МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»
(Новосибирский государственный университет, НГУ)

Физический факультет
Кафедра физико-технической информатики



Рабочая программа дисциплины

ПРОГРАММИРУЕМЫЕ ЛОГИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА

Направление подготовки **03.04.02 Физика**
Направленность (профиль): **Общая и фундаментальная физика**

Направление подготовки **03.04.01 Прикладные математика и физика**
Направленность (профиль): **Космическое и специальное приборостроение**

Направление подготовки **03.04.01 Прикладные математика и физика**
Направленность (профиль): **Информационные процессы и системы**

Форма обучения **Очная**

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	72	26	16		28				2	
Всего 72 часа / 2 зачётные единицы, из них: - контактная работа 44 часа										
Компетенции ПК-1										

Руководитель программы
д.ф.-м.н. И. Б. Логашенко

Новосибирск, 2026

Содержание:

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы. 3

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы. 4

3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу. 5

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий. 5

5. Перечень учебной литературы. 8

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся. 8

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины. 8

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине. 9

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине. 9

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине. 9

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Цель курса **«Программируемые логические устройства»** – ознакомление студентов, специализирующихся в области физики высоких энергий и смежных областях, с современными технологиями проектирования аппаратных вычислительных и управляющих средств на базе устройств программируемой логики, ставших неотъемлемой частью любого физического эксперимента.

Дисциплина «Программируемые логические устройства» имеет своей целью:

- ознакомление студентов с основными характеристиками, принципами устройства и архитектурами устройств программируемой логики,
- ознакомление с современными методами создания описаний аппаратуры, отвечающих условиям переносимости, надежности, пригодности к симуляции и отладке.
- ознакомление с реализацией типовых узлов общего назначения, узлов устройств связи, а также узлов, применяемых при построении специфической электроники ускорителей заряженных частиц, детекторов частиц физики высоких энергий.

Создание современной управляющей и регистрирующей электроники для физического эксперимента, как фундаментальных аспектов, так и прикладных целей, базируется на применении программируемых логических интегральных схем (ПЛИС). Это вызвано такими положительными свойствами, как высокое быстродействие, параллелизм, точное управление временем и способность к изменению конфигурации непосредственно в установке, а в отдельных случаях «на лету» т.е. без остановки выполнения функциональной задачи. Эти особенности обусловливают широкое применение ПЛИС программируемой логики (ПЛ) в приложениях, требующих высокого и сверхвысокого быстродействия, большой пропускной способности, циклических вычислений в реальном времени, а также для гибкого сопряжения процессоров и шин общего назначения с аппаратурой конкретной физической установки. Недостатком ПЛИС ПЛ является высокая цена «входного билета», т.е. высокие трудозатраты на освоение аппаратуры и методов работы с ним.

Курс **«Программируемые логические устройства»** предназначен для обучения студентов-физиков основным методам создания и отладки электронных устройств на базе ПЛИС, пониманию преимуществ и ограничений, присущих таким устройствам.

Для достижения поставленной цели выделяются задачи курса:

1. Ознакомление с технологическими основами построения ПЛИС, типами архитектур ПЛИС, технологией и историей развития.
2. Ознакомление с понятием жизненного цикла изделия, цикла проектирования устройства на основе ПЛИС, цикла создания программного обеспечения, преимущества и недостатки различных способов ввода.
3. Изучение и практическая реализация методов построения типовых узлов электроники. Ознакомление с новыми методами создания кода, отвечающего условиям переносимости, надежности, поддающегося симуляции и отладке.
4. Работа с реальным оборудованием: реализация и отладка устройств на базе демонстрационных комплектов ПЛИС. Освоение обязательных требований к реальным проектам.
5. Ознакомление с реализацией типовых узлов общего назначения, а также узлов, применяемых при построении специфической электроники ускорителей заряженных частиц, детекторов частиц физики высоких энергий.
6. Самостоятельное создание и отладка демонстрационного проекта, реализующего законченное устройство.

