

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ГУАП

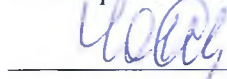
« 21 » 04 20 22 г.

(протокол № УС-03)

с изменениями, внесенными
решением ученого совета ГУАП

от 17.04.23, протокол № УС-03

Ректор ГУАП



Ю.А. Антохина

« 24 » 04 20 23 г.

ПРОГРАММА
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕПОДГОТОВКИ

«Проектирование на FPGA»

(наименование программы)

«Информационно-коммуникационные технологии»

(отраслевая принадлежность программы)

Санкт-Петербург, 2023

Лист согласования:

Руководитель ДПП

Ассистент каф. прикладной информатики

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

Б.К. Акопян

инициалы, фамилия

Декан ФДПО

Д-р экон. наук. профессор каф.82

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

А.М. Мельниченко

инициалы, фамилия

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

1.1 Цель реализации программы

Целью реализации дополнительной профессиональной программы профессиональной переподготовки «Проектирование на FPGA» является приобретение системных знаний для выполнения нового вида профессиональной деятельности в сфере проектирования устройств и систем на современной элементной базе – программируемых логических интегральных схемах, с использованием языков описания аппаратуры.

Программа профессиональной переподготовки разработана с учетом потребностей сотрудников высокотехнологичных производств, в обязанности которых входит разработка, моделирование и верификация сложнофункциональных блоков, а также проектирование электрических схем цифровых электронных устройств, реализующие требуемые логические функции.

Программа разработана на основании профессионального стандарта 40.040 «Инженер в области разработки цифровых библиотек стандартных ячеек и сложнофункциональных блоков», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 10 июля 2014 г. №456н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 18 августа 2014 г., регистрационный № 33630), с изменением, внесенным приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12 декабря 2016 г. №727н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 13 января 2017 г., регистрационный № 45230), профессионального стандарта 40.016 «Инженер в области проектирования и сопровождения интегральных схем и систем на кристалле» (утвержденный Приказом Министерства труда и социальной защиты РФ 11 апреля 2014 г. №241 н) с учетом требований Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», приказа Министерства образования и науки РФ от 01.07.2013 № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам» к результатам освоения образовательных программ и методических рекомендаций по разработке дополнительных профессиональных программ на основе профессиональных стандартов от 22 апреля 2015 г. № ВК-1032/06.

1.2 Характеристика новой квалификации и связанных с ней видов профессиональной деятельности, трудовых функций и (или) уровней квалификации

Изучение данной программы направлено на формирование и совершенствование у слушателей следующих компетенций:

ПК-1- Разрабатывает аппаратные решения в области микропроцессорной и цифровой техники. (Способность к разработке аппаратных решений в области цифровой схемотехники и электроники).

Знать:

- основы методики проектирования как отдельных блоков и функциональных узлов цифровой схемотехники, так и цифровых систем в целом;
- принципы представления типовых дискретных устройств;

Уметь:

- описывать и моделировать специализированные цифровые устройства средней сложности;
- реализовывать стандартные функциональные узлы и блоки электронных систем;

Владеть:

- навыками описания отдельных блоков и функциональных узлов цифровой схемотехники при проектировании на FPGA фирмы Altera;
- навыками разработки, моделирования и синтеза дискретных устройств.

ПК-2-Способность к применению систем моделирования и средств САПР.

Знать:

- принципы поведенческого и структурного моделирования цифровых устройств, проектируемых на основе FPGA;
- основные функции среды проектирования Quartus;
- порядок действий при разработке цифровых устройств и моделировании работы проекта в среде проектирования Quartus.

Уметь:

- разрабатывать модели отдельных функциональных блоков и узлов в среде проектирования Quartus с использованием графического редактора схем и компилятора кода на языке описания аппаратуры;
- выбирать и использовать шаблоны и пресеты стандартных функциональных блоков при разработке цифровых устройств;
- моделировать работу цифровых устройств в среде проектирования Quartus.

Владеть:

- навыками создания и управления проектом в среде проектирования Quartus;
- навыками разработки, моделирования и синтеза дискретных устройств в среде проектирования Quartus;
- навыками применения шаблонов и пресетов стандартных функциональных блоков при разработке цифровых устройств.

