

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Ордена Трудового Красного Знамени
Институт солнечно-земной физики
Сибирского отделения Российской академии наук
(ИСЗФ СО РАН)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИСЗФ СО РАН

чл.–корр. РАН _____ А.В. Медведев

«13 » апреля 2026 г.

Рабочая программа дисциплины

ФТД.3 Программируемые логические интегральные схемы

Направление подготовки **03.04.02 Физика**

Направленность (профиль): **Физика солнечно-земных связей**

Квалификация выпускника: **МАГИСТР**

Тип профессиональной деятельности: **научно-исследовательский,
педагогический**

Форма обучения: **очная**

Иркутск 2026

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.04.02 Физика (уровень магистратуры), утвержденного приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 № 914

РАБОЧУЮ ПРОГРАММУ разработал младший научный сотрудник	Е.Ф. Иванов
---	-------------

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

Дисциплина «Программируемые логические интегральные схемы» относится к факультативным дисциплинам основной образовательной программы по направленности (профилю) подготовки Физика солнечно-земных связей направления подготовки 03.04.02 Физика.

Предшествующие дисциплины предыдущего уровня образования, на которые данная дисциплина опирается: физика, микроэлектроника, информатика.

Последующие дисциплины, для которых освоение данной дисциплины необходимо: Введение в технологии Больших Данных

2. Цели и задачи дисциплины (модуля)

Целью дисциплины «Программируемые логические интегральные схемы» является изучение одного из современных направлений микроэлектроники - программируемых логических матриц. В курсе рассматриваются области их применения, методы работы с ними, а также сопутствующие навыки и знания, необходимые для проектирования электронных устройств на их базе.

Задачами дисциплины «Программируемые логические интегральные схемы» является:

- Изучить основы технологии ПЛИС, их структуру и отличия от других видов интегральных схем.
- Разобраться в областях применения ПЛИС, в преимуществах и недостатках их применения для решения разных задач.
- Освоить методы работы с ПЛИС, способы программирования и отладки проектов, работу с сопутствующим программным обеспечением.

3. Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)

Процесс изучения дисциплины «Программируемые логические интегральные схемы» направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ОПОП по направлению подготовки 03.04.02 Физика:

Компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПКА-2. Способен проводить научные исследования в области физики солнечно-земных связей, используя необходимые знания теоретических и экспериментальных разделов физики	ИД 2. Использует информационные ресурсы, научную, опытно-экспериментальную, наблюдательную и приборную базы при проведении научных исследований и реализации научных проектов в области физики солнечно-земных связей.	Знать достоинства и недостатки реализации разных задач научного приборостроения на ПЛИС, альтернативные методы решения задач. Уметь использовать навыки работы с ПЛИС для реализации научных задач, уметь работать с технической документацией на программные и аппаратные средства, необходимые для реализации задачи. Владеть методами реализации задач современного научного приборостроения на ПЛИС, а также владеть терминологией на русском и английском языках из области ПЛИС и использующихся в них технологий.

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц
Аудиторные занятия (всего)	36/1
В том числе:	
Лекции	18/0,5
Лабораторные работы	
Практические занятия	18/0,5
Самостоятельная работа (всего)	72/2
В том числе:	
Самостоятельное выполнение практических работ, решение задач	40
Подготовка отчетов по практическим работам, ответы на контрольные вопросы, поиск информации в литературе и сети.	32
Вид промежуточной аттестации (зачет)	
Контактная работа (всего)	36/1
Общая трудоемкость (часы/зачетные единицы)	108/3

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

- Раздел 1. Введение в ПЛИС. Особенности, область применения.
 Раздел 2. Проектирование устройств на ПЛИС. Среда разработки Quarus II/Quartus Prime.
 Раздел 3. Способы программирования ПЛИС. Языки описания аппаратуры.
 Раздел 4. Язык Verilog HDL.
 Раздел 5. Коммуникация с ПЛИС. Конфигурирование и отладка по JTAG.
 Раздел 6. Архитектура ПЛИС. Внутренние ресурсы, ввод/вывод данных.
 Раздел 7. Периферия ПЛИС. Необходимые условия для создания устройства на базе ПЛИС.
 Раздел 8. Микропроцессор на базе ПЛИС. Цели, область применения, способы реализации.
 Раздел 9. Основы цифровой обработки сигналов на базе ПЛИС.

5.2. Разделы дисциплины (модуля) и виды занятий

№	Раздел	Всего часов	Аудиторные занятия				СРС
			Лекции	Лаб. занятия	Практические занятия	Семинары	
1	Раздел 1.	8	2				8
2	Раздел 2.	12	2		2		8
3	Раздел 3.	14	2		3		8
4	Раздел 4.	16	2		4		8
5	Раздел 5.	14	2		3		8
6	Раздел 6.	12	2		2		8
7	Раздел 7.	10	2		1		8
8	Раздел 8.	10	2		1		8
9	Раздел 9.	12	2		2		8
Итого (часы)		108	18		18		72
Итого (з.е.)		3	0,5		0,5		2

5.3. Разделы и темы дисциплины (модуля) и междисциплинарные связи

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин и практик	№ № разделов и/или тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых
----------	--	--

		(последующих) дисциплин
1	Производственная практика (Научно-исследовательская работа)	1-9
2	Введение в технологии Больших Данных	1-9

