

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
решением ученого совета ННГУ
протокол от
«31» мая 2023 г. № 6

Рабочая программа дисциплины

Аппаратные и программные средства
цифровой обработки сигналов

(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

Акустика

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

Очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2023 год

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

Данная дисциплина относится к вариативной части ОПОП и необязательна для освоения в 10 семестре 5 года обучения (электив).

Целями освоения дисциплины являются:

- теоретическое знакомство с архитектурой современных программируемых логических интегральных схем (ПЛИС).
- получение практических навыков реализации стандартных алгоритмов цифровой обработки сигналов на базе программируемых логических интегральных схем.
- знакомство с программными пакетами для программирования логических интегральных схем.

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 (этап освоения базовый)	У1 (ОПК-3) Уметь использовать положения фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимых для решения научно-исследовательских задач по цифровой обработке сигналов З1 (ОПК-3) Знать фундаментальные разделы физики и радиофизики, необходимые для решения научно-исследовательских задач по разработке алгоритмов цифровой обработки сигналов В1 (ОПК-1) Владеть приемами используемыми в физике и радиофизики, необходимыми для решения научно-исследовательских задач по разработке алгоритмов цифровой обработки сигналов
ПК-2 (этап освоения базовый)	У1 (ПК-2) Уметь самостоятельно ставить научные задачи в области цифровой обработки сигналов и решать их с использованием современных программных продуктов и новейшего отечественного и зарубежного опыта З1 (ПК-1) Знать последние тенденции в программном и аппаратном обеспечении для самостоятельного решения научных задач в области цифровой обработки сигналов. В1 (ПК-2) Владеть современными аппаратными платформами для самостоятельного решения научных задач в области цифровой обработки сигналов

3. Структура и содержание дисциплины (модуля) «Аппаратные и программные средства цифровой обработки сигналов»

Объем дисциплины (модуля) составляет 2 зачетных единицы, всего 72 часа, из которых 32 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (32 часов занятия лекционного типа, 0 часов занятия семинарского типа (семинары, научно-практические занятия, лабораторные работы и т.п.), 0 часов мероприятия текущего контроля успеваемости, 0 мероприятия промежуточной аттестации), 40 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

Содержание дисциплины (модуля)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)			В том числе															Самостоятельная работа обучающегося, часы		
				Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы																	
				из них																	
	Очная	Очно-заочная	Заочная	Занятия лекционного типа			Занятия семинарского типа			Занятия лабораторного типа			Всего								
Тема 1 Введение в схемотехнику ПЛИС	2			2								2			0						
Тема 2 Последовательные логические устройства ПЛИС	4			2								2			2						
Тема 3 Арифметические блоки ПЛИС	4			2								2			2						
Тема 4 RAM, ROM, DSP блоки в ПЛИС.	4			2								2			2						
Тема 5 Фильтры и эффекты конечной разрядной сетки	4			2								2			2						
Тема 6 Изменение частоты дискретизации	4			2								2			2						
Тема 7 Цифровой синтез сигналов	4			2								2			2						
Тема 8 Цифровой приемник	4			2								2			2						
Тема 9 Алгоритм CORDIC	4			2								2			2						
Тема 10 Введение в VHDL	4			2								2			2						
Тема 11 Основы VHDL	4			2								2			2						
Тема 12 Среда разработки Xilinx WebPack ISE	4			2								2			2						
Тема 13 Практическая реализация цифровых фильтров в ПЛИС	4			2								2			2						
Тема 14 Практическая реализация цифровых дециматоров и интерполяторов в ПЛИС	4			2								2			2						
Тема 15 Практическая реализация цифровых синтезаторов сигналов в ПЛИС	8			4								4			4						
Тема 16 Практическая реализация цифровых приемников в ПЛИС	8			4								4			4						
В т.ч.текущий контроль	1						21		21												
Промежуточная аттестация - Зачёт																					

4. Образовательные технологии

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины

проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы студентов. Учебный процесс в аудитории осуществляется в форме лекционных занятий.

