

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет  
им. Н.И. Лобачевского»**

Радиофизический факультет  
(факультет / институт / филиал)

---

УТВЕРЖДЕНО  
решением президиума  
Ученого совета ННГУ  
протокол от  
«30» ноября 2022 г. № 13

**Рабочая программа дисциплины**

Цифровая обработка сигналов  
(наименование дисциплины (модуля))

---

Уровень высшего образования  
магистратура  
(бакалавриат / магистратура / специалитет)

---

Направление подготовки / специальность  
02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии»  
(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

---

Направленность образовательной программы  
Теория информации  
(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

---

Форма обучения  
очная  
(очная / очно-заочная / заочная)

---

Нижегород

2023 год

## 1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина Б1.В.01 «Цифровая обработка сигналов» относится к части ООП направления подготовки 02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, формируемой участниками образовательных отношений.

## 2 Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции  (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции  (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1. Знает структуру жизненного цикла проекта.	<p><i>Знать</i> структуру жизненного цикла проекта применительно к цифровой обработке сигналов</p> <p><i>Уметь</i> Определять этап жизненного цикла, на котором проект находится на данном этапе применительно к цифровой обработке сигналов</p> <p><i>Владеть</i> навыком принятия решения на любом этапе жизненного цикла проекта</p>	<i>Письменные и устные ответы на вопросы, контрольные задания собеседование</i>
	УК-2.2. Умеет адаптировать жизненный цикл под специфику конкретных проектов.	<p><i>Знать</i> основные требования к составлению проекта жизненного цикла проекта</p> <p><i>Уметь</i> организовывать</p>	

		<p>жизненный цикл проекта применительно к цифровой обработке сигналов</p> <p><i>Владеть</i> Навыками оценки полученных результатов и формулировки выводов о проделанной работе</p>	
	УК-2.3. Владеет методами управления проектом на всех этапах его жизненного цикла.	<p><i>Знать</i> методы управления проектом</p> <p><i>Уметь</i> определять этап жизненного цикла проекта</p> <p><i>Владеть</i> методами управления проектом на всех этапах его жизненного цикла</p>	
ПК-1. Способен руководить научными исследованиями и опытно-конструкторскими разработками, в области информатики и информационных технологий (ФИИТ), и формировать их новые направления в области профессиональной деятельности	ПК-1.1. Знает проблематику и методы научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области ФИИТ применительно к профессиональной деятельности.	<p><i>Знать</i> проблемы и методы научных исследований, опытно-конструкторских разработок в области информатики и информационных технологий (ФИИТ)</p> <p><i>Уметь</i> определять наиболее актуальные направления исследований в области профессиональной деятельности</p> <p><i>Владеть</i> навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и</p>	<i>Письменные и устные ответы на вопросы, контрольные задания, собеседование</i>

		критического анализа информации по тематике проводимых исследований	
	ПК-1.2. Имеет навыки выполнения научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области ФИИТ применительно к профессиональной деятельности.	<p><i>Знать</i> основные требования к составлению научно-технических отчетов и документации о выполнении научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области ФИИТ</p> <p><i>Уметь</i> самостоятельно составлять научно-технические отчеты и документацию о выполнении научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области ФИИТ</p> <p><i>Владеть</i> навыками составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов и обзоров, публикаций</p>	
	ПК-1.3. Имеет навыки руководства исследованиями и опытно-конструкторскими разработками в области ФИИТ применительно к профессиональной деятельности, и формирования их новых направлений.	<p><i>Знать</i> основные способы представления и продвижения результатов в области опытно-конструкторских разработок, формировать их новые направления в области информатики и информационных технологий (ФИИТ)</p> <p><i>Уметь</i> Организовывать и</p>	

		<p>выполнять, научные исследования и опытно-конструкторские разработки в области ФИИТ применительно к профессиональной деятельности</p> <p><i>Владеть</i> навыками руководства научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области ФИИТ применительно к цифровой обработке сигналов</p>	
--	--	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины «Цифровая обработка сигналов»

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная форма обучения</b>
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>4 ЗЕТ</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>144</b>
<b>в том числе</b>	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b> - занятия лекционного типа - занятия семинарского типа ( практические занятия / лабораторные работы)	<b>32</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>65</b>
<b>КСР</b>	<b>2</b>
<b>Промежуточная аттестация – экзамен</b>	<b>45</b>

### 3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
	Очная	Очная	Очная	Очная	Очная	Очная
<b>Часть 1.</b> Дискретные сигналы и системы	24	8			8	16
<b>Часть 2.</b> Z-преобразование	24	8			8	16
<b>Часть 3.</b> Дискретное преобразование Фурье (ДПФ).	25	8			8	17
<b>Часть 4.</b> Анализ и проектирование цифровых фильтров (ЦФ).	24	8			8	16
В т.ч. текущий контроль	2	2			2	
Промежуточная аттестация – экзамен – 45 часов						

При чтении лекций используется активная форма, заключающаяся в разборе конкретных ситуаций, возникающих при анализе рассматриваемых физических явлений (анализ корректности постановки задачи, выявление физического смысла полученного результата).