Дисциплина нацелена на формирование у обучающегося профессиональной компетенции:

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 (ОПОП 03.04.02 Физика) Способен использовать специализированные знания в области физики при решении поставленных задач в исследовательской деятельности в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.	**ПК 1.1** Применяет специализированные знания в области физики при решении конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования. **ПК 1.2** Выбирает наиболее эффективные методы решения конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.	**Знать** физические и технологические основы архитектурных решений, используемых в тех или иных ПЛИС, особенности применения для конкретных исследовательских и практических целей. **Уметь** разрабатывать и реализовывать различные проекты с использованием языков описания аппаратуры. **Владеть** средствами разработки ПЛИС.
ПК-1 (ОПОП 03.04.01 Прикладные математика и физика) Способен осваивать и применять специализированные знания в области физико-математических и (или) естественных наук в своей профессиональной деятельности.	**ПК 1.1** Применяет специализированные знания естественных и (или) физико-математических наук при решении поставленных задач в специализированной области своей профессиональной деятельности. **ПК 1.2** Применяет классические и новые знания при решении поставленных задач в специализированной области своей профессиональной деятельности.	

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина реализуется в осеннем семестре 1-го курса для магистрантов, обучающихся по направлению подготовки 03.04.02 Физика, 03.04.01 Прикладные математика и физика. Курс является одной из профессиональных дисциплин по выбору, реализуемых кафедрой физико-технической информатики. Дисциплина требует от слушателей владения иностранным языком, аппаратом математической логики, навыками программирования, а также представлениями о цифровой схемотехнике и современных компьютерных архитектурах.

Данная дисциплина позволяет студенту прикоснуться к миру ПЛИС ASIC, высокопроизводительных параллельных и систолических структур, обработке быстрых и широкополосных сигналов в реальном времени. Студент получает представление о том, как создать свой собственный специализированный вычислитель или контроллер, получая выигрыш в быстродействии, стоимости, энергопотреблении и времени разработки.

Курс предшествует выполнению квалификационной работы студента по данной специализации, так как дает ему необходимые знания, навыки и предоставляет инструменты для выполнения научных исследований в рамках подготовки его квалификационной работы.

3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.

Трудоёмкость дисциплины составляет: 2 зачётные единицы, 72 часа.

Форма промежуточной аттестации: 1 семестр – дифференцированный зачет.

№	Вид деятельности	Семестр
		1
1	Лекции, ч	26
2	Практические занятия, ч	16
3	Лабораторные занятия, ч	-
4	Занятия в контактной форме, ч из них	44
5	аудиторных занятий, ч	42
6	в электронной форме, ч	-
7	консультаций, час.	-
8	промежуточная аттестация, ч	2
9	Самостоятельная работа, час.	28
10	Всего, ч	72

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачётные единицы, 72 академических часа.

№ п/п	**Раздел дисциплины**	**Неделя семестра**	**Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах)**					**Промежуточная аттестация (в часах)**
			Всего	Аудиторные часы		Сам. работа во время занятий (не включая период сессии	Сам. работа во время промежуточной аттестации	
				Лекции	Практические занятия			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Общие сведения о ПЛИС	1	5	1	1	3		
2.	Основные положения разработки ПЛИС	1-2	8	3	2	3		
3.	Имплементация проекта в ПЛИС.	3-4	8	3	2	3		.
4.	Проектирование последовательностных схем	5-6	8	3	2	3		
5.	Схемы хронирования:	7	8	3	2	3		
6.	Специфические аппаратные узлы современных ПЛИС	8-10	8	3	2	3		

	архитектуры FPGA.							
7.	Цифровая Обработка сигналов.	11-13	8	3	2	3		
8.	Методы защиты данных при хранении и передаче в линиях связи	14-15	8	3	2	3		
9.	Метастабильные состояния	16	9	4	1	4		
10.	Дифференцированный зачёт	17	2					2
Всего			**72**	**26**	**16**	**28**		**2**

Программа и основное содержание лекций (26часов)

Раздел 1. Общие сведения о ПЛИС (1 час)
Развитие технологии и архитектуры ИС, типичные области применения, роль ПЛИС.