ПК-3-Способность к разработке встраиваемого программного обеспечения для цифровых систем.

Знать:

- типовые синтаксические конструкции языков описания аппаратуры VHDL/Verilog;
- принципы представления типовых цифровых устройств на языках описания аппаратуры VHDL/Verilog;

Уметь:

- описывать специализированные цифровые устройства средней сложности с использованием языков описания аппаратуры;
- писать синтезируемый код на языках описания аппаратуры VHDL/Verilog;
- писать тестовые модули (testbench) и определять конструкции языка, предназначенные только для моделирования;
- реализовывать стандартные конструкции на языках описания аппаратуры VHDL/Verilog;
- осуществлять верхнеуровневую интеграцию цифровых систем и программных компонентов;
- реализовывать стандартные функциональные узлы и блоки электронных систем на языках описания аппаратуры VHDL/Verilog;

Владеть:

- навыками оптимизации VHDL/Verilog кода для более полного и гибкого использования аппаратных ресурсов FPGA фирмы Altera;
- навыками разработки кода на языке описания аппаратуры в среде проектирования Quartus;
- навыками разработки, моделирования и синтеза дискретных устройств на базе их языкового описания;
- навыками создания тестовых модулей (testbench);
- навыками использования возможности текстового ввода/вывода на языках описания аппаратуры VHDL/Verilog;
- навыками написания параметризируемого кода для повторного использования проекта.

Уровень развития компетенций по окончании освоения ДПП ПП – базовый.

Лицам, успешно освоившим программу профессиональной переподготовки и прошедшим итоговую аттестацию, выдается диплом о профессиональной переподготовке с присвоением

квалификации «Специалист по разработке функционального описания и технического задания на систему на кристалле».

1.3 Требования к уровню подготовки поступающего на обучение, необходимому для освоения программы

К освоению ДПП ПП допускаются:

- лица, имеющие среднее профессиональное и (или) высшее образование;
- лица, получающие среднее профессиональное и (или) высшее образование;
- лица, освоившие ОПОП ВО бакалавриата – в объеме не менее первого курса (бакалавры 2-го курса);
- лица, освоившие ОПОП ВО специалитета – в объеме не менее первого и второго курсов (специалисты 3-го курса);
- магистранты не могут участвовать.

1.4 Объем ДПП и форма обучения

Объем ДПП, который включает все виды аудиторной и самостоятельной работы слушателя, практики и время, отводимое на контроль качества освоения слушателем программы, составляет 256 часов.

Форма обучения: очно-заочная с применением дистанционных образовательных технологий.

2 ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

2.1 Требования к организации образовательного процесса

Учебные занятия проводятся не более чем по 8 академических часов в день.

Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

Учебные занятия проводятся парами (два академических часа), продолжительность одной пары 90 минут.

Между парами предусмотрены перерывы не менее 10 минут.

2.2 Кадровое обеспечение

Образовательный процесс по ДПП ПП обеспечивается научно-педагогическими кадрами, имеющими высшее образование, направленность (профиль) которого, как правило, соответствует преподаваемому курсу, дисциплине (модулю), опыт работы в соответствующей профессиональной сфере и (или) систематически занимающимися научной деятельностью.

При отсутствии педагогического образования научно-педагогические кадры, обеспечивающие образовательный процесс по ДПП ПП, имеют дополнительное профессиональное образование в области профессионального образования и (или) обучения.

Также научно-педагогические кадры проходят в установленном законодательством Российской Федерации порядке обучение и проверку знаний и навыков в области охраны труда.

К образовательному процессу по ДПП ПП также привлечены преподаватели из числа действующих руководителей и ведущих работников профильных организаций, предприятий и учреждений.

2.3 Материально-технические условия

Материально-технические условия приведены в п.п. 3.3. «Рабочие программы учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей)».

2.4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

Учебно-методическое и информационное обеспечение приведено в п.п. 3.3. ««Рабочие программы учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей)»».