5.4. Перечень лекционных занятий

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины	Наименование используемых технологий	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства
1.	1.1	Вводная лекция - презентация	2	Посещаемость, устный опрос
2.	2.2	Лекция - презентация с использованием профильного ПО (Quartus)	2	Посещаемость, устный опрос
3.	3.3	Лекция - презентация с использованием профильного ПО (Quartus)	2	Посещаемость, устный опрос
4.	4.4	Лекция - презентация с использованием профильного ПО (Quartus)	2	Посещаемость, устный опрос
5.	5.5	Лекция - презентация с работой на стендах	2	Посещаемость, устный опрос
6.	6.6	Лекция - презентация с использованием профильного ПО (Quartus)	2	Посещаемость, устный опрос
7.	7.7	Лекция - презентация	2	Посещаемость, устный опрос
8.	8.8	Лекция - презентация с использованием профильного ПО (Quartus)	2	Посещаемость, устный опрос
9.	9.9	Лекция - презентация	2	Посещаемость, устный опрос

5.5. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы дисциплины	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (часы)	Оценочные средства
1.	2	Начало работы в среде Quartus	2	Оценка результатов выполнения практического задания, опрос по тематике практической работы
2.	3	Способы программирования ПЛИС	3	Оценка результатов выполнения практического задания, опрос по тематике практической работы
3.	4	Программирование на языке Verilog HDL	4	Оценка результатов выполнения практического задания, опрос по тематике практической работы
4.	5	Программирование и отладка по JTAG	3	Оценка результатов выполнения практического задания, опрос по тематике практической работы
5.	6	Использование внутренних	2	Оценка результатов

		ресурсов ПЛИС		выполнения практического задания, опрос по тематике практической работы
6.	7	Работа с периферией ПЛИС	1	Оценка результатов выполнения практического задания, опрос по тематике практической работы
7.	8	Встраиваемый процессор Nios	1	Оценка результатов выполнения практического задания, опрос по тематике практической работы
8.	9	Работа с АЦП	1	Оценка результатов выполнения практического задания, опрос по тематике практической работы
9.	9	Цифровая обработка сигналов	1	Оценка результатов выполнения практического задания, опрос по тематике практической работы

5.6. Тематика заданий для самостоятельной работы

Раздел	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1	1.	Поиск информации в литературе, сети	Производители ПЛИС, достоинства и недостатки ПЛИС	1, 4	8
2	2.	Поиск информации в литературе, сети	Что такое ФАПЧ (PLL), что такое soft - микропроцессор	1, 4	8
3	3.	Поиск информации в литературе, сети	Отличия синхронной/асинхронной логики, тактирование	3, 4	8
4	4.	Работа в ПО Quartus	Практическое задание по работе в среде Quartus – программирование на Verilog	1, 5	8
5	5.	Работа в ПО Quartus	Практическое задание по работе в среде Quartus – использование готовых модулей в проекте	1, 5	8
6	6.	Работа в ПО Quartus	Практическое задание по работе в среде Quartus – использование мегафункций	1, 4, 5	8
7	7.	Поиск информации в литературе, сети	Последовательная, параллельная передача данных, дифференциальные сигналы	3	8
8	8.	Работа в ПО Quartus	Практическое задание по работе в среде Quartus – создание системы с процессором Nios	4	8
9	9.	Поиск информации в литературе, сети	Что такое шумы дискретизации, семплирования, джиттер	2, 3	8

5.7. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа реализуется:

- 1) Самостоятельно (при необходимости - в контакте с преподавателем) вне рамок расписания - на консультациях по учебным вопросам, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.
- 2) В библиотеке, дома, в общежитии, на кафедре при выполнении студентом учебных и творческих задач, таких как самостоятельный поиск информации, написание эссе по темам курса.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Основная литература

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров
1	Наваби, З. Проектирование встраиваемых систем на ПЛИС / З. Наваби ; перевод с английского В. В. Соловьева. — Москва : ДМК Пресс, 2016. — 464 с. — ISBN 978-5-97060-174-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/73058	ЭБС Лань https://e.lanbook.com неограниченный доступ
2	Цифровая обработка сигналов / А. Оппенгейм, Р. Шафер. - 3-е изд., испр. - М: Техносфера, 2012, – 1048 с.	ЭБ http://irbis.iszf.irk.ru неограниченный доступ
3	Курс цифровой электроники : в 4-х т. / Й. Янсен. - М. : Мир, 1987, –334 с.	ЭБ http://irbis.iszf.irk.ru неограниченный доступ

6.2. Дополнительная литература

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров
1	Стещенко, В. Б. ПЛИС фирмы Altera: элементная база, система проектирования и языки описания аппаратуры / В. Б. Стещенко. — 3-е изд. — Москва : ДМК Пресс, 2010. — 573 с. — ISBN 978-5-94120-112-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/60976	ЭБС Лань https://e.lanbook.com неограниченный доступ
2	Поляков, А. К. Языки VHDL и VERILOG в проектировании цифровой аппаратуры / А. К. Поляков. — Москва : СОЛОН-Пресс, 2009. — 320 с. — ISBN 5-98003-016-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/13656	ЭБС Лань https://e.lanbook.com неограниченный доступ

6.3. Профессиональные базы данных, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

- Сайт отдела радиоастрофизики ИСЗФ СО РАН <http://ssrt.iszf.irk.ru/indexru.shtml>
- База данных наблюдений Байкальской радиоастрофизической обсерватории <https://badary.iszf.irk.ru/>

6.4. Информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

- Информационно-справочная информация в библиотеке ИСЗФ СО РАН <http://irbis.iszf.irk.ru>
- ЭБС Лань <http://e.lanbook.com/>
- Образовательная платформа Юрайт <https://biblio-online.ru>

6.5. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины:

- Сайт производителя ПЛИС Intel: <https://www.intel.ru/content/www/ru/ru/products/programmable/fpga.html>
- Сайт <http://altera.ru>

6.6. Программное обеспечение

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

- Операционная система Ubuntu 18.04 (свободно распространяемое ПО)
- Офисный пакет Libre Office (свободно распространяемое ПО)
- 7-Zip (свободно распространяемое ПО)
- Adobe Acrobat Reader DC (свободно распространяемое ПО)
- Mozilla Firefox 1 (свободно распространяемое ПО)
- VLC Mediaplayer (свободно распространяемое ПО)
- K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО)
- Дистрибутив Python Anaconda (свободно распространяемое ПО)
- Набор компиляторов GCC (свободно распространяемое ПО)
- Операционная система Microsoft Windows 10 Pro
- Сервер видеоконференцсвязи Jitsi Meet

7. Образовательные технологии

- Интерактивные лекции;
- Практические занятия;
- Самостоятельная работа;
- Контрольные задания

В учебном процессе используются как активные, так интерактивные формы проведения занятий.