Образовательные технологии, способствующие формированию компетенций используемые на занятиях лекционного типа:

- лекции с проблемным изложением учебного материала, мультимедийный проектор.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

5.1 Вопросы, которые должны быть проработаны в ходе самостоятельной работы

1. Особенности цифрового синтеза различных сигналов в ПЛИС на практике.
2. Полифазная цифровая фильтрация сигналов в ПЛИС.
3. Особенности децимации сигналов в ПЛИС без использования умножителей.

Самостоятельная работа проводится обучающимися с помощью основной и дополнительной учебной литературы и контролируется на зачете.

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

включающий:

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 (*приводятся полные «карты компетенций», в формировании которых участвует дисциплина (модуль) или дается ссылка на них*).

ОПК-3. Способность использовать положения фундаментальных разделов физики и радиофизики, необходимых для решения научно-исследовательских задач по цифровой обработке сигналов.

Индикаторы компетенции	ОЦЕНКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ	
	не зачтено	зачтено
Знания	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько незначительных ошибок
Умения	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с незначительными ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.
Навыки	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0-70%	70-100%

ПК-2. Способность самостоятельно ставить научные задачи в области цифровой обработки сигналов и решать их с использованием современных программных продуктов, аппаратных платформ и новейшего отечественного и зарубежного опыта.

Индикаторы компетенции	ОЦЕНКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ	
	не зачтено	зачтено
Знания	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок
Умения	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.
Навыки	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0-70%	70-100%

6.2 Описание шкал оценивания результатов оценивания 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
- способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Зачет проводится в устной форме и заключается в ответе студентом на теоретические вопросы курса (с предварительной подготовкой) и последующем собеседовании в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ. Практическая часть зачета предусматривает решение задачи.

Критерии оценок.

Превосходно	Высокий уровень подготовки, безупречное владение теоретическим материалом, студент демонстрирует творческий подход к решению нестандартных ситуаций. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета, подтверждая теоретический материал практическими примерами. Студент активно работал на практических занятиях. 100 %-ное выполнение контрольных экзаменационных заданий
Отлично	Высокий уровень подготовки с незначительными ошибками. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета, подтверждает теоретический материал практическими примерами. Студент активно работал на практических занятиях. Выполнение контрольных экзаменационных заданий на 90% и выше
Очень хорошо	Хорошая подготовка. Студент дает ответ на все теоретические вопросы билета при наличии неточностей. Студент активно работал на практических занятиях.

	Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 80 до 90%.
Хорошо	В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами. Студент дает полный ответ на все теоретические вопросы билета при наличии неточностей. Допускаются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора. Студент работал на практических занятиях. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 70 до 80%.
Удовлетворительно	Минимально достаточный уровень подготовки. Студент показывает минимальный уровень теоретических знаний, делает существенные ошибки, но при ответах на наводящие вопросы, может правильно сориентироваться и в общих чертах дать правильный ответ. Студент посещал практические занятия. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 50 до 70%.
Неудовлетворительно	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора. Выполнение контрольных экзаменационных заданий до 50%.
Плохо	Подготовка абсолютно недостаточная. Студент не отвечает на поставленные вопросы. Выполнение контрольных экзаменационных заданий менее 20 %.

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

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

- устные и письменные ответы на вопросы.

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

- практические контрольные задания.

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

Вопросы на зачет для оценки сформированности компетенций ОПК-3, ПК-2:

- 1) Основные виды логических триггеров. Их отличия и особенности работы.
- 2) Правила изменения разрядности переменных в сумматорах и умножителях на базе ПЛИС.
- 3) Структура RAM и ROM блоков на базе ПЛИС.
- 4) Выбор структуры цифрового фильтра на базе ПЛИС и разрядности коэффициентов
- 5) Изменение разрядности переменных при децимации и интерполяции сигнала на базе ПЛИС.
- 6) Особенности структуры СИС-фильтра.
- 7) Цифровой синтез синусоидального сигнала на ПЛИС.
- 8) Структура цифрового приемника на базе ПЛИС.
- 9) Основы алгоритма CORDIC.
- 10) Основные структуры и операторы языка VHDL.
- 11) Последовательные и параллельные операторы языка VHDL.

