

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

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Цифровая обработка сигналов

Уровень высшего образования

Магистратура

Направление подготовки / специальность

03.04.03 - Радиофизика

Направленность образовательной программы

Статистическая радиофизика

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.02.01 Цифровая обработка сигналов относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

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	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-1: Способен анализировать и обрабатывать научную информацию и результаты исследований в области физики и радиофизики при решении задач своей профессиональной деятельности	<p>ПК-1.1: Применяет принципы сбора и анализа информации, рассматривает и оценивает современные научные достижения, а также генерирует новые идеи при решении исследовательских и практических задач</p> <p>ПК-1.2: Работает с большим объемом данных, систематизирует и анализирует информацию, полученную из различных источников, в том числе с использованием современных информационных и коммуникационных технологий</p>	<p>ПК-1.1:</p> <p>Знать методы критического анализа и оценки современных научных достижений в области своей профессиональной деятельности</p> <p>Уметь определять наиболее актуальные направления исследований в области профессиональной деятельности</p> <p>Владеть навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований</p> <p>ПК-1.2:</p> <p>Знать современные информационные и коммуникационные технологии сбора и анализа большого объема данных</p> <p>Уметь систематизировать и анализировать данные большого объема</p>	<p>Задачи</p> <p>Собеседование</p>	<p>Зачёт:</p> <p>Контрольные вопросы</p> <p>Задачи</p>

		Владеть навыками работы с большим объемом данных, полученных из различных источников		
ПК-2: Способен выполнять теоретические и экспериментальные исследования и разработки по отдельным разделам тем научно- исследовательских и опытно- конструкторских работ в области физики и радиофизики и оформлять их результаты	ПК-2.1: Анализирует современное состояние исследований в области физики и радиофизики, современные подходы к описанию и моделированию различных физических явлений и оценке полученных результатов ПК-2.2: Выбирает и применяет аналитические, аналитико-численные, экспериментальные методы исследования в соответствии с типом поставленной задачи ПК-2.3: Участвует в планировании, подготовке и проведении НИР ПК-2.4: Анализирует полученные данные, формулирует выводы и рекомендации по отдельным разделам тем в области физики и радиофизики	ПК-2.1: Знать современное состояние исследований, современные подходы к описанию различных явлений в области своей профессиональной деятельности Уметь анализировать современное состояние исследований в области физики и радиофизики Владеть навыками моделирования различных явлений в области физики и радиофизики ПК-2.2: Знать современные подходы к моделированию различных явлений Уметь выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования Владеть навыками проведения моделирования или эксперимента для решения конкретной научно- исследовательской задачи ПК-2.3: Знать основные принципы организации научного исследования Уметь	Задачи Собеседование	Зачёт: Контрольные вопросы Задачи

		<p>анализировать процесс выполнения научного исследования и, в случае необходимости, корректировать план исследования на определенных этапах</p> <p>Владеть навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов</p> <p>ПК-2.4: Знать современные подходы к оценке полученных результатов в области своей профессиональной деятельности</p> <p>Уметь анализировать полученные данные, формулировать выводы и рекомендации по отдельным разделам тем в области физики и радиофизики</p> <p>Владеть навыками оценки полученных результатов и формулировки выводов для выполненной научно-исследовательской задачи</p>		
<p>ПК-3: Способен разрабатывать и подготавливать составные части документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок</p>	<p>ПК-3.1: Использует знание нормативных документов для составления заявок, грантов, проектов НИР, применяет заданные требования и правила при оформлении рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях</p> <p>ПК-3.2: Представляет результаты НИР академическому и бизнес-сообществу</p> <p>ПК-3.3: Участвует в составлении и подаче</p>	<p>ПК-3.1: Знать основные требования к составлению научно-технических отчетов и документации</p> <p>Уметь применять заданные требования и правила к оформлению рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях</p> <p>Владеть</p>	Задачи	<p>Зачёт: Контрольные вопросы Задачи</p>

	<p>конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направленности</p> <p>Радиофизика</p>	<p>навыками составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов и обзоров, публикаций</p> <p>ПК-3.2:</p> <p>Знать</p> <p>основные способы представления и продвижения результатов НИР</p> <p>Уметь</p> <p>структурировать презентационный материал, выделять основные результаты деятельности для их представления и расставлять акценты</p> <p>Владеть</p> <p>навыками представления результатов НИР перед научным и академическим сообществом</p> <p>ПК-3.3:</p> <p>Знать</p> <p>основные этапы подготовки НИР и составления проекта НИР</p> <p>Уметь</p> <p>анализировать проектную документацию на выполнение НИР</p> <p>Владеть</p> <p>навыками составления части проектной документации для проведения НИР</p>		
--	--	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	2
Часов по учебному плану	72
в том числе	

аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	0
- КСР	1
самостоятельная работа	39
Промежуточная аттестация	0 Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	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 (практические занятия/ лабора торные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
1. Дискретные сигналы и системы	17	8	0	8	9
2. Z-преобразование	18	8	0	8	10
3. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ).	18	8	0	8	10
4. Анализ и проектирование цифровых фильтров (ЦФ).	18	8	0	8	10
Аттестация	0				
КСР	1				1
Итого	72	32	0	33	39

Содержание разделов и тем дисциплины

Часть 1. Дискретные сигналы и системы

Часть 2. Z-преобразование

Часть 3. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ).

Часть 4. Анализ и проектирование цифровых фильтров (ЦФ).

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 4 ч.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

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.

Ведется еженедельный контроль посещаемости аудиторных занятий.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-1:

Задача 1. Сформулируйте и докажите теорему отсчетов для видеосигналов.

Задача 2. Рассчитайте ДВПФ заданной последовательности бесконечной протяженности. Постройте амплитудно-частотный и фазо-частотный спектры.

Задача 3. Рассчитайте ДПФ заданной последовательности конечной протяженности.

Задача 4. Рассчитайте дискретно-временную свертку двух заданных последовательностей конечной протяженности.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-2:

Задача 1. Рассчитайте последовательность по заданной форме ее z -преобразования.

Задача 2. Рассчитайте z -преобразование по заданной форме последовательности.

Задание 3. По заданной передаточной (системной) функции ДЛПП-системы в форме дробно-рациональной функции найдите ее разностное уравнение.

Задача 4. По заданному разностному уравнению ДЛПП-системы найдите ее передаточную (системную) функцию.

Задача 5. По заданной импульсной характеристике симметричной формы КИХ-фильтра найдите его частотную характеристику. Постройте амплитудно-частотную и фазо-частотную характеристики фильтра.

Задача 6. По заданной импульсной характеристике антисимметричной формы КИХ-фильтра найдите его частотную характеристику. Постройте амплитудно-частотную (АЧХ) и фазо-частотную (ФЧХ) характеристики фильтра.

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-3:

Задача 1. По заданной частотной характеристике ДЛПП-системы постройте ее амплитудно-частотную (АЧХ) и фазо-частотную (ФЧХ) характеристики.

Задача 2. По заданным частотной характеристике ДЛПП-системы и входном сигнале найдите выходной сигнал системы.

Задача 3. По заданному разностному уравнению ДЛПП-системы найдите ее импульсную характеристику.

Задача 4. По заданному разностному уравнению ДЛПП-системы найдите ее частотную характеристику.

Задача 5. По заданной частотной характеристике ДЛПП-системы найдите ее разностное уравнение.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	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»
не зачтено	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»

5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ПК-1:

- По каким признакам осуществляется классификация сигналов и систем?
- Приведите примеры дискретных во времени сигналов.
- Дайте определение понятия “дискретная линейная система с постоянными параметрами (ЛПП-система)”.
- Что такое импульсная характеристика ЛПП-системы?
- Каково соотношение, определяющее выходной отклик ЛПП-системы на произвольный входной сигнал?
- Каковы условия устойчивости и физической реализуемости ЛПП-системы?
- Что такое частотная характеристика ЛПП-системы?
- Определите понятие “спектральная характеристика” дискретного сигнала.
- Сформулируйте условия дискретизации во времени аналогового видеосигнала.
- Как дискретизовать во времени узкополосный аналоговый радиосигнал?

- Поясните процедуру квадратурного разложения узкополосного радиосигнала.
- Как выполняется процедура уменьшения частоты дискретизации дискретного сигнала?
- Как реализовать процедуру увеличения частоты дискретизации дискретного сигнала?
- Что такое Z-преобразование?
- Перечислите свойства Z-преобразования.
- Что такое передаточная (системная) функция ЛПП- системы?
- Напишите дискретный ряд Фурье.
- Что такое ДПФ?
- Каковы свойства ДПФ?
- Что такое циклическая и линейная свертки?
- Как вычисляется “быстрая” линейная свертка?
- Что такое КИХ и БИХ-фильтры?
- Приведите пример КИХ-фильтра 1-го порядка.
- Приведите пример БИХ-фильтра 1-го порядка.
- Что такое прямая и каноническая структуры ЦФ?
- Что такое каскадная и параллельная структуры ЦФ?
- Каковы особенности реализации структур КИХ-фильтров?
- Каковы эффекты квантования параметров ЦФ?
- В чем сущность метода билинейного преобразования?
- Что такое метод инвариантности импульсной характеристики?
- Как проектируются БИХ-фильтры стандартных типов: ФНЧ, ФВЧ, ФПП, ФПЗ ?
- Когда необходимо машинное проектирование БИХ-фильтров?
- Каковы условия линейности ФЧХ КИХ-фильтра?
- Каковы разновидности КИХ- фильтров с линейной ФЧХ и их частотные характеристики?