Раздел 2. Основные положения разработки ПЛИС. (3 часа)
Формализованный подход к процессу разработки и верификации проекта ПЛИС, Средства ввода исходных данных, компиляторы. Разница между алгоритмическими и приборно-ориентированными средствами ввода. Роль средств логической верификации и симуляции в эпоху BGA корпусов. Анализаторы временных соотношений, оценка энергопотребления.

Раздел 3. Имплементация проекта в ПЛИС. (3 часа)
Средства загрузки файла конфигурации в ПЛИС: параллельные/последовательные, активные/пассивные схемы. Средства и возможности интерфейса JTAG.

Раздел 4. Проектирование последовательностных схем. (3 часа)
Понятие синхронности, однотактной синхронизации. Разница между счетчиком пульсаций и синхронным счетчиком. Регистр-аккумулятор как основа синхронных машин. Счетчики бинарные, модульные, Грея, полиномиальные, конечные автоматы. Проектирование счетчиков «с нуля» и автоматизированное с использованием заготовок. Зависимость подходов от типа ПЛИС и мероприятия по обеспечению переносимости кода.

Раздел 5. Схемы хронирования. (3 часа)
Охранные таймеры, формирователи разрешающих и мертвых времен. Дробные делители

Раздел 6 Специфические аппаратные узлы современных ПЛИС архитектуры FPGA. (3 часа)
PLL – генератор тактовой частоты с фазовой автоподстройкой. RAM – реконфигурируемые блоки ОЗУ. Mult – быстрые перемножители. I/O – реконфигурируемые порты ввода-вывода. Serial I/O – специализированные узлы быстрых последовательных интерфейсов. Signal Tap Logic Analyzer – специфическая часть проекта, для ведения отладки средствами JTAG. Работа с редактором свойств Assignment Editor. Язык управления инструментами – TCL.

Раздел 7 Цифровая Обработка сигналов. (3 часа)
Теорема Найквиста-Котельникова, роль анти-элайзинга. Интуитивный переход от аналогового прототипа к цифровой реализации. Эффекты перегрузки, потери точности. Окна бегущего среднего: прямоугольное Хэннинга, сглаживание параболой. Медианные фильтры. Сохранение однотактной синхронизации, достижение предельного быстродействия вычислителей. Систолические структуры. Автоматизированное проектирование вычислителей БПФ.

Раздел 8 Методы защиты данных при хранении и передаче в линиях связи. (3 часа)
Понятие единичного события переустановки SUE. Контроль четности, вычислители контрольных кодов типа CRC. Теорема Шеннона о скорости передачи данных. Схемы синхронизации данных при передаче по каналам связи. Коды 8 – в – 10.

Раздел 9 Метастабильные состояния. (4 часа)
Статическая и динамическая входные характеристики логического элемента. Метастабильные состояния триггеров и ресинхронизация. Передача данных через границы тактовых доменов. Работа с данными типов DDR, QDR, ODR. Методы оценки надежности. Зависимость алгоритма от входных данных. Т-модель. Проблемы процедур сброса/ установки. Редкие ошибки.