Интерактивные формы включают в себя:

- Лекции;
- Практические занятия с подачей нового материала и одновременной отработкой его путем работы в профильном программном обеспечении и/или на лабораторных стендах
- Вопросы по заданиям для самостоятельного поиска информации

Аудиторные занятия проводятся в интерактивной форме с использованием мультимедийного обеспечения (ноутбук, проектор). Презентации позволяют качественно иллюстрировать аудиторные занятия схемами, рисунками и структурировать материал занятия. Электронная презентация позволяет отобразить процессы в динамике, что улучшает восприятие материала.

Практические занятия проводятся в компьютерном классе. На компьютерах осуществляется освоение программного обеспечения для работы с ПЛИС, изучение технической документации на ПЛИС и материальные средства (отладочные платы).

Самостоятельная работа включает в себя:

- поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей;
- конспектирование;
- выполнение практических заданий по работе с профильным программным обеспечением, по программированию ПЛИС, и т.д.
- При необходимости, в процессе работы над заданием, студент может получить индивидуальную консультацию у преподавателя.
- Контрольные задания включают в себя:
- вопросы к заданиям по самостоятельному поиску и изучению информации по тематике курса
- контрольные практические задания по работе с профильным ПО, знанию языка описания аппаратуры, работе с лабораторными стендами и материальной базой.
- самостоятельные практические задания по работе с профильным ПО и проектированию алгоритмов для ПЛИС
- зачет по результатам курса

Оценка степени сформированности компетенций будущего студента основывается конкретностью и полнотой ответов студента при выполнении заданий и упражнений промежуточных и итогового контроля знаний. Дополнительные вопросы и их число определяется необходимостью объективной оценкой уровня освоения студента изучаемой дисциплины.

8. Практическая подготовка

Практическая подготовка обучающихся в рамках реализации данной учебной дисциплины осуществляется на практических занятиях.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Аудитория укомплектована специализированной мебелью на 30 посадочных мест, оснащена оборудованием и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: • доска магнитно-маркерная Branberg • экран для проектора Projecta • проектор BenQ MH733 1920 x 1080 • ноутбук ASUS L1500CDA Windows 10 Pro • колонки Electro Voice EV-6.2T
Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций и самостоятельной работы	Аудитория укомплектована специализированной мебелью на 7 посадочных мест, оснащена компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде: • персональные компьютеры Неттоп Think Center Lenovo M710Q • мониторы IIYAMA PL2283H, Dell CRHX9K2 • доска магнитно-маркерная Branberg • экран для проектора Projecta • проектор BenQ MH733 1920 x 1080

10. Фонд оценочных средств

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

современную элементную базу в области программируемых матриц, их возможности, а также необходимые для работы с ними программные и аппаратные ресурсы.

Уметь:

выбирать продукт из области программируемых матриц под конкретную задачу, уметь подобрать метод реализации задачи, оценивать трудоемкость реализации задачи на базе ПЛИС.

Владеть:

навыками работы с ПЛИС на всех этапах проектирования устройства – от постановки задачи до ее реализации (программирования) и изготовления устройства, а также профильной терминологией на русском и английском языках.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код компетенции	Разделы дисциплины, направленные на формирование компетенции								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ПКА-2	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код компетенции	Показатели (индикаторы)	Формы оценивания			
		Текущий контроль			Промежуточная аттестация
		Устный опрос	Практическая работа	Контроль самостоятельной работы	Зачет /Экзамен
ПКА-2	Знать: Терминологию из области ПЛИС, их внутреннее устройство, области применения и методы работы с ними. Уметь: оценивать возможность решения задач научного приборостроения при помощи ПЛИС, планировать этапы решения такой задачи. Владеть: Программным обеспечением для работы с ПЛИС, языком описания аппаратуры, методами	+	+	+	зачет

	программирования и отладки алгоритмов работы ПЛИС.				
--	--	--	--	--	--

Программа оценивания контролируемой компетенции:

