

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 Ученого совета ННГУ

протокол № 8 от 24.09.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Цифровая обработка сигналов

Уровень высшего образования

Специалитет

Направление подготовки / специальность

10.05.02 - Информационная безопасность телекоммуникационных систем

Направленность образовательной программы

Системы подвижной цифровой защищенной связи

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.21 Цифровая обработка сигналов относится к обязательной части 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
ОПК-11: Способен применять положения теории в области электрических цепей, радиотехнических сигналов, распространения радиоволн, кодирования, электрической связи, цифровой обработки сигналов для решения задач профессиональной деятельности;	ОПК-11.1: Знает: - устройство, принципы построения и работы типовых электрических цепей - методы анализа электрических цепей при постоянных напряжениях, гармонических и произвольных воздействиях - технические возможности основных электрических цепей - виды модуляции сигналов - математические модели сигналов - методы спектрального и корреляционного анализа сигналов - спектральные и корреляционные характеристики аналоговых и дискретных детерминированных сигналов - принципы построения систем связи - методы представления сообщений, сигналов и помех - преобразование сигналов в каналах связи - теоретические основы оптимального приема сигналов на фоне помех - структуры оптимальных приемников сигналов на фоне помех - основные понятия теории информации и кодирования: энтропия, взаимная информация, источники	ОПК-11.1: Самостоятельно умеет решать научные и проектные задачи для типовых систем цифровой обработки сигналов ОПК-11.2: Умеет применять математический аппарат цифровой обработки сигналов для решения практических задач. ОПК-11.3: Владеет навыками работы с типовыми системами цифровой фильтрации и обработки сигналов. Умеет на основании экспериментальных измерений и компьютерного моделирования выбирать оптимальные параметры для блоков цифровой обработки сигналов.	Практическая задача	Зачёт: Доклад-презентация

	<p>сообщений, каналы связи, коды - основные результаты о кодировании при наличии и отсутствии шума - основные понятия оптимального кодирования источников информации и помехоустойчивого кодирования каналов связи - физические основы излучения и распространения радиоволн в различных средах - особенности распространения радиоволн различных диапазонов частот - дискретные и цифровые сигналы и системы, способы их представления и описания - основные методы анализа дискретных сигналов и систем - методы проектирования цифровых фильтров - приложения теории цифровой обработки сигналов в задачах приема, передачи и преобразования сообщений - принципы построения систем связи - методы представления сообщений, сигналов и помех - теоретические основы оптимального приема сигналов на фоне помех</p> <p>ОПК-11.2: Умеет: - рассчитывать параметры основных видов электрических цепей в стационарных и переходных режимах процессов в них - экспериментально определять параметры основных видов электрических цепей - производить оценку технических характеристик электрических цепей различного назначения - использовать типовые пакеты прикладных программ для анализа электрических цепей - строить математические</p>			
--	--	--	--	--

	<p> модели типовых радиотехнических сигналов - выбирать эффективные модели сигналов и методы их формирования - применять корреляционный и спектральный анализ сигналов - выбирать статистические модели сигналов и помех - выбирать структуры оптимальных приемников сигналов на фоне помех - оценивать помехоустойчивость оптимального приема сигналов на фоне помех - вычислять теоретико- информационные характеристики источников сообщений и каналов связи - строить и изучать математические модели систем передачи информации для решения расчетных и исследовательских задач - рассчитывать типовые параметры трасс распространения радиоволн - применять методы цифрового представления сигналов и систем обработки - использовать типовые пакеты прикладных программ для анализа и синтеза систем цифровой обработки сигналов - выбирать структуры оптимальных приемников сигналов на фоне помех ОПК-11.3: Владеет: - навыками экспериментального исследования типовых линейных и нелинейных электрических цепей - навыками расчета параметров элементов электрических цепей - навыками расчета параметров типовых радиотехнических сигналов - навыками формирования </p>			
--	---	--	--	--

	реализаций типовых радиотехнических сигналов - теоретически обоснованными методами оптимизации приемников сигналов на фоне помех - навыками определения основных параметров помехоустойчивых кодов - навыками реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов			
--	---	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	3
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	1
самостоятельная работа	43
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/лабораторные работы), часы	Всего	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
Дискретные сигналы и системы	9	3	3	6	3
Операции над цифровыми последовательностями	9	3	2	5	4
АЦП, полосовые сигналы, недостаточная выборка	10	3	3	6	4
Выборка с запасом по частоте и восстановление сигнала	12	4	4	8	4
Дискретные преобразования: Лапласа, Z - преобразование	10	3	3	6	4

ДПФ, Адамара, Уолша, вейвлет	10	3	3	6	4
Анализ преобразований ЦФ	10	3	3	6	4
Структуры ЦФ	8	3	2	5	3
Методы расчета КИХ и БИХ-фильтров	10	3	3	6	4
Вычислительная сложность ДПФ	9	2	3	5	4
Спектральный анализ	10	2	3	5	5
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	108	32	32	65	43

Содержание разделов и тем дисциплины

Дискретные сигналы и системы
 Операции над цифровыми последовательностями
 АЦП, полосовые сигналы, недостаточная выборка
 Выборка с запасом по частоте и восстановление сигнала
 Дискретные преобразования: Лапласа, Z - преобразование
 ДПФ, Адамара, Уолша, вейвлет
 Анализ преобразований ЦФ
 Структуры ЦФ
 Методы расчета КИХ и БИХ-фильтров
 Вычислительная сложность ДПФ
 Спектральный анализ

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.

Материалы

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 - Практическая задача) для оценки сформированности компетенции ОПК-11:

Как проектируются БИХ-фильтры стандартных типов: ФНЧ, ФВЧ, ФПП, ФПЗ ?

Критерии оценивания (оценочное средство - Практическая задача)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Сданы все практические работы, по особенностям их реализации даны исчерпывающие комментарии.
не зачтено	Сдано меньше половины работ. Или меньше двух третей, но по сданным работам не даны никакие комментарии.

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

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения 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. 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	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели	Имеется минимальный набор навыков для решения	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартны	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартны	Продemonстрированы навыки при решении нестандарт	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартны

	вследствие отказа обучающегося от ответа	место грубые ошибки	стандартны х задач с некоторым и недочетами	х задач с некоторым и недочетами	х задач без ошибок и недочетов	ных задач без ошибок и недочетов	х 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 - Доклад-презентация) для оценки сформированности компетенции ОПК-11

Как проектируются БИХ-фильтры стандартных типов: ФНЧ, ФВЧ, ФПП, ФПЗ ?

Критерии оценивания (оценочное средство - Доклад-презентация)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Содержательная часть включает в себя подробное описание типовых задач применения, особенности реализации и самостоятельно сделанный практический пример.
не зачтено	Доклад содержит только технические данные без описания режимов работы и типового применения, самостоятельной практической реализации примеров нет.

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

Основная 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.

Дополнительная литература:

1. Карташев Владимир Герасимович. Основы теории дискретных сигналов и цифровых фильтров : [учеб. пособие для радиотехн. специальностей вузов]. - М. : Высшая школа, 1982. - 109 с. : ил. - (Высшее образование). - 0.20., 1 экз.

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

https://docs.google.com/presentation/d/1wmYjy5QDoYECeHi7NAAINPulU9pLsaLi-aLaUppspps/edit#slide=id.g1146cb33725_0_0

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

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

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 10.05.02 - Информационная безопасность телекоммуникационных систем.

Автор(ы): Морозов Никита Сергеевич, кандидат технических наук
Ястребов Игорь Павлович, кандидат физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Фитасов Евгений Сергеевич, доктор технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 18 декабря 2023 года, протокол № 09/23.