3 СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

3.1 Календарный учебный график

Календарный учебный график приведен в таблице 1.1

Срок обучения 32 дня при 8-часовой учебной нагрузке в день.

Объем ДПП ПП 256 часов.

Таблица 1– Календарный учебный график

№ п/п	Наименование дисциплин (модулей)	Всего, час.	Календарный период (день)									
			1	2	3	4	5	6	7	8		
1.	Модуль 1. Введение в программируемые логические интегральные схемы	16	Л/ЛР/СРС	Л/ЛР/СРС/ПА*								
2.	Модуль 2. Схемотехнические основы проектирования на FPGA	104			Л/ЛР	Л/ЛР	Л	ЛР	Л/СРС	Л/ЛР		
			9	10	11	12	13	14	15	16		
			Л/СРС	ЛР	Л/СРС	Л/СРС	Л	ЛР	СРС/ПА*			
3.	Модуль 3. Проектирование на FPGA на языке описания аппаратуры	112									Л/СРС	
			17	18	19	20	21	22	23	24		
			Л/ЛР/СРС	Л/ЛР/СРС	Л/ЛР/СРС	Л/ЛР/СРС	Л/СРС	ЛР/СРС	Л/ЛР	Л/СРС		
			25	26	27	28	29	30	31	32		
			ЛР/СРС	Л/ЛР	Л/СРС	ЛР/СРС	СРС/ПА					
4.	Модуль 4. Практика проектирования на FPGA	16						ЛР	ЛР/СРС/ПА*			
5.	Итоговая аттестация	8									ИА*	
ИТОГО, час.		256										

Примечания:

* Обозначение видов учебной деятельности:

Л–лекции;

ЛР – лабораторная работа;

ЛР – практическая работа;

СРС – самостоятельная работа;

ПА – промежуточная аттестация;

ИА – итоговая аттестация.

3.2 Учебный план

Учебный план ДПП ПП, реализуемой в полном объеме с использованием дистанционных образовательных технологий приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Учебный план ДПП ПП, реализуемой в полном объеме с использованием дистанционных образовательных технологий

№ п/п	Наименование модулей	ОТ*, час.	Дистанционные занятия, час.			СРС**, час.	Промежуточная аттестация	Форма промежуточной аттестации (при наличии)	Компетенции	
			Всего	из них***						
				Лекции	Лаб. раб.					Практ. занят., семинары
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Модуль 1. Введение в программируемые логические интегральные схемы	16	8	4	4		4	4	зачет	ПК-1 ПК-2
2.	Модуль 2. Схемотехнические основы проектирования на FPGA	104	80	40	40		20	4	зачет	ПК-1 ПК-2
3.	Модуль 3. Проектирование на FPGA на языке описания аппаратуры	112	64	32	32		44	4	зачет	ПК-1 ПК-2 ПК-3
4.	Модуль 4. Практика проектирования на FPGA	16	16			10	4	2	зачет	ПК-1 ПК-2 ПК-3
Итоговая аттестация		8						8	зачет	ПК-1 ПК-2 ПК-3
ИТОГО:		256	162	76	76	10	72	22		

Примечание:

* ОТ – общая трудоемкость.

3.3 Рабочие программы учебных модулей

Формы рабочей программы учебного предмета, курса, дисциплины (модуля), практики/ стажировки по ДПП ПК приведены ниже.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОГО МОДУЛЯ

«Введение в программируемые логические интегральные схемы»

По ДПП ПП «Проектирование на FPGA»

Форма обучения: очно-заочная с применением дистанционных образовательных технологий

1. Цель

Целью реализации учебного модуля является изучение принципов работы программируемых логических интегральных схем и практическое освоение навыков работы в среде проектирования Quartus.

2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ДПП

В результате освоения учебного модуля слушатель должен обладать следующими компетенциями:

ПК-1- Разрабатывает аппаратные решения в области микропроцессорной и цифровой техники. (Способность к разработке аппаратных решений в области цифровой схемотехники и электроники).