Программа практических занятий (16 часов)

Занятие 1. Создать новый проект и моделировать работу элементов И, ИЛИ, исключающее ИЛИ. Использовать именованную связь. **(1 час)**

Занятие 2. Создать проект и моделировать делитель частоты на два. Использовать примитив DFF. Модифицировать проект для деления частоты на произвольное число. При моделировании обратить внимание на выбросы. **(1 час)**

Занятие 3. Создать проект и моделировать формирователь однотактного импульса. Оформить формирователь в виде параметризованного библиотечного модуля, включить в иерархический проект. Создать проект и моделировать формирователь длительности сигнала. Оформить формирователь в виде библиотечного модуля, включить в иерархический проект. **(2 часа)**

Занятие 4. Создать проект Таймер с выводом значений на семисегментный индикатор. Провести моделирование проекта. Произвести программирование FPGA, входящее в состав демострационного набора Alter Cyclone II FPGA StartedBoard и продемонстрировать работоспособность проекта. **(2 часа)**

Занятие 5. Создать проект Квадрат. Вывести на экран монитора VGA квадрат, реализованный с помощью схем совпадения. Определить количество используемых ресурсов FPGA. Определить количество используемых ресурсов FPGA. Сделать движение квадрата по экрану монитора. Продемонстрировать работоспособность проекта с помощью демонстрационного набора Alter Cyclone II FPGA StartedBoard. **(2 часа)**

Занятие 6. Модифицировать проект Квадрат. Использовать память для реализации объекта Квадрат. Определить количество используемых ресурсов FPGA. Сделать движение квадрата по экрану монитора. Продемонстрировать работоспособность проекта с помощью демонстрационного набора Alter Cyclone II FPGA StartedBoard. **(2 часа)**

Занятие 7. Разработать для приема и передачи данных с UART, часть 1. Описание состояний флагами и статической машиной. **(2 часа)**

Занятие 8. Разработать для приема и передачи данных с UART, часть 2. Избыточное сэмплирование, синхронизация и передача данных. **(2 часа)**

Занятие 9. Разработать для приема и передачи данных с UART, часть 2. Внесение буферной памяти. Вычисление бита четности. Моделировать проект. Продемонстрировать работоспособность проекта **(2 часа)**

Самостоятельная работа студентов (28 часов)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Подготовка к практическим занятиям.	18
Изучение теоретического материала, не освещаемого на лекциях	4
Подготовка к дифференцированному зачёту	6

5. Перечень учебной литературы.

1. Лысаков К. Ф. Языки описания аппаратуры: Учеб. пособие. Новосибирск: НГУ, 2008. 79 с. : ил. ; 20 см.ISBN 978-5-94356-708-7 (7 экз)
2. Лысаков К. Ф. Основы программирования: Учеб. пособие: : [для студентов вузов] / К.Ф. Лысаков ; М-во образования и науки РФ, Новосиб. гос. ун-т, Физ. фак.Новосибирск : Редакционно-издательский центр НГУ, 201295 с. : ил. ; 20 см. ISBN 978-5-4437-0088-5 (50 экз)
3. Лысаков К. Ф. Программируемая логика FPGA: Учеб. пособие / НГУ Новосибирск, 2009. 98 с. Лысаков.%20Программируемая%20логика%20FPGA.pdf

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.

Самостоятельная работа студентов поддерживается следующими учебными пособиями:

1.Лысаков К. Ф. Программируемая логика FPGA: Учеб. пособие / НГУ Новосибирск, 2009. 98 с. Лысаков.%20Программируемая%20логика%20FPGA.pdf

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:
- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

Интернет-ресурсы:

1. Семейства ПЛИС ПЛ фирмы Altera: www.altera.com
2. Семейства ПЛИС ПЛ фирмы Xilinx: .xilinx.com

3. Примеры открытых разработок: .opencores.com
4. Примеры решений: .FPGA4FAN.com
5. САПР ПЛ: .cadence.com
6. САПР ПЛ: .mentor.com

7.1 Современные профессиональные базы данных

Не используются.

7.2. Информационные справочные системы

Не используются.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Используется специальное программное обеспечение для изучения дисциплины - САПР Quartus.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для реализации дисциплины используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации.

2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль

Текущий контроль осуществляется в ходе семестра путем проверки выполнения заданий.