Используются следующие интерактивные формы проведения занятий:

- Предоставление студентам адресов необходимых Интернет-ресурсов.
- Обмен со студентами адресами электронной почты для обеспечения оперативного взаимодействия.

- Отправка студентам электронных писем, содержащих необходимые образовательные ресурсы (материалы к лекциям, персональные задания к зачёту).
- Предоставление студентам возможности обсуждения проблем, возникающих при освоении дисциплины, с использованием сети Интернет.

#### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Используются виды самостоятельной работы студента: в читальном зале библиотеки, в учебных кабинетах (лабораториях), компьютерных классах, с доступом к ресурсам Интернет и в домашних условиях. Порядок выполнения самостоятельной работы соответствует программе курса и контролируется в ходе проведения лекционных занятий и в конце курса при проведении экзамена по данной дисциплине. Самостоятельная работа подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим рекомендованные учебники и учебно-методические пособия, а также конспекты лекций.

- во время лекций формулируются проблемы, которые студенты должны решить самостоятельно. На последующих лекциях проводится открытое обсуждение полученных результатов и даётся правильное решение.
- задания для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины выдаются студентам заранее. В случае необходимости проводятся индивидуальные консультации.
- Контрольные вопросы и задания для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

Ведется еженедельный контроль посещаемости аудиторных занятий.

#### 5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине

включающий:

##### 5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений.	При решении стандартных задач не	Продemonстрированы основные	Продemonстрированы все основные	Продemonстрированы все основные	Продemonстрированы все основные	Продemonстрированы все основные

	Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	продемонстрированы основные умения.  Имели место грубые ошибки.	умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	умения, Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки.  Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
	<b>превосходно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
<b>зачтено</b>	<b>отлично</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	<b>удовлетворительно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
<b>не зачтено</b>	<b>неудовлетворительно</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	<b>плохо</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»



## 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

### 5.2.1 Контрольные вопросы

<i>Примеры контрольных вопросов</i>	<i>Код компетенции (согласно РПД)</i>
1. Что такое прямая и каноническая структуры цифрового фильтра	УК-2
2. Как выполняется процедура уменьшения частоты дискретизации дискретного сигнала	УК-2
3. Как вычисляется "быстрая" линейная свертка	УК-2
4. Как вычисляется секционная свертка	УК-2
5. Что такое КИХ и БИХ-фильтры	УК-2
6. Определите понятие “спектральная характеристика” дискретного сигнала.	ПК-1
7. Сформулируйте условия дискретизации во времени аналогового видеосигнала.	ПК-1
8. Как дискретизовать во времени узкополосный аналоговый радиосигнал?	ПК-1
9. Поясните процедуру квадратурного разложения узкополосного радиосигнала.	ПК-1
10. Как выполняется процедура уменьшения частоты дискретизации дискретного сигнала?	ПК-1
11. Как реализовать процедуру увеличения частоты дискретизации дискретного сигнала?	ПК-1

### 5.2.2. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенций

<i>Примеры практических контрольных заданий</i>	<i>Код компетенции (согласно РПД)</i>
1. Сформулируйте и докажите теорему отсчетов для видеосигналов	УК-2
2. Рассчитайте ДПФ заданной последовательности конечной протяженности	УК-2
3. Рассчитайте последовательность по заданной форме ее z-преобразования	УК-2
4. Рассчитайте z-преобразование по заданной форме последовательности.	УК-2
5. Рассчитайте дискретно-временную свертку двух заданных последовательностей конечной протяженности.	УК-2
6. По заданной частотной характеристике ДПП-системы постройте ее амплитудно-частотную (АЧХ) и фазо-частотную (ФЧХ) характеристики.	ПК-1
7. По заданным частотной характеристике ДПП-системы и входном сигнале найдите выходной сигнал системы.	ПК-1
8. По заданному разностному уравнению ДПП-системы	ПК-1

найдите ее импульсную характеристику.	
9. По заданному разностному уравнению ДЛПП-системы найдите ее частотную характеристику.	ПК-1
10. По заданной частотной характеристике ДЛПП-системы найдите ее разностное уравнение.	ПК-1

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **«Цифровая обработка сигналов»:**

#### **а) основная литература:**

- 1) Голд Б., Рэйдер Ч. Цифровая обработка сигналов. М., Мир, 1978
- 2) Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов: Учебное пособие для вузов. СПб., Питер, 2003
- 3) Кривошеев В.И. Цифровая обработка сигналов: Учебное пособие. – Н.Новгород: Издательство ННГУ, 2006.

#### **б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы**

<http://www.dsp-book.narod.ru/books.html>  
<http://www.twirpx.com/files/equipment/dsp/>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Для обучения дисциплине имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории, компьютерным оборудованием. Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие программе дисциплины.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО по направлению подготовки **02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии»** (магистратура) (утвержден приказом ректора ННГУ 178-ОД от 13.04.2020)

Автор (ы): к.ф.-м.н. Сорокин И.С.

Рецензент (ы): к.ф.-м.н., доцент Грязнова И.Ю.

Заведующий кафедрой статистической радиофизики и мобильных систем связи, профессор, д.ф.-м.н., Мальцев А.А.

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета от «14» ноября 2022 года, протокол № 08/22.