Знать:

- основы методики проектирования как отдельных блоков и функциональных узлов цифровой схемотехники, так и цифровых систем в целом;
- принципы представления типовых дискретных устройств;

Уметь:

- описывать и моделировать специализированные цифровые устройства средней сложности;
- реализовывать стандартные функциональные узлы и блоки электронных систем;

Владеть:

- навыками описания отдельных блоков и функциональных узлов цифровой схемотехники при проектировании на FPGA фирмы Altera;
- навыками разработки, моделирования и синтеза дискретных устройств.

ПК-2-Способность к применению систем моделирования и средств САПР.

Знать:

- принципы поведенческого и структурного моделирования цифровых устройств, проектируемых на основе FPGA;
- основные функции среды проектирования Quartus;
- порядок действий при разработке цифровых устройств и моделировании работы проекта в среде проектирования Quartus.

Уметь:

- разрабатывать модели отдельных функциональных блоков и узлов в среде проектирования Quartus с использованием графического редактора схем и компилятора кода на языке описания аппаратуры;
- выбирать и использовать шаблоны и пресеты стандартных функциональных блоков при разработке цифровых устройств;
- моделировать работу цифровых устройств в среде проектирования Quartus.

Владеть:

- навыками создания и управления проектом в среде проектирования Quartus;

- навыками разработки, моделирования и синтеза дискретных устройств в среде проектирования Quartus;
- навыками применения шаблонов и пресетов стандартных функциональных блоков при разработке цифровых устройств.

3. Объем

Данные об общем объеме учебного модуля и трудоемкости отдельных видов учебной работы представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Объем и трудоемкость учебного модуля

Вид учебной работы	Всего
1	2
Общая трудоемкость дисциплины (модуля), (час)	16
<i>Дистанционные занятия, всего час., В том числе</i>	8
Лекции (Л), (час)	4
Лабораторные работы (ЛР), (час)	4
Самостоятельная работа, (час)	4
Промежуточная аттестация, (час)	4
Вид промежуточной аттестации (при наличии)	зачет

4. Содержание

4.1. Распределение трудоемкости по разделам, темам и видам занятий

Разделы, темы и их трудоемкость приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Разделы, темы учебного модуля и их трудоемкость

№ п/п	Разделы, темы	Виды учебных занятий*		
		Лекции	Лабораторная работа	Самостоятельная работа
	Модуль 1. Введение в программируемые логические интегральные схемы			
1.1	Системы-на-кристалле. Программируемая логическая интегральная схема (ПЛИС). Анализ современного рынка ПЛИС в России. Отечественные и зарубежные производители ПЛИС и системы их автоматизированного проектирования.	1	1	2
1.2	Типовые архитектуры. CPLD, FPGA. ASIC.	2	1	1
1.3	Среда проектирования Quartus. Начало работы над проектом	1	2	1
	ИТОГО	4	4	4

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Материально-технические условия

Состав материально-технической базы представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы*	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	
2	Компьютерный класс	
3	Занятия проводятся в системе дистанционного обучения ГУАП	

5.2. Учебно-методическое и информационное обеспечение

Перечень основной и дополнительной литературы приведен в таблице 4.

Таблица 4 – Перечень основной и дополнительной литературы

Шифр / URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
Основная литература		
https://e.lanbook.com/book/73058	Наваби, З. Проектирование встраиваемых систем на ПЛИС / З. Наваби; перевод с английского В. В. Соловьева. — Москва: ДМК Пресс, 2016. — 464 с.	
https://e.lanbook.com/book/206678	Ушенина, И. В. Проектирование цифровых устройств на ПЛИС: учебное пособие / И. В. Ушенина. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 408 с.	
https://znanium.com/catalog/document?id=342318	Харрис, Д.М. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера / Д.М. Харрис, С.Л. Харрис; пер. сангл. Imagination Technologies. - Москва: ДМК Пресс, 2018. - 792 с.	
Дополнительная литература		
004 М 33	Проектирование СБИС и Систем-на-кристалле: учебно-методическое пособие / Н. А. Матвеева, Е. А. Суворова, Ю. Е. Шейнин; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб.: Изд-во ГУАП, 2016. - 51 с. 31 621.3	21
004.4 С 89	Разработка динамически реконфигурируемых систем и сетей на кристалле: учеб. пособие / Е. А. Суворова, Н. А. Матвеева, Ю. Е. Шейнин. – СПб.: ГУАП, 2016 – 75 с.	16