Студентам необходимо успешно выполнить три контрольных задания в течении семестра и заключительный проект.

Промежуточная аттестация

Окончательная оценка работы студента в течение семестра происходит на дифференцированном зачёте в конце семестра. Его итоги оцениваются по выполнению заключительного проекта:

- оценка «отлично» ставится, если выполнены все три контрольные задания в течение семестра и выполнен заключительный проект, студент полностью понимает цикл разработки проекта с использованием ПЛИС (продвинутый уровень освоения компетенций);

- оценка «хорошо» ставится если выполнены все три контрольные задания в течении семестра и выполнен заключительный проект, но есть некритичные замечания к реализации отдельных узлов заключительного проекта (базовый уровень освоения компетенций);

- оценка «удовлетворительно» ставится если выполнены все контрольные задания в течении семестра, но заключительный проект выполнен только частично, продемонстрировано понимание работы всех составных узлов проекта (пороговый уровень освоения компетенций);

- оценка «неудовлетворительно» ставится в случае невыполнения контрольных заданий в течении семестра или невыполнения заключительного проекта (пороговый уровень освоения компетенций не сформирован).

Освоение компетенций оценивается согласно шкале оценки уровня сформированности компетенции. Вывод об уровне сформированности компетенций принимается преподавателем. Положительная оценка ставится, когда все компетенции освоены не ниже порогового уровня. Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

Соответствие индикаторов и результатов освоения дисциплины

Таблица 10.1

Индикатор	**Результат обучения по дисциплине**	**Оценочные средства**
ПК-1 (ОПОП 03.04.02 Физика) **ПК 1.1** Применяет специализированные знания в области физики при решении конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования. **ПК 1.2** Выбирает наиболее эффективные методы решения конкретных задач в области научных исследований в соответствии с профилем подготовки в зависимости от специфики объекта исследования.	**Знать** физические и технологические основы архитектурных решений, используемых в тех или иных ПЛИС, особенности применения для конкретных исследовательских и практических целей. **Уметь** разрабатывать и реализовывать различные проекты с использованием языков описания аппаратуры. **Владеть** средствами разработки ПЛИС.	Опрос в начале каждой лекции, проверки индивидуальных заданий, экзамен

ПК-1 (ОПОП 03.04.01 Прикладные математика и физика) **ПК 1.1** Применяет специализированные знания естественных и (или) физико-математических наук при решении поставленных задач в специализированной области своей профессиональной деятельности. **ПК 1.2** Применяет классические и новые знания при решении поставленных задач в специализированной области своей профессиональной деятельности..		

10.2 Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Программируемые логические устройства».

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	**Шкала оценивания**
Посещаемость занятий: не менее 90%. Индивидуальное задание: выполнено, результат оформлен в виде презентации. **Дифференцированный зачет:** – дан развернутый ответ на вопросы билета. – точность и корректность применения терминов и понятий. – продемонстрировано умение делать выводы и обобщения. – даны исчерпывающие ответы на дополнительные вопросы, имеющие принципиальное значение для данной дисциплины (в ответах допускаются непринципиальные неточности)	*Отлично*
Посещаемость занятий: не менее 75% Индивидуальное задание выполнено, но в работе отмечаются недочеты. **Дифференцированный зачет:** – дан в развернутый ответ на вопросы билета, однако в изложении допускаются единичные неточности в формулировках терминов, которые студент исправляет самостоятельно или после наводящего вопроса преподавателя. – умение делать выводы продемонстрировано. – на дополнительные вопросы даны ответы, но с небольшими пробелами или неточностями, однако студент ориентируется в базовом материале дисциплины и не путает фундаментальные понятия.	*Хорошо*
Посещаемость занятий: не менее 60% Индивидуальное задание выполнено, но поверхностно. Презентация содержит серьезные ошибки в оформлении, логике или тексте, однако суть задания раскрыта в минимально достаточном объеме. **Дифференцированный зачет**: – студент дает правильный ответ только на один вопрос билета либо воспроизводит отдельные фрагменты лекционного материала, путаясь в деталях. – допускаются частые неточности и ошибки в формулировках, студент с трудом оперирует основными понятиями дисциплины.	*Удовлетворительно*

