

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 / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО

президиумом

Ученого совета ННГУ

протокол от

«30» ноября 2022 г. № 13

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Цифровой спектральный анализ

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

магистратура

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

03.04.03 «Радиофизика»

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Магистерская программа «Нелинейные колебания и волны»

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)

магистр

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2023

1. Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Данная дисциплина относится к вариативной части ОПОП и необязательна (электив) для освоения во 2 семестре.

Целями освоения дисциплины являются:

- изучение теории дискретных сигналов и дискретных линейных систем, методов проектирования и расчета цифровых фильтров.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код компетенции, уровень освоения – при наличии в карте компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-3 способность к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимых для решения научно-исследовательских задач.	В1 (ОПК-3) <i>Владеть</i> знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимые для решения научно-исследовательских задач в области цифровой обработки сигналов
ПК-1 способность использовать в своей научно-исследовательской деятельности знание современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики	31 (ПК-2) <i>Знать</i> современные проблемы физики и радиофизики в области цифровой обработки сигналов У1 (ПК-2) <i>Уметь</i> использовать в своей научно-исследовательской деятельности знание современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики в области цифровой обработки сигналов

3. Структура и содержание дисциплины (модуля) «Цифровая обработка сигналов»

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, всего 72 часа, из которых 33 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (32 часа занятия лекционного типа, 1 час – мероприятия текущего контроля успеваемости), 2 часа - мероприятия промежуточной аттестации, 39 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

Содержание дисциплины (модуля)

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

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	В том числе		
	Всего (часы)	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них	Самостоятельная работа

(модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)				Занятия лекционного типа			Занятия семинарского типа			Занятия лабораторного типа			Всего					
	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное	Очное	Очно-заочное	Заочное
Дискретные сигналы и системы	17			8									8			9		
Z-преобразование	18			8									8			10		
Дискретное преобразование Фурье (ДПФ).	18			8									8			10		
Анализ и проектирование цифровых фильтров (ЦФ).	18			8									8			10		
В т.ч.текущий контроль	1																	
Промежуточная аттестация – зачёт																		

4. Образовательные технологии

Реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе следующих форм проведения занятий.

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.

В рамках данного учебного курса предусмотрены встречи с представителями российских и зарубежных компаний Intel, Nokia Siemens Networks и др. с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся, решения прикладных задач с помощью компьютерных симуляций, стимулирования внеаудиторной работы.

5. 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 (см. Раздел 6.4) выдаются студентам заранее. В случае необходимости проводятся индивидуальные консультации.

6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

6.1 Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования:

ОПК-3: Способность к свободному владению знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимых для решения научно-исследовательских задач в области цифровой обработки сигналов

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)	
	неудовлетворительно	удовлетворительно
<u>Владения</u> Владеть знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимые для решения научно-исследовательских задач в области цифровой обработки сигналов	Отсутствие владений знаниями фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимые для решения научно-исследовательских задач в области цифровой обработки сигналов	Умение применять знания фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимые для решения научно-исследовательских задач в области цифровой обработки сигналов
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 % – 40 %	41% - 100 %

ПК-2: Способность использовать в своей научно-исследовательской деятельности знание современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)	
	неудовлетворительно	удовлетворительно
<u>Знания</u> Знать современные проблемы и новейшие достижения физики и радиофизики в области цифровой обработки сигналов	Отсутствие умений использовать в своей научно-исследовательской деятельности знание современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики в области цифровой обработки сигналов	Умение использовать в своей научно-исследовательской деятельности знание современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики в области цифровой обработки сигналов
<u>Умения</u>	Отсутствие умений использовать	Умение использовать в своей

Уметь использовать в своей научно-исследовательской деятельности знание современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики в области цифровой обработки сигналов	в своей научно-исследовательской деятельности знание современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики в области цифровой обработки сигналов	научно-исследовательской деятельности знание современных проблем и новейших достижений физики и радиофизики в области цифровой обработки сигналов
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 % – 40 %	41% - 100 %

6.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Итоговый контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде зачета, на котором определяется:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала.

Зачет проводится в устной форме. Устная часть зачета заключается в ответе студентом на теоретические вопросы курса (с предварительной подготовкой, вопросы для промежуточного контроля указаны в пункте 5 настоящей рабочей программы дисциплины) и последующем собеседовании в рамках тематики курса. Шкала оценивания «зачет - незачет»:

Оценка	Уровень подготовки
Зачтено	Удовлетворительное знание содержания курса: В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами или хотя бы минимальный уровень теоретических знаний. Студент может делать ошибки при ответе, но при ответах на наводящие вопросы, может правильно сориентироваться и в общих чертах дать правильный ответ.
Не зачтено	Неудовлетворительное знание содержания курса: Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора.