5.1.5 Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ПК-2:

- В чем сущность метода взвешивания?
- В чем сущность метода частотной выборки?
- Поясните идею метода Чебышевской оптимизации при проектировании КИХ-фильтра.
- По каким признакам осуществляется классификация сигналов и систем?
- Приведите примеры дискретных во времени сигналов.
- Дайте определение понятия “ дискретная линейная система с постоянными параметрами (ЛПП-система)”.
- Что такое импульсная характеристика ЛПП-системы?
- Каково соотношение, определяющее выходной отклик ЛПП-системы на произвольный входной сигнал?
- Каковы условия устойчивости и физической реализуемости ЛПП-системы?
- Что такое частотная характеристика ЛПП-системы?
- Определите понятие “спектральная характеристика “ дискретного сигнала.
- Сформулируйте условия дискретизации во времени аналогового видеосигнала.
- Как дискретизовать во времени узкополосный аналоговый радиосигнал?
- Поясните процедуру квадратурного разложения узкополосного радиосигнала.
- Как выполняется процедура уменьшения частоты дискретизации дискретного сигнала?
- Как реализовать процедуру увеличения частоты дискретизации дискретного сигнала?

- Что такое Z-преобразование?
- Перечислите свойства Z-преобразования.
- Что такое передаточная (системная) функция ЛПП- системы?
- Напишите дискретный ряд Фурье.
- Что такое ДПФ?
- Каковы свойства ДПФ?
- Что такое циклическая и линейная свертки?
- Как вычисляется “быстрая” линейная свертка?
- Что такое КИХ и БИХ-фильтры?
- Приведите пример КИХ-фильтра 1-го порядка.
- Приведите пример БИХ-фильтра 1-го порядка.
- Что такое прямая и каноническая структуры ЦФ?
- Что такое каскадная и параллельная структуры ЦФ?
- Каковы особенности реализации структур КИХ-фильтров?
- Каковы эффекты квантования параметров ЦФ?
- В чем сущность метода билинейного преобразования?
- Что такое метод инвариантности импульсной характеристики?
- Как проектируются БИХ-фильтры стандартных типов: ФНЧ, ФВЧ, ФПП, ФПЗ ?
- Когда необходимо машинное проектирование БИХ-фильтров?
- Каковы условия линейности ФЧХ КИХ-фильтра?
- Каковы разновидности КИХ- фильтров с линейной ФЧХ и их частотные характеристики?
- В чем сущность метода взвешивания?
- В чем сущность метода частотной выборки?
- Поясните идею метода чебышевской оптимизации при проектировании КИХ-фильтра.

Критерии оценивания (оценочное средство - Собеседование)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	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»
не зачтено	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатор)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				

достижения							
<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. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. 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 оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	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
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»

	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	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»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-1

1. Дискретные сигналы (последовательности) и их представление. Синусоиды дискретного времени и их особенности в сравнении с синусоидами непрерывного времени.
2. Дискретные линейные системы с постоянными параметрами (ДЛПП-системы) и их описание:
 - во временной области (импульсная характеристика);
 - на основе линейных разностных уравнений (РУ); пример решения РУ;
 - в частотной области (частотная характеристика);
 - в комплексной z -плоскости (передаточная характеристика).

Связь различных характеристик ДЛПП-системы между собой и примеры их вычисления.

3. Дискретно-временная свертка, ее свойства. Пример вычисления свертки.
4. Устойчивость и физическая реализуемость ДЛПП-системы.
5. Представление дискретных сигналов в частотной области. Дискретное во времени преобразование Фурье (ДВПФ) и его свойства. Примеры вычисления прямого и обратного ДВПФ.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-2

1. Дискретизация сигналов непрерывного времени:
 - теорема отсчетов для видеосигналов (формулировка и доказательство);
 - дискретизация радиосигналов.
2. Частотно-временные деформации дискретного сигнала:
 - уменьшение частоты дискретизации в целое число раз (прореживание, децимация);
 - увеличение частоты дискретизации в целое число раз (интерполяция);
3. Z -преобразование (прямое и обратное):
 - свойства прямого z -преобразования; область сходимости;
 - решение разностных уравнений с помощью z -преобразования;
 - передаточная (системная) функция.