– способность к самостоятельному анализу недостаточна, студент не может аргументировать позицию и лишь повторяет готовые выводы из лекций. – наличие правильных ответов на дополнительные вопросы, имеющие принципиальное значение для данной дисциплины.	
Посещаемость занятий: менее 60% без уважительной причины. Индивидуальное задание не выполнено вообще (или выполнено несамостоятельно / или результат не оформлен в виде презентации и не защищен). **Дифференцированный зачет:** – ответ на вопросы билета отсутствует полностью или содержит грубые ошибки, свидетельствующие о полном непонимании предмета. – студент не знает базовых терминов и понятий дисциплины, не отвечает на дополнительные вопросы, имеющие принципиальное значение для данной дисциплины.	*Неудовлетворительно*

10.3 Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Перечень контрольных заданий

1. Создать проект **Таймер** с выводом значений на семисегментный индикатор. Провести моделирование проекта. Произвести программирование FPGA, входящее в состав демонстрационного набора Alter Cyclone II FPGA StartedBoard и продемонстрировать работоспособность проекта.
2. Создать проект **Квадрат**. Вывести на экран монитора VGA квадрат, реализованный с помощью схем совпадения. Определить количество используемых ресурсов FPGA. Использовать память для реализации объекта Квадрат. Определить количество используемых ресурсов FPGA. Сделать движение квадрата по экрану монитора. Продемонстрировать работоспособность проекта с помощью демонстрационного набора Alter Cyclone II FPGA StartedBoard.
3. Разработать модуль приема данных по UART. Провести моделирование проекта. Убедиться в правильности работы модуля

Варианты заключительного проекта

1. Разработать и моделировать каскадный цифровой фильтр (медианный + ФНЧ) на языке AHDL. Проект должен иметь иерархическое строение: Параметризованные макрофункции медианного фильтра и ФНЧ включаются в вышестоящий проектный файл. Порядок включения фильтров должен быть изменяемым. Верификация проекта должна доказывать правильное функционирование фильтра при наличии на входе импульсного выброса и высокочастотного сигнала. Обратить внимание на сохранение точности и отсутствие переполнения. Указать цепи, определяющие быстродействие проекта. Оценить энергопотребление и объем используемых ресурсов.
2. Разработать и моделировать аппаратный анализатор спектра с выводом на монитор VGA. Предполагается, что на вход устройства подаются 12-ти битные отсчеты внешнего амплитудно-цифрового преобразователя, а на выходе стандартный монитор отображает гистограмму спектра. Проект так же должен иметь иерархическое строение, число столбцов в гистограмме должно быть параметром компиляции. Как вариант, можно разработать спрайтовый процессор. Верификация проекта должна доказывать правильное функционирование как модуля создания гистограммы, так и модуля отображения на экране. Обратить внимание на реакцию устройства в случае переполнения. Указать цепи, определяющие быстродействие проекта. Определить зависимость объема использованного

оборудования от количества столбцов.

3. Разработать и моделировать систему сбора данных на основе 12-ти разрядного АЦП последовательного приближения и внешнего аналогового коммутатора. Собранные данные должны храниться в ОЗУ и по команде внешнего устройства передаваться ему пакетом по последовательной линии связи. Линия связи обязательно двунаправленная. Формат передачи и метод защиты данных на Ваше усмотрение. Верификация проекта должна доказывать правильное функционирование модулей работы с АЦП и коммутатором, передачу пакета данных, отсутствие артефактов на линии. Определить объем оборудования и энергопотребление устройства.
4. В качестве заключительного может быть принят достаточного объема проект устройства, разработанного в ходе научной работы.

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям СУОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.