

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 на ПЛИС

(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)

Нижний Новгород

2023 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина Б1.В.ДВ.02.02 «Цифровая обработка сигналов на ПЛИС» относится к части ООП направления подготовки 02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, формируемой участниками образовательных отношений (к вариативной части, электив).

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	
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 критического анализа информации по тематике проводимых исследований</p>	<i>Письменные и устные ответы на вопросы, контрольные задания, собеседование</i>

	<p>ПК-1.2. Имеет навыки выполнения научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области ФИИТ применительно к профессиональной деятельности.</p>	<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>	
	<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>	<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 выполнять, научные исследования и опытно-конструкторские</p>	

		<p>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 на ПЛИС»

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа): - занятия лекционного типа - занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
самостоятельная работа	75
КСР	1
Промежуточная аттестация – зачет	

3.2. Содержание дисциплины (модуля)

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	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная	Очная	Очно-заочная	Заочная
Тема 1. Введение в схемотехнику ПЛИС	2			2								2			0			
Тема 2. Последовательные логические устройства ПЛИС	6			2								2			4			
Тема 3. Арифметические блоки ПЛИС	6			2								2			4			
Тема 4. RAM, ROM, DSP блоки в ПЛИС.	6			2								2			4			
Тема 5. Фильтры и эффекты конечной разрядной сетки	6			2								2			4			
Тема 6. Изменение частоты дискретизации	6			2								2			4			
Тема 7. Цифровой синтез сигналов	6			2								2			4			
Тема 8. Цифровой приемник	6			2								2			4			
Тема 9. Алгоритм CORDIC	6			2								2			4			
Тема 10. Введение в VHDL	6			2								2			4			
Тема 11. Основы VHDL	6			2								2			4			
Тема 12. Среда разработки Xilinx WebPack ISE	6			2								2			4			
Тема 13. Практическая реализация цифровых фильтров в ПЛИС	6			2								2			4			
Тема 14. Практическая реализация цифровых дециматоров и интерполяторов в ПЛИС	6			2								2			4			
Тема 15. Практическая) реализация цифровых синтезаторов сигналов в ПЛИС	13			2								2			1			
Тема 16. Практическая реализация цифровых приемников в ПЛИС	13			2								2			1			
В т.ч. текущий контроль	2											2						
Промежуточная аттестация – Зачёт																		

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.

Целью освоения дисциплины является:

- 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.

Контрольные вопросы и задания для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

Ведется еженедельный контроль посещаемости аудиторных занятий.

Текущий контроль успеваемости проходит в рамках занятий лекционного типа.

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
	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 незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	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.	Продemonstrированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продemonstrированы 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.	Продemonstrированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonstrированы все основные 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	Продemonstrированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonstrированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonstrирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
	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
зачтено	отлично	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»
	очень хорошо	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»
	хорошо	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»
	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», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	плохо	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

Примеры контрольных вопросов	Код компетенции (согласно РПД)
Основные виды логических триггеров. Их отличия и особенности работы.	ПК-1
2) Правила изменения разрядности переменных в сумматорах и умножителях на базе ПЛИС.	ПК-1
3) Структура RAM и ROM блоков на базе ПЛИС.	ПК-1
4) Выбор структуры цифрового фильтра на базе ПЛИС и разрядности коэффициентов	ПК-1
5) Изменение разрядности переменных при децимации и интерполяции сигнала на базе ПЛИС.	ПК-1
6) Особенности структуры CIC-фильтра.	ПК-1
7) Цифровой синтез синусоидального сигнала на ПЛИС.	ПК-1
8) Структура цифрового приемника на базе ПЛИС.	ПК-1
9) Основы алгоритма CORDIC.	ПК-1
10) Основные структуры и операторы языка VHDL.	ПК-1
11) Последовательные и параллельные операторы языка VHDL.	ПК-1
12) Типы данных и атрибуты сигналов в языке VHDL.	ПК-1
13) Основные приемы работы в среде Xilinx WebPack ISE.	ПК-1
14) Основные приемы работы среде моделирования ModelSim.	ПК-1
15) Основные приемы работы среде iMpract.	ПК-1
16) Использование IP-ядер и DSP блоков для программирования ПЛИС.	ПК-1
17) Практическая (программная) реализация цифровых фильтров в ПЛИС.	ПК-1
18) Практическая (программная) реализация цифровых дециматоров и интерполяторов в ПЛИС.	ПК-1
19) Практическая (программная) реализация цифровых синтезаторов сигналов	ПК-1
20) Практическая (программная) реализация цифровых приемников (digital down converter) в ПЛИС.	ПК-1

5.2. Типовые задачи для оценивания сформированности умений и навыков по компетенциям ПК-1

Примеры заданий	Код компетенции (согласно РПД)
Задача 1. 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;	ПК-1
Задача 2. Выполнить расчет изменения разрядности выходного сигнала в 8-разрядном нормированном КИХ- фильтре, если на их вход подается беззнаковый сигнал разрядности равной 16;	ПК-1
Задача 3. Выполнить расчет изменения разрядности выходного сигнала дециматоре на 4, если на их вход подается беззнаковый сигнал разрядности равной 12.	ПК-1
Задача 4. Выполнить расчёт точности генерации синусоидального сигнала разрядностью 16 (через ip-ядро) частотой 10 МГц при частоте тактирования ПЛИС в 400 МГц.	ПК-1
Задача 5. В текстовом редакторе написать листинг программы на языке VHDL для формирования простейшего счетчика с предельным значением счета, которое будет параметром.	ПК-1
Задача 6. Нарисовать блок-схему алгоритма cordic.	ПК-1
Задача 7. Нарисовать схематически последовательность создания и компиляции проекта в среде ModelSim.	ПК-1
Задача 8. Нарисовать схематически последовательность создания и компиляции проекта в среде Xilinx WebPack ISE.	ПК-1
Задача 9. Нарисовать схематически последовательность создания проекта в среде iMpract.	ПК-1

5.2.3. Вопросы, которые должны быть проработаны в ходе самостоятельной работы

Примеры вопросов для самостоятельной работы	Код компетенции (согласно РПД)
1. Особенности цифрового синтеза различных сигналов в ПЛИС на практике.	ПК-1
2. Полифазная цифровая фильтрация сигналов в ПЛИС.	ПК-1
3. Особенности децимации сигналов в ПЛИС без использования умножителей.	ПК-1

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

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

а) основная литература:

- А.К. Поляков. Языки VHDL и Verilog в проектировании цифровой аппаратуры. -М.: Издательский дом “Солон-Пресс”, 2009.
- П.Н. Библо. Основы языка VHDL. -М.: Издательский дом “Солон-Пресс”, 2007.
- Проектирование встраиваемых систем на ПЛИС. Наваби З.; пер. с англ. Соловьева В.В. - М. : ДМК Пресс, 2016.

б) дополнительная литература:

- К. Максфилд. Проектирование на ПЛИС. Архитектура, средства, методы. -М.: Издательский дом “ ДМК-пресс”, 2015.
- Кнышев Д.А., Кузелин М.О. ПЛИС фирмы "Xilinx": описание структуры основных семейств. - М. : ДМК Пресс, 2016.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

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

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., доцент Семенов В.Ю.

Заведующий кафедрой: д.т.н., доцент Е.С. Фитасов

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