Тема или раздел дисциплины	Формируемый признак компетенции	Показатель	Критерий оценивания	Наименование ОС	
				ТК	ПА
Раздел 1. Введение в ПЛИС. Особенности область применения	Знать: понятие ПЛИС, основные признаки, отличия от других видов микросхем, плюсы и минусы использования. Уметь: отличать ПЛИС от других видов микросхем. Владеть: основной базовой терминологией из области ПЛИС, сокращениями, в том числе на английском языке. (ПКА-2)	Знает основные базовые термины, области применения ПЛИС, плюсы, минусы, основных производителей.	Владение материалом и терминологией раздела 1. Умение аргументировано ответить на вопросы по тематике раздела 1, вести дискуссию на тему применения и перспектив развития ПЛИС.	Устный опрос	зачет
Раздел 2. Проектирование устройств на ПЛИС. Среда разработки Quarus II/Quartus Prime.	Знать: основные этапы проектирования устройств на ПЛИС, основные программные инструменты для работы с ПЛИС. Уметь: на начальном уровне работать с ПО Quartus (создать проект, выбрать параметры проекта) Владеть: терминологией основных программных инструментов ПО Quartus. (ПКА-2)	Знает: с чего начать работу по программированию конкретной ПЛИС, первые шаги работы с ПЛИС в профильном ПО.	Владение материалом и терминологией раздела 2. Умение создать проект и установить начальные параметры проекта в ПО Quartus.	Устный опрос	зачет
Раздел 3. Способы программирования ПЛИС. Языки описания аппаратуры.	Знать: основные способы написания прошивки для ПЛИС. Названия языков описания аппаратуры. Их отличия от языков программирования. Уметь: создать в программном пакете Quartus файлы для написания прошивки в схемном виде, в	Может создать в ПО Quartus файлы для различных способов программирования, знает основы схемного программирования, основы проверки алгоритма, описанного схемой.	Владение материалом и терминологией раздела 3. Умение создать простейшую программу для ПЛИС методом схемного ввода, скомпилировать проект.	Устный опрос	зачет

	виде HDL кода. Владеть: терминологией по способам программирования ПЛИС, методами создания прошивки, компиляции проекта. (ПКА-2)				
Раздел 4. Язык Verilog HDL.	Знать: основы языка описания аппаратуры Verilog HDL, его основные операторы, формат файла Verilog для Quartus. Уметь: создать простейшую прошивку для ПЛИС методом описания на языке Verilog, скомпилировать проект, при возникновении ошибок – найти информацию, которая поможет их устранить. Владеть: терминологией программирования ПЛИС путем описания на языках HDL, основами синтаксиса языка Verilog HDL. (ПКА-2)	Может создать в проекте Quartus файл для описания алгоритма работы ПЛИС языком Verilog. Знает формат файла, основы языка Verilog, назначение операторов языка.	Владение материалом и терминологией раздела 4. Умение создать простой алгоритм работы ПЛИС на языке Verilog, проверить алгоритм на отсутствие синтаксических ошибок.	Устный опрос Самостоятельная домашняя работа	зачет
Раздел 5. Коммуникация с ПЛИС. Конфигурирование и отладка по JTAG.	Знать: методы коммуникации с ПЛИС, используемые для этого протоколы. Методы прошивки и отладки ПЛИС. Уметь: подключить ПО Quartus к отладочной плате с ПЛИС, запрограммировать ПЛИС, проверить работоспособность алгоритма. Владеть: терминологией в области конфигурирования и отладки прошивки ПЛИС. (ПКА-2)	Знает способы прошивки скомпилированного проекта в ПЛИС, способы проверки работоспособности проекта и его отладки, знает программные компоненты языка Quartus, необходимые для этого.	Владение материалом и терминологией раздела 5. Умение подключить отладочную плату с ПЛИС к ПО Quartus, запрограммировать, убедиться в результате работы при помощи инструмента SignalTap	Устный опрос Самостоятельная домашняя работа	зачет

Раздел 6. Архитектура ПЛИС. Внутренние ресурсы, ввод/вывод данных.	Знать: общее устройство ПЛИС различных семейств. Внутренний состав, блоки ресурсы, имеющиеся в составе ПЛИС. Способы обеспечения ввода/вывода данных в и из ПЛИС. Уметь: использовать внутренние ресурсы ПЛИС посредством программного пакета Quartus. Владеть: терминологией блоков и ресурсов ПЛИС, базовыми знаниями о принципах работы блоков и ресурсов. (ПКА-2)	Знает основные типы внутренних ресурсов ПЛИС, а так же способы их использования в проекте ПО Quartus. Знает необходимые для этого программные инструменты.	Владение материалом и терминологией раздела 6. Умение создать проект с использованием некоторых базовых ресурсов ПЛИС, таких как логические блоки, перемножители, блоки памяти, ФАПЧ (PLL), проверить его работоспособность.	Устный опрос Очная самостоятельная работа	зачет
Раздел 7. Периферия ПЛИС. Необходимые условия для создания устройства на базе ПЛИС.	Знать: основные виды периферийного обеспечения работоспособности ПЛИС, этапы проектирования радиоэлектронных устройств (РЭУ) на базе ПЛИС. Уметь: наметить поэтапный план проектирования РЭУ под конкретные задачи, выбрать необходимые комплектующие и технологии. Владеть: терминологией в области проектирования устройств на базе ПЛИС, а так же методами оценки и выбора конкретных компонентов и технологий под поставленную задачу. (ПКА-2)	Знает: необходимые минимальные условия для обеспечения работоспособности устройства на базе ПЛИС, необходимый минимальный список этапов проектирования такого устройства.	Владение материалом и терминологией раздела 7.	Устный опрос	зачет
Раздел 8. Микропроцессор на базе ПЛИС. Цели, область	Знать: понятие soft-микропроцессора, область его применения, плюсы	Знает методы создания soft-процессора на базе ПЛИС, его	Владение материалом и терминологией раздела 8.	Устный опрос	зачет