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения учебного модуля приведен в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
http://altera.ru	Altera ПЛИС - микросхемы программируемой логики

https://marsohod.org	FPGA блог: опыт, отладка, программирование
https://lms.guap.ru/	Система дистанционного обучения ГУАП

Перечень используемого программного обеспечения и аппаратных ресурсов представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Перечень программного обеспечения и аппаратных ресурсов

№ п/п	Наименование
1.	ОС Microsoft Windows 7 и выше
2.	MS Office
3.	Система дистанционного обучения ГУАП
4.	Quartus Prime Web Edition 13.0 и выше
5.	Отладочная плата Altera DE2-115

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

6. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

6.1. Состав оценочных материалов приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Состав оценочных материалов для промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Примерный перечень оценочных материалов
Зачет	Перечень вопросов к зачету

6.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) у обучающихся компетенций применяется шкала университета. В таблице 9 представлена 4-балльная шкала для оценки сформированности компетенций.

Таблица 9 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции(4-балльная шкала)	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – слушатель глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – слушатель твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;

	<ul style="list-style-type: none"> – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – слушатель усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – слушатель не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы:

Вопросы (задачи) для экзамена (таблица 10)

Таблица 10 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
	Не предусмотрено

Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного зачета (таблица 11)

Таблица 11 – Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифференцированного зачета
1.	Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС): номенклатура функциональные возможности, методология разработки устройств на их основе.
2.	Первые архитектуры ПЛИС. Структура PLA, PAL, GAL
3.	Структура CPLD. Состав макроячейки.
4.	Структура FPGA. Состав адаптивного логического модуля ALM
5.	Начало работы в Quartus. Создание проекта.
6.	Начало работы в Quartus. Графический редактор схемы проекта.
7.	Начало работы в Quartus. Программный ввод проекта.
8.	Начало работы в Quartus. Моделирование работы проекта.
9.	Программирование ПЛИС в режиме JTAG
10.	Программирование ПЛИС в режиме ActiveSerial

Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании (таблица 12)

Таблица 12 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
	Не предусмотрено

Контрольные и практические задачи / задания по дисциплине (модулю) (таблица 13)

Таблица 13 – Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий

№ п/п	Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий
	Не предусмотрено

Программу составил(а):

Руководитель ДПП

Ассистент каф. прикладной
информатики

должность, уч. степень, звание

подпись, дата

Б.К. Акопян

инициалы, фамилия

Декан ФДПО

Д-р экон. наук, профессор каф.82

должность, уч. степень, звание

подпись, дата

А.М. Мельниченко

инициалы, фамилия

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОГО МОДУЛЯ

«Схемотехнические основы проектирования на FPGA»

По ДПП ПП «Проектирование на FPGA»

Форма обучения: очно-заочная с применением дистанционных образовательных технологий

1. Цель

Целью реализации учебного модуля является изучение и практическое освоение принципов работы и реализации базовых функциональных блоков цифровой схемотехники, применяемых при проектировании изделий электронной техники на основе FPGA.

2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ДПП

В результате освоения учебного модуля слушатель должен обладать следующими компетенциями:

ПК-1- Разрабатывает аппаратные решения в области микропроцессорной и цифровой техники. (Способность к разработке аппаратных решений в области цифровой схемотехники и электроники).

Знать:

- основы методики проектирования как отдельных блоков и функциональных узлов цифровой схемотехники, так и цифровых систем в целом;
- принципы представления типовых дискретных устройств;

Уметь:

- описывать и моделировать специализированные цифровые устройства средней сложности;
- реализовывать стандартные функциональные узлы и блоки электронных систем;

Владеть:

- навыками описания отдельных блоков и функциональных узлов цифровой схемотехники при проектировании на FPGA фирмы Altera;
- навыками разработки, моделирования и синтеза дискретных устройств.

ПК-2-Способность к применению систем моделирования и средств САПР.

