых фильтров.	лабораторная работа	лабораторные занятия с элементами обратной связи	4
<b>Тема 6.</b> Нелинейная и адаптивная фильтрация.	лабораторная работа	лабораторные занятия с элементами обратной связи	4
<b>Тема 7.</b> Системы интерполяции и децимации.	лабораторная работа	лабораторные занятия с элементами обратной связи	4
<b>Тема 8.</b> Системы интерполяции и децимации	лабораторная работа	лабораторные занятия с элементами обратной связи	4

## **VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **8.1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости**

#### **Примеры тестовых заданий**

##### **Задания для проверки компетенции ПК-1:**

1. Частота Найквиста это:

- а) максимальная частота в спектре аналогового сигнала, при которой еще не наблюдается эффект наложения**
- б) минимальная частота дискретизации сигнала при аналого-цифровом преобразовании
- в) частота взятия отсчетов при аналого-цифровом преобразовании
- г) максимально возможная частота взятия отсчетов при аналого-цифровом преобразовании

2. Если не бороться с эффектом наложения (Aliasing) при аналого-цифровом преобразовании то:

- г) произойдет перенос высокочастотной области спектра аналогового сигнала в более низкочастотную область.**
- а) в спектре восстановленного после цифро-аналогового преобразования сигнала появятся гармонические искажения.
- б) произойдет наложение на исходный аналоговый сигнал шума квантования.
- в) произойдет перенос низкочастотной области спектра аналогового сигнала в более высокочастотную область.

3. Линейное математическое преобразование двух последовательностей, в результате которого одна последовательность приобретает черты другой называется...(закончите предложение одним словом)

Ответ: **свертка**

4. Определить минимальную частоту дискретизации для корректного преобразования аналогового сигнала с частотой 3 кГц в цифровой?

Ответ: **не менее 6 кГц**

##### **Задания для проверки компетенции ПК-2**

1. Стоит задача уменьшить частоту дискретизации цифрового сигнала в **нецелое** число раз. Выберите последовательность операций, которая приведет к наименьшей потере качества конечного сигнала.

- а) интерполяция - фильтрация – децимация**
- б) интерполяция - децимация – фильтрация
- в) децимация - фильтрация – интерполяция
- г) фильтрация - интерполяция - децимация

2. Процесс замены дискретных отсчетов сигнала рядом приближенных значений напряжения при аналого-цифровом преобразовании называется...

- а) квантованием по уровню**
- б) аналого-цифровым преобразованием
- в) дискретизацией по времени
- г) кодированием

3. Понижение частоты дискретизации цифрового сигнала **в целое** число раз называется... (закончите предложение одним словом)

Ответ: **децимация**

4. Алгоритм, обеспечивающий уменьшение вычислительной сложности дискретного преобразования Фурье называется... (закончите предложение тремя словами)

Ответ: **быстрым преобразованием Фурье**

*Критерии оценивания контрольного тестирования*

<b>Показатели (компетенции)</b>	<b>Критерии</b>
Процент выполнения заданий теста  (ПК-1, ПК-2)	Каждое правильно выполненное задание оценивается в 1 балл.

**Шкала оценивания:**

В зависимости от процента правильно выполненных заданий выставляются оценки: «удовлетворительно» – от 50% до 75% включительно, «хорошо» – более 75% до 90%, «отлично» – более 90 до 100%.

## **8.2. Оценочные материалы для промежуточной аттестации**

### **Примерный перечень вопросов к зачету**

1. Цифровая обработка сигналов. Определение, основные исследовательские направления, обобщенная схема цифровой обработки сигналов.
2. Процесс аналого-цифрового преобразования. Особенности (существование частоты Найквиста, эффект наложения aliasing и борьба с ним, джиттер, шум квантования)
3. Прямое и обратное дискретное преобразование Фурье. Суть преобразования, применение.
4. Алгоритм быстрого преобразования Фурье. Суть алгоритма, применение, параметры (размер БПФ, разрешающая способность, вид оконной функции).
5. Операция свертки. Суть операции, применение.
6. Z-преобразование. Суть операции, применение.
7. Цифровые фильтры. Определение, классификация. Преимущества цифровых фильтров перед аналоговыми. Особенности цифровых фильтров.
8. Этапы проектирования цифровых фильтров. Задание требований к фильтрам. Проектирование нелинейных фильтров.
9. Методы аппроксимации КИХ фильтров. Метод окон, метод Мак-Клелана.
10. Методы аппроксимации БИХ фильтров. Метод отображения дифференциалов, метод инвариантного преобразования импульсной характеристики, метод билинейного и согласованного z-преобразования.
11. Структурные схемы цифровых фильтров.
12. Адаптивная фильтрация. Определение, структура адаптивного фильтра, принципы работы, применение.
13. Многоскоростная обработка сигналов. Определение, назначение. Интерполяция и децимация. Схемы, принципы работы. Многоскоростная обработка при нецелом изменении частоты дискретизации.
14. Применение ЦОС для обработки радиосигналов.
15. Применение ЦОС при сжатии информации.

### *Критерии оценивания Зачет*

<b>Показатели (компетенции)</b>	<b>Критерии</b>
Устные ответы на вопрос билета (ПК-1, ПК-2)	Правильность и полнота ответа на вопрос.
Выполнение лабораторных работ, наличие отчетов по лабораторным работам (ПК-1, ПК-2)	Выполнение лабораторных работ в объеме 90% и более от общего количества.  Наличие отчетов по лабораторным работам.

#### **Шкала оценивания:**

Устные ответы студентов оцениваются по стандартной 5-балльной шкале (от 5 до 2). Оценка 5 «отлично» соответствует полному правильному ответу на вопрос билета. Оценка 2 «неудовлетворительно» соответствует неправильному ответу либо неответу на вопрос. При выставлении оценки за ответ учитываются ответы студента на дополнительные вопросы преподавателя. Отдельная оценка за ответы на дополнительные вопросы не ставится.

Оценка «зачтено» выставляется студенту, выполнившему не менее 90% лабораторного практикума по дисциплине с предоставлением правильно оформленных отчетов по всем проделанным лабораторным работам, а также ответившему на теоретический вопрос билета не хуже оценки «удовлетворительно». При выставлении зачета могут учитываться результаты контрольного тестирования, если они не ухудшают итоговую оценку студента.

Документ составлен в соответствии с требованиями ФГОС по направлению 44.03.04 «Профессиональное обучение (по отраслям)» утвержденного приказом Минобрнауки РФ №124 от 22.02.2018 г.

**Разработчик:** Кудрявцев В.О., доцент кафедры физики ПИ ИГУ, к. ф.-м.н.,

*Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.*