применения, способы реализации.	и минусы. Знать концепцию системы на программируемом чипе (SOPC), необходимые для создания такой системы программные инструменты пакета Quartus. Уметь: оценить необходимость использования soft-микропроцессора для какой либо задачи, оценить преимущества и недостатки такого решения. Владеть: терминологией в области работы с программными процессорами, в частности, с процессором Nios. (ПКА-2)	возможности, необходимые для работы с ним ресурсы и программные инструменты.	Умение создать проект в ПО Quartus, включающий в себя простейшую систему, сгенерированную в инструменте SOPC builder, и содержащую процессор Nios.		
Раздел 9. Основы цифровой обработки сигналов (ЦОС) на базе ПЛИС.	Знать: основные моменты совместного с ПЛИС использования аналого-цифровых преобразователей (АЦП). Возможности ПЛИС в области ЦОС. Уметь: применять критерии целесообразности реализации тех или иных алгоритмов на ПЛИС. Уметь наметить этапы проектирования устройства для ЦОС на базе ПЛИС, произвести примерный подбор компонентов под задачу. Владеть: терминологией раздела, а также знаниями о нюансах цифровой обработки сигналов, искажениях и шумах, возникающих при оцифровке	Знать теорию цифровой обработки сигналов, необходимые условия, а также особенности реализации ЦОС на ПЛИС.	Владение материалом и терминологией раздела 9. Умение создать проект в ПО Quartus, удовлетворяющий минимально необходимым условиям подключения АЦП к ПЛИС, скомпилировать и проверить работоспособность проекта.	Устный опрос	зачет

	сигналов. (ПКА-2)				
--	-------------------	--	--	--	--

Текущая и промежуточная аттестация

Цель контроля - получение информации о результатах обучения и степени их соответствия результатам обучения.

Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости студента, т.е. проверка усвоения учебного материала, регулярно осуществляется на протяжении семестра. Текущий контроль знаний обучающихся организован как устный групповой опрос, практическая работа.

Оценочные средства для оценки текущей успеваемости студентов

1. Характеристика ОС для обеспечения текущего контроля по дисциплине

Раздел / Тема	Индекс и уровень формируемой компетенции или дескриптора	ОС	Содержание задания
Раздел 1. Введение в ПЛИС. Особенности, область применения.	ПКА-2	Устный опрос	Изучить самостоятельно обзорную информацию по ПЛИС, ответить на вопросы по теме.
Раздел 2. Проектирование устройств на ПЛИС. Среда разработки Quartus II/Quartus Prime.	ПКА-2	Устный опрос	Изучить самостоятельно обзорную информацию по ПЛИС, ответить на вопросы по теме.
Раздел 3. Способы программирования ПЛИС. Языки описания аппаратуры.	ПКА-2	Устный опрос	Изучить самостоятельно обзорную информацию по ПЛИС, ответить на вопросы по теме.
Раздел 4. Язык Verilog HDL.	ПКА-2	Устный опрос Практическая работа	Изучить самостоятельно обзорную информацию по ПЛИС, ответить на вопросы по теме. Выполнить самостоятельную практическую работу
Раздел 5. Коммуникация с ПЛИС. Конфигурирование и отладка по JTAG.	ПКА-2	Устный опрос Практическая работа	Изучить самостоятельно обзорную информацию по ПЛИС, ответить на вопросы по теме. Выполнить самостоятельную практическую работу
Раздел 6. Архитектура ПЛИС. Внутренние ресурсы, ввод/вывод данных.	ПКА-2	Устный опрос Практическая работа	Изучить самостоятельно обзорную информацию по ПЛИС, ответить на вопросы по теме. Выполнить самостоятельную практическую работу
Раздел 7. Периферия ПЛИС. Необходимые условия для создания устройства на базе ПЛИС.	ПКА-2	Устный опрос	Изучить самостоятельно обзорную информацию по ПЛИС, ответить на вопросы по теме.
Раздел 8. Микропроцессор на базе ПЛИС. Цели, область применения, способы реализации.	ПКА-2	Устный опрос	Изучить самостоятельно обзорную информацию по ПЛИС, ответить на вопросы по теме.

Раздел 9. Основы цифровой обработки сигналов на базе ПЛИС.	ПКА-2	Устный опрос	Изучить самостоятельно обзорную информацию по ПЛИС, ответить на вопросы по теме.
--	-------	--------------	---

Вопросы для собеседования

Раздел 1

1. Дайте развернутое определение ПЛИС. (не только расшифровка аббревиатуры).
2. Назовите несколько производителей ПЛИС, кроме упомянутых на лекции Intel(Altera) и Xilinx.
3. Назовите хотя бы по одному достоинству и недостатку применения ПЛИС в радиоэлектронных устройствах, кроме тех, которые упоминались в лекции раздела 1.

Раздел 2

1. Чем отличаются синхронные и асинхронные логические схемы?

Раздел 3

1. Что такое HDL и в чем его отличия от языка программирования?

Раздел 4

1. Назовите несколько других HDL помимо изучаемого нами Verilog HDL.
2. Что такое синтезируемое подмножество языка HDL? Для чего используется?
3. Чем в языке Verilog отличается оператор блокирующего присвоения = от оператора неблокирующего присвоения <= ? В каком случае каждый из них используется?

Раздел 5

1. Для чего используется протокол JTAG?
2. Какими способами можно проверить работоспособность алгоритма, реализованного на ПЛИС?

Раздел 6

1. Что такое PLL (ФАПЧ)? Для чего используется?
2. Для чего в логических схемах используется тактирование (тактовый сигнал)?

Раздел 7

1. Какие периферийные компоненты могут понадобиться для создания радиоэлектронного устройства на базе ПЛИС?
2. Чем отличаются синхронные и асинхронные логические схемы?

Раздел 8

1. Что такое Soft-микропроцессор? Для чего используется? Какие есть известные представители soft-микропроцессоров?

Раздел 9

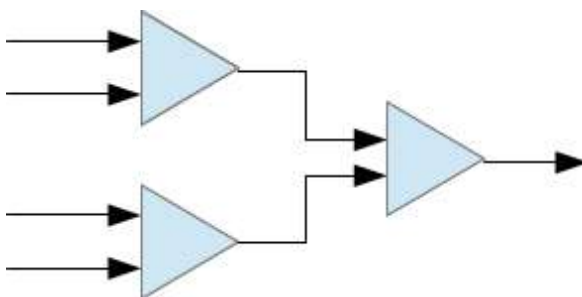
1. Что такое джиттер?
2. Что такое алиасинг в обработке сигналов?
3. Сформулируйте теорему Котельникова (Найквиста).