Примеры вычисления прямого и обратного Z -преобразования.
4. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ):
 - представление периодических последовательностей дискретным рядом Фурье (ДРФ);
 - представление по Фурье последовательности конечной длительности (ДПФ);

- свойства ДПФ;
- реализация линейной свертки с помощью ДПФ («быстрая» свертка).

Связь ДВПФ и ДПФ и примеры вычисления ДПФ.

5. Примеры КИХ- и БИХ-фильтров первого и второго порядков. Их частотные и временные характеристики.

5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-3

1. Основные структурные схемы при построении БИХ-фильтров:

- прямая и каноническая структуры;
- каскадная и параллельная структуры.

2. Основные структурные схемы при построении КИХ-фильтров:

- прямая, каскадная и структура на основе быстрой свертки;
- структуры с частотной выборкой.

3. Расчет БИХ-фильтров по методу инвариантности импульсной характеристики.

4. Расчет БИХ-фильтров стандартных типов методом билинейного преобразования.

5. КИХ-фильтры с линейной фазо-частотной характеристикой, виды и свойства их импульсных и частотных характеристик.

6. Методы расчета КИХ-фильтров с линейной ФЧХ.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	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»
не зачтено	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»

5.3.4 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-1

Задача 1. Сформулируйте и докажите теорему отсчетов для видеосигналов.

Задача 2. Рассчитайте ДВПФ заданной последовательности бесконечной протяженности. Постройте амплитудно-частотный и фазо-частотный спектры.

Задача 3. Рассчитайте ДПФ заданной последовательности конечной протяженности.

Задача 4. Рассчитайте дискретно-временную свертку двух заданных последовательностей конечной протяженности.

5.3.5 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-2

Задача 1. Рассчитайте последовательность по заданной форме ее z-преобразования.

Задача 2. Рассчитайте z-преобразование по заданной форме последовательности.

Задание 3. По заданной передаточной (системной) функции ДЛПП-системы в форме дробно-рациональной функции найдите ее разностное уравнение.

Задача 4. По заданному разностному уравнению ДЛПП-системы найдите ее передаточную (системную) функцию .

Задача 5. По заданной импульсной характеристике симметричной формы КИХ-фильтра найдите его частотную характеристику. Постройте амплитудно-частотную и фазо-частотную характеристики фильтра.

Задача 6. По заданной импульсной характеристике антисимметричной формы КИХ-фильтра найдите его частотную характеристику. Постройте амплитудно-частотную (АЧХ) и фазо-частотную (ФЧХ) характеристики фильтра.

5.3.6 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-3

Задача 1. По заданной частотной характеристике ДЛПП-системы постройте ее амплитудно-частотную (АЧХ) и фазо-частотную (ФЧХ) характеристики.

Задача 2. По заданным частотной характеристике ДЛПП-системы и входном сигнале найдите выходной сигнал системы.

Задача 3. По заданному разностному уравнению ДЛПП-системы найдите ее импульсную характеристику.

Задача 4. По заданному разностному уравнению ДЛПП-системы найдите ее частотную характеристику.

Задача 5. По заданной частотной характеристике ДЛПП-системы найдите ее разностное уравнение.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	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»
не зачтено	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»

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

Основная литература:

1. Голд Бернارد. Цифровая обработка сигналов : с прил. работы Д. Кайзера "Цифровые фильтры" : пер. с англ. / под ред. [и с предисл.] А. М. Трахтмана. - Москва : Советское радио, 1973. - 367 с. : ил. - 1.52., 2 экз.
2. Сергиенко Александр Борисович. Цифровая обработка сигналов : учеб. пособие для вузов. -

СПб. [и др.] : Питер, 2003. - 604 с. : ил. - (Учебник для вузов). - ISBN 5-318-00666-3 : 140.60., 1 экз.

Дополнительная литература:

1. Кривошеев Валерий Иванович. Цифровая обработка сигналов : учеб. пособие / ННГУ. - Н. Новгород : Изд-во ННГУ, 2006. - 207 с. - В надзаг.: Национальный проект "Образование".
Инновационная образовательная программа Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского.... - ISBN 5-85746-926-0 : 100.00., 33 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

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

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: 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.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 03.04.03 - Радиофизика.

Автор(ы): Сорокин Игорь Сергеевич, кандидат физико-математических наук.

Рецензент(ы): Грязнова Ирина Юрьевна, кандидат физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Мальцев Александр Александрович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 18.12.2023, протокол № 9/23.