- 12) Типы данных и атрибуты сигналов в языке VHDL.
- 13) Основные приемы работы в среде Xilinx WebPack ISE.
- 14) Основные приемы работы в среде моделирования ModelSim.
- 15) Основные приемы работы в среде iMраст.
- 16) Использование IP-ядер и DSP блоков для программирования ПЛИС.
- 17) Практическая (программная) реализация цифровых фильтров в ПЛИС.
- 18) Практическая (программная) реализация цифровых дециматоров и интерполяторов в ПЛИС.
- 19) Практическая (программная) реализация цифровых синтезаторов сигналов
- 20) Практическая (программная) реализация цифровых приемников (digital down converter) в ПЛИС.

Типовые задачи для оценивания сформированности умений и навыков по компетенциям ОПК-3

- Задача 1. Нарисовать функциональную схему основных видов логических триггеров
- Задача 2. Нарисовать структуру простейшего RAM блока на базе ПЛИС
- Задача 3. Нарисовать структуру простейшего ROM блока на базе ПЛИС
- Задача 4. Выполнить расчет изменения разрядности выходного сигнала в сумматоре и умножителе на базе ПЛИС, если на их вход подаются два беззнаковых сигнала одинаковой разрядности равной 8.
- Задача 5. Выполнить расчет изменения разрядности выходного сигнала в 8-разрядном нормированном КИХ- фильтре, если на их вход подается беззнаковый сигнал разрядности равной 16.
- Задача 6. Выполнить расчет изменения разрядности выходного сигнала дециматоре на 4, если на их вход подается беззнаковый сигнал разрядности равной 12.

Типовые задачи для оценивания сформированности умений и навыков по компетенциям ПК-2

- Задача 1. Выполнить расчёт точности генерации синусоидального сигнала разрядностью 16 (через ip-ядро) частотой 10 МГц при частоте тактирования ПЛИС в 400 МГц.
- Задача 2. В текстовом редакторе написать листинг программы на языке VHDL для формирования простейшего счетчика с предельным значением счета, которое будет параметром.
- Задача 3. Нарисовать блок-схему алгоритма cordic.
- Задача 4. Нарисовать схематически последовательность создания и компиляции проекта в среде ModelSim.
- Задача 5. Нарисовать схематически последовательность создания и компиляции проекта в среде Xilinx WebPack ISE.
- Задача 6. Нарисовать схематически последовательность создания проекта в среде iMраст.

6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утверждённое 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. Основы языка VHDL [Электронный ресурс] / Бибило П.Н. - М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2007. - <http://www.studentlibrary.ru/book/5-93455-056-X.html>

2. Проектирование встраиваемых систем на ПЛИС [Электронный ресурс] / Наваби З.; пер. с англ. Соловьева В.В. - М. : ДМК Пресс, 2016. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970601747.html>

б) дополнительная литература:

1. Максфилд, К. Проектирование на ПЛИС. Курс молодого бойца [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2010. — 407 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/60987>

2. ПЛИС фирмы "Xilinx": описание структуры основных семейств [Электронный ресурс] / Кнышев Д.А., Кузелин М.О. - М. : ДМК Пресс, 2016. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785941200283.html>

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0260.html

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

-мультимедийный проектор

-компьютерная аудитория

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО/ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВПО по направлению «Радиофизика», специальности (специализации) «Информационные процессы и системы».

Автор (ы) _____ Семенов В.Ю.

Рецензент (ы) _____ Горбунов А.А

Заведующий кафедрой _____ Фитасов Е.С

Программа одобрена на заседании методической комиссии радиофизического факультета от «25» мая 2023 года, протокол № 04/23.