6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих сформированность компетенций

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- письменные и устные ответы на вопросы.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

- контрольные задания.

Для проведения итогового контроля сформированности компетенции используются:

- устное собеседование.

6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции

Примеры контрольных вопросов для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (ПК-2):

1. Определите понятие “спектральная характеристика “ дискретного сигнала.
2. Сформулируйте условия дискретизации во времени аналогового видеосигнала.
3. Как дискретизовать во времени узкополосный аналоговый радиосигнал?
4. Поясните процедуру квадратурного разложения узкополосного радиосигнала.
5. Как выполняется процедура уменьшения частоты дискретизации дискретного сигнала?
6. Как реализовать процедуру увеличения частоты дискретизации дискретного сигнала?

Для оценки сформированности компетенций ОПК-3 и ПК-2 служат практические контрольные задания (ПКЗ) Примеры типовых ПКЗ:

- 7.
8. По заданной частотной характеристике ДЛПП-системы постройте ее амплитудно-частотную (АЧХ) и фазо-частотную (ФЧХ) характеристики.
9. По заданным частотной характеристике ДЛПП-системы и входном сигнале найдите выходной сигнал системы.
10. По заданному разностному уравнению ДЛПП-системы найдите ее импульсную характеристику.
11. По заданному разностному уравнению ДЛПП-системы найдите ее частотную характеристику.
12. По заданной частотной характеристике ДЛПП-системы найдите ее разностное уравнение.

6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

- Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утвержденное приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. №55-ОД,
- Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

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

а) основная литература:

1. Рабинер Л., Гоулд Б. Теория и применение цифровой обработки сигналов. М., Мир, 1978.
2. Оппенгейм А., Шафер Р. Цифровая обработка сигналов. М., Связь, 1979.
3. Оппенгейм А., Шафер Р. Цифровая обработка сигналов. М., Техносфера, 2012.
4. Кривошеев В.И. Цифровая обработка сигналов: Учебное пособие. – Н.Новгород: Изд-во Нижегородского университета, 2006.
5. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов: Учебное пособие для вузов. СПб., БХВ-Петербург, 2011.
6. Основы цифровой обработки сигналов: Курс лекций / Авторы: А.И.Солонина, Д.А.Улахович, С.М.Арбузов, Е.Б.Соловьева, И.И.Гук. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005.
7. Каптелини В., Константи́нидис А., Эмилиани П. Цифровые фильтры и их применение. М., Радио и Связь, 1983
8. Антонью А. Цифровые фильтры: анализ и проектирование. М., Радио и Связь, 1983.
9. Гольденберг Л.М., Матюшкин В.Д., Поляк М.Н. Цифровая обработка сигналов. М., Радио и Связь, 1990.
10. Марпл-мл. С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения. М., Мир, 1990.

11. Кривошеев В.И. Синтез цифровых КИХ- фильтров по методу взвешивания. Методические указания к лабораторной работе. ННГУ, 1991.
12. Кривошеев В.И. Синтез цифровых КИХ- фильтров по методу частотной выборки. Методические указания к лабораторной работе. ННГУ, 1991.
13. Кривошеев В.И. Синтез оптимальных цифровых КИХ-фильтров с минимаксной ошибкой. Методические указания к лабораторной работе. ННГУ, 1991.
14. Кривошеев В.И. Синтез цифровых БИХ- фильтров методом билинейного преобразования. Методические указания к лабораторной работе. ННГУ, 1991.

б) дополнительная литература:

1. Карташев В.Г. Основы теории дискретных сигналов и цифровых фильтров. М., Высшая школа, 1982.
2. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для вузов. М., Радио и связь, 1986.
3. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для вузов. М., Высшая школа, 1988.
4. Цифровые фильтры в электротехнике и радиотехнике. Под ред. Л.М.Гольденберга . М., Радио и связь, 1982.
5. Применение цифровой обработки сигналов. Под ред. Оппенгейма А. М., Мир, 1980.
6. Сверхбольшие интегральные схемы и современная обработка сигналов. Под ред. Гуна С. и др. М., 1989.
7. Даджион Д. , Мерсеро Р. Цифровая обработка многомерных сигналов. М., Мир, 1988.
8. Блейхут Р. Быстрые алгоритмы цифровой обработки сигналов. М., Мир, 1989.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

<http://www.dsp-book.narod.ru/books.html>

<http://www.twirpx.com/files/equipment/dsp/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Доска, мел, компьютерные презентации и мультимедийный проектор.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО/ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВПО по направлению 03.04.03 «Радиофизика»

Автор: к.ф.-м.н. _____ Сорокин И.С.

Рецензент _____ Осипов Г.В.

Заведующий кафедрой БСРФ, профессор, д.ф.-м.н., _____ Мальцев А.А.

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета от 14.11.22, протокол № 08/22.