Задачи для практических занятий

Раздел 4

Задание: создать в среде Quartus II новый проект с файлом описания на языке Verilog, удовлетворяющий следующим условиям:

1. Проект должен включать в себя сумматор, сгенерированный MegaWizard-ом. Сумматор должен быть типа LPM_ADD_SUB (находится во вкладке Arithmetic).
2. Ширину шин входов и выхода сумматора можно задать любую, но не менее 2. Остальные параметры оставить по умолчанию.
3. Проект должен содержать 4 входа и 1 выход. Ширина входных и выходных шин соответствует ширине шин входов и выходов сумматора.
4. Нужно на языке Verilog описать включение в проект трех экземпляров сгенерированного выше сумматора. Подключение экземпляров должно осуществляться по следующей схеме:
5. Схема

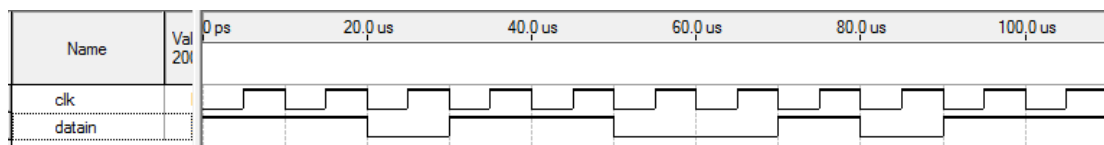


6. Скомпилировать проект, удостовериться, что компиляция прошла без ошибок.
7. Сжать целиком папку проекта в zip архив, и прикрепить как ответ к домашнему заданию.

Раздел 5

Задание: создать в среде Quartus II новый проект десериализера, преобразующего однобитный последовательный код в восьмибитный параллельный, написанный на языке Verilog:

1. Создать новый проект для выполнения задания.
2. Создать в проекте Verilog файл с модулем десериализера.
3. Модуль должен иметь 2 однобитных входа: для тактового сигнала и для входного последовательного кода (вход данных).
4. Пример входных данных для модуля:



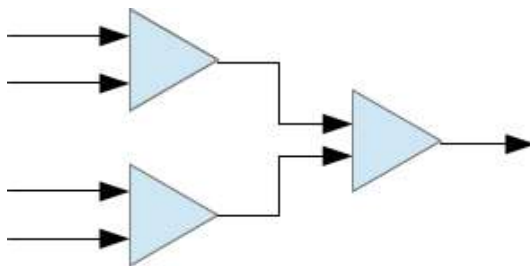
5. На каждый положительный фронт тактового сигнала должен считываться бит со входа данных.
6. Модуль должен иметь один восьмибитный выход десериализованных данных.
7. Каждые 8 отчетов тактового сигнала 8 входных бит должны появляться в параллельном виде на выходе модуля.
8. Необходимо создать waveform файл и просимулировать модуль.
9. Сжать целиком папку проекта в zip архив, и прикрепить как ответ к домашнему заданию.

Раздел 6

Задание: создать в среде Quartus II новые проекты, удовлетворяющие следующим условиям:

1. Создать проект
2. Выбрать ПЛИС Cyclone III EP3C25F324C6
3. Реализовать алгоритм, работающий по схеме ниже, тремя разными способами:

- а. В схемном редакторе
- б. На языке Verilog помощи мегафункций и встраивания готовых модулей
- в. На языке Verilog при помощи операторов и поведенческого описания
4. Алгоритм должен содержать однобитные элементы И/ИЛИ, включенные по следующей схеме:



5. Привязать входы и выходы согласно таблицам ниже

KEY0	F1	Input	LED0	P13	Output
KEY1	F2	Input	LED1	P12	Output
KEY2	A10	Input	LED2	N12	Output
KEY3	B10	Input	LED3	N9	Output

6. Скомпилировать проекты
7. Просимулировать поведение в Waveform Analyzer
8. Сжать целиком папку каждого проекта в zip архив, и прикрепить как ответ к домашнему заданию.

Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине осуществляется по окончанию дисциплины, в виде зачета в соответствии с графиком учебного процесса. Проверка наличия конспектов по дисциплине является допуском к зачету. В случае наличия учебной задолженности (пропущенных занятий и (или) невыполненных заданий), студент отрабатывает пропущенные занятия и выполняет задания.

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Вопросы для зачета

Раздел 1.

Введение в ПЛИС. Особенности, область применения.

Теоретические вопросы:

1. Как расшифровывается аббревиатура ПЛИС?
2. Какие из предложенных вариантов типов микросхем являются ПЛИС?
3. Как расшифровывается ППВМ?
4. Какие компании являются одними из крупнейших производителей ПЛИС на мировом рынке?

Раздел 2.

Проектирование устройств на ПЛИС. Среда разработки Quartus II/Quartus Prime.

Теоретические вопросы:

1. Как называется основной программный пакет для работы с ПЛИС фирмы Intel (Altera)?

2. Какой инструмент программного пакета Quartus используется для подключения к ПЛИС и отладки/визуального отображения внутренних сигналов ПЛИС в реальном времени?
3. Для чего используется инструмент программного пакета Quartus MegaWizard Plug-in Manager?
4. В каком инструменте программного пакета Quartus можно после компиляции проекта посмотреть, какое количество ресурсов выбраной ПЛИС фактически задействовано проектом?
5. В каком инструменте программного пакета Quartus можно после компиляции проекта посмотреть логическую реализацию проекта на уровне регистров в графическом виде?

Раздел 3.

Способы программирования ПЛИС. Языки описания аппаратуры.

Теоретические вопросы:

1. Какие из предложенных вариантов языков является языком описания аппаратуры?

Практическая работа:

- Создать в программном пакете Quartus проект. Выполнить его предварительную настройку (выбрать ПЛИС семейства Cyclone III). Создать файл для схемного описания алгоритма работы ПЛИС. Создать два однобитных входа и один однобитный выход. В схемном редакторе описать алгоритм, который будет на выход выводить результат логического умножения (И) двух входов. Скомпилировать проект.
- Создать в программном пакете Quartus проект. Выполнить его предварительную настройку (выбрать ПЛИС семейства Cyclone III). Создать файл для схемного описания алгоритма работы ПЛИС. Создать два однобитных входа и один однобитный выход. В схемном редакторе описать алгоритм, который будет на выход выводить результат логического сложения (ИЛИ) двух входов. Скомпилировать проект.

Раздел 4.

Язык Verilog HDL.

Теоретические вопросы:

1. Какие из предложенных типов данных языка Verilog используются для описания сигналов?
2. Какие из предложенных операторов языка Verilog являются операторами присваивания?
3. Какой из предложенных операторов языка Verilog является оператором сравнения (отношения)?
4. Выберите из предложенных правильный вариант выполнения на языке Verilog операции конкатенации (сцепления) двух шин a и b.
5. Какой из предложенных операторов языка Verilog является оператором блокирующего (последовательного) присваивания?
6. Выберите из предложенных правильный вариант объявления на языке Verilog восьмибитной переменной data типа wire.
7. Какая из предложенных конструкций языка Verilog представляет собой описание алгоритма синхронной логики?

Практическая работа:

- Создать в программном пакете Quartus проект. Выполнить его предварительную настройку (выбрать ПЛИС семейства Cyclone III). Создать файл для описания алгоритма работы ПЛИС на языке Verilog. Добавить в проект однобитный вход и однобитный выход. В редакторе добавить на языке Verilog мегафункцию PLL, вход проекта подключить на ее вход, выход проекта – на ее выход. Настроить PLL так, чтобы при входной частоте 50 МГц выходная частота была равна 20 МГц. Скомпилировать проект.
- Создать в программном пакете Quartus проект. Выполнить его предварительную настройку (выбрать ПЛИС семейства Cyclone III). Создать файл для описания алгоритма работы ПЛИС на языке Verilog. Добавить в проект однобитный вход и однобитный выход. В редакторе добавить на языке Verilog мегафункцию PLL, вход проекта подключить на ее вход, выход проекта – на ее выход. Настроить PLL так, чтобы при входной частоте 50 МГц выходная частота была равна 150 МГц. Скомпилировать проект.

Раздел 5.

Коммуникация с ПЛИС. Конфигурирование и отладка по JTAG.

Теоретические вопросы:

1. При помощи какого физического интерфейса передачи данных осуществляется программирование и отладка ПЛИС фирмы Intel (Altera)?
2. Какой формат файлов используется для визуальной симуляции сигналов написанного в программном пакете Quartus алгоритма?

Практическая работа:

- Создать в программном пакете Quartus проект. Выполнить его предварительную настройку (выбрать ПЛИС семейства Cyclone III EP3C25F324C6). Создать файл для схемного описания алгоритма работы ПЛИС. Добавить в проект один четырехбитный вход и один четырехбитный выход, а также однобитный вход тактового сигнала. В схемном редакторе соединить вход с выходом. Используя руководство пользователя (reference manual) для платы Cyclone III Starter Kit, подключить вход к кнопкам, выход к светодиодам, вход тактового сигнала – к кварцевому генератору. Скомпилировать проект. Добавить вход в Signal Tap Logic Analyzer. Скомпилировать проект. Запрограммировать проект в отладочную плату. Показать в реальном времени отображение входных сигналов с кнопок в Logic Analyzer-e.
- Создать в программном пакете Quartus проект. Выполнить его предварительную настройку (выбрать ПЛИС семейства Cyclone III EP3C25F324C6). Создать файл для описания на языке Verilog алгоритма работы ПЛИС. Добавить на Verilog в проект один четырехбитный вход и один четырехбитный выход, а также однобитный вход тактового сигнала. На Verilog соединить вход с выходом. Используя руководство пользователя (reference manual) для платы Cyclone III Starter Kit, подключить вход к кнопкам, выход к светодиодам, вход тактового сигнала – к кварцевому генератору. Скомпилировать проект. Добавить вход в Signal Tap Logic Analyzer. Скомпилировать проект. Запрограммировать проект в отладочную плату. Показать в реальном времени отображение входных сигналов с кнопок в Logic Analyzer-e.

Раздел 6.

Архитектура ПЛИС. Внутренние ресурсы, ввод/вывод данных.

Теоретические вопросы:

1. На основе технологии какой энергозависимой памяти работают большинство современных ППВМ (FPGA)?
2. Назовите основное применение ФАПЧ (PLL) в ПЛИС

Практическая работа:

- Создать в программном пакете Quartus проект. Выполнить его предварительную настройку (выбрать ПЛИС семейства Cyclone III). Создать файл для схемного описания алгоритма работы ПЛИС. Добавить в проект однобитный вход и однобитный выход. В схемном редакторе добавить мегафункцию PLL, вход проекта подключить на ее вход, выход проекта – на ее выход. Настроить PLL так, чтобы при входной частоте 50 МГц выходная частота была равна 20 МГц. Скомпилировать проект.
- Создать в программном пакете Quartus проект. Выполнить его предварительную настройку (выбрать ПЛИС семейства Cyclone III). Создать файл для схемного описания алгоритма работы ПЛИС. Добавить в проект однобитный вход и однобитный выход. В схемном редакторе добавить мегафункцию PLL, вход проекта подключить на ее вход, выход проекта – на ее выход. Настроить PLL так, чтобы при входной частоте 50 МГц выходная частота была равна 150 МГц. Скомпилировать проект.

Раздел 7.

Периферия ПЛИС. Необходимые условия для создания устройства на базе ПЛИС.

Теоретические вопросы:

1. Какое из предложенных вариантов электронных устройств обычно НЕ встречается в качестве внутреннего ресурса ПЛИС?

Практическая работа:

- Создать в программном пакете Quartus проект. Выполнить его предварительную настройку (выбрать ПЛИС семейства Cyclone III EP3C25F324C6). Создать файл для схемного описания алгоритма работы ПЛИС. Добавить в проект два однобитных входа и два однобитных выхода. В схемном редакторе описать алгоритм, который будет на первый выход выводить результат логического умножения (И) двух входов, а на второй выход – результат логического сложения (ИЛИ). Используя руководство пользователя (reference manual) для платы Cyclone III Starter Kit, подключить входы к двум кнопкам, а выходы к двум светодиодам. Скомпилировать проект. Запрограммировать проект в отладочную плату. Убедиться в работоспособности алгоритма.
- Создать в программном пакете Quartus проект. Выполнить его предварительную настройку (выбрать ПЛИС семейства Cyclone III EP3C25F324C6). Создать файл для описания алгоритма работы ПЛИС на языке Verilog. Добавить в проект два однобитных входа и два однобитных выхода. В редакторе описать на языке Verilog алгоритм, который будет на первый выход выводить результат логического умножения (И) двух входов, а на второй выход – результат логического сложения (ИЛИ). Используя руководство пользователя (reference manual) для платы Cyclone III Starter Kit, подключить входы к двум кнопкам, а выходы к двум светодиодам. Скомпилировать проект. Запрограммировать проект в отладочную плату. Убедиться в работоспособности алгоритма.

Раздел 8.

Микропроцессор на базе ПЛИС. Цели, область применения, способы реализации.

Теоретические вопросы:

1. Как расшифровывается аббревиатура SOPC?

Раздел 9.

Основы цифровой обработки сигналов на базе ПЛИС.

Теоретические вопросы:

1. Какое количество бит нужно для кодирования переменной, которая может принимать 680 различных значений.

Практическая работа:

- Создать в программном пакете Quartus проект. Выполнить его предварительную настройку (выбрать ПЛИС семейства Cyclone III EP3C25F324C6). Создать файл для схемного описания алгоритма работы ПЛИС. Добавить в проект один однобитный вход и один четырехбитный выход. В схемном редакторе добавить четырехбитный счетчик, который будет считать импульсы, поступающие на вход. Используя руководство пользователя (reference manual) для платы Cyclone III Starter Kit, подключить вход к кнопке, а выход к четырем светодиодам. Скомпилировать проект. Запрограммировать проект в отладочную плату. Убедиться в работоспособности алгоритма.
- Создать в программном пакете Quartus проект. Выполнить его предварительную настройку (выбрать ПЛИС семейства Cyclone III EP3C25F324C6). Создать файл для описания алгоритма работы ПЛИС на языке Verilog. Добавить в проект один однобитный вход и один четырехбитный выход. В редакторе описать на языке Verilog алгоритм четырехбитного счетчика, который будет считать импульсы, поступающие на вход. Используя руководство пользователя (reference manual) для платы Cyclone III Starter Kit, подключить вход к кнопке, а выход к четырем светодиодам. Скомпилировать проект. Запрограммировать проект в отладочную плату. Убедиться в работоспособности алгоритма.

Оценочные средства сформированности компетенций

Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций	№ задания к зачету (или задание)
ПКА-2 способность проводить научные исследования в области физики солнечно-земных связей, используя необходимые знания теоретических и экспериментальных разделов физики	ИД 2. Использует информационные ресурсы, научную, опытно-экспериментальную, наблюдательную и приборную базы при проведении научных исследований и реализации научных проектов в области физики солнечно-земных связей.	Теоретические вопросы разделов 1-9, практические задания

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если основной материал усвоен, студент приобрел необходимые знания и умения;
- оценка «не зачтено» - если основной материал усвоен недостаточно, студент не приобрел необходимых знаний и умений.

Оценочные средства, обеспечивающие диагностику сформированности компетенций, заявленных в рабочей программе дисциплины (модуля)

Результат диагностики сформированности компетенций	Показатели	Критерии	Соответствие / несоответствие	Зачет / экзамен
Положительные результаты устного промежуточного контроля	подготовка к устному промежуточному контролю, знание основных тем дисциплины,	Дал грамотный и развернутый ответ на вопросы для подготовки по теоретическим вопросам курса	Соответствие	зачет
	указанных в Программе оценивания контролируемой	Не ответил или ответил неправильно на вопросы для подготовки по теоретическим вопросам	Несоответствие	

	компетенции	курса		
Положительные результаты самостоятельной письменной работы	подготовка к практической работе, знание основных тем дисциплины, наличие основных умений, указанных в Программе оценивания контролируемой компетенции	При выполнении практической работы решил поставленную задачу, не допустил фактических ошибок, либо допустил минимальное количество, не влияющее на полное понимание и восприятие работы При выполнении практической работы не решил поставленную задачу, допустил фактические ошибки, влияющее на полное понимание и восприятие работы	Соответствие Несоответствие	зачет
Положительные результаты зачета	Подготовка к зачету и знание вопросов для зачета	Полностью раскрыт вопрос, даны все правильные определения Не полностью раскрыт вопрос и (или) даны неверные определения	Соответствие Несоответствие	Зачет