Знать:

- принципы поведенческого и структурного моделирования цифровых устройств, проектируемых на основе FPGA;
- основные функции среды проектирования Quartus;
- порядок действий при разработке цифровых устройств и моделировании работы проекта в среде проектирования Quartus.

Уметь:

- разрабатывать модели отдельных функциональных блоков и узлов в среде проектирования Quartus с использованием графического редактора схем и компилятора кода на языке описания аппаратуры;
- выбирать и использовать шаблоны и пресеты стандартных функциональных блоков при разработке цифровых устройств;
- моделировать работу цифровых устройств в среде проектирования Quartus.

Владеть:

- навыками создания и управления проектом в среде проектирования Quartus;

- навыками разработки, моделирования и синтеза дискретных устройств в среде проектирования Quartus;
- навыками применения шаблонов и пресетов стандартных функциональных блоков при разработке цифровых устройств.

3. Объем

Данные об общем объеме учебного модуля и трудоемкости отдельных видов учебной работы представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Объем и трудоемкость учебного модуля

Вид учебной работы	Всего
1	2
Общая трудоемкость дисциплины (модуля), (час)	104
<i>Дистанционные занятия, всего час., В том числе</i>	80
Лекции (Л), (час)	40
Лабораторные работы (ЛР), (час)	40
Самостоятельная работа, (час)	20
Промежуточная аттестация, (час)	4
Вид промежуточной аттестации (при наличии)	зачет

4. Содержание

4.1. Распределение трудоемкости по разделам, темам и видам занятий

Разделы, темы и их трудоемкость приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Разделы, темы учебного модуля и их трудоемкость

№ п/п	Разделы, темы	Виды учебных занятий*		
		Лекции	Лабораторная работа	Самостоятельная работа
	Модуль 2. Схемотехнические основы проектирования на FPGA			
2.1	Комбинационная логика. Состояния. Недопустимое и третье состояние.	4	4	
2.2	Последовательная (синхронная) логика. Параллелизм как принцип проектирования систем на FPGA.	4	4	
2.3	Проектирование цифровых функциональных узлов	8	8	4
2.4	Конечные автоматы.	8	4	4
2.5	Преобразователи кода.	4	8	4
2.6	Встроенная и внешняя память.	4	4	4
2.7	Подключение периферийных устройств.	8	8	4
	ИТОГО	40	40	20

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Материально-технические условия

Состав материально-технической базы представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы*	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	
2	Компьютерный класс	
3	Занятия проводятся в системе дистанционного обучения ГУАП	

5.2. Учебно-методическое и информационное обеспечение

Перечень основной и дополнительной литературы приведен в таблице 4.

Таблица 4 – Перечень основной и дополнительной литературы

Шифр / URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
Основная литература		
https://e.lanbook.com/book/73058	Наваби, З. Проектирование встраиваемых систем на ПЛИС / З. Наваби; перевод с английского В. В. Соловьева. — Москва: ДМК Пресс, 2016. — 464 с.	
https://e.lanbook.com/book/206678	Ушенина, И. В. Проектирование цифровых устройств на ПЛИС: учебное пособие / И. В. Ушенина. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 408 с.	
https://znanium.com/catalog/document?id=342318	Харрис, Д.М. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера / Д.М. Харрис, С.Л. Харрис; пер. сангл. Imagination Technologies. - Москва: ДМК Пресс, 2018. - 792 с.	
http://e.lanbook.com/book/60977	Бабич, Н.П. Основы цифровой схемотехники: Учебное пособие / Н.П. Бабич, И.А. Жуков. — М.: ДМК Пресс, 2010. — 480 с.	
Дополнительная литература		
004 М 33	Проектирование СБИС и Систем-на-кристалле: учебно-методическое пособие / Н. А. Матвеева, Е. А. Суворова, Ю. Е. Шейнин; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб.: Изд-во ГУАП, 2016. - 51 с. 31 621.3	21
004.4 С 89	Разработка динамически реконфигурируемых систем и сетей на кристалле: учеб. пособие / Е. А. Суворова, Н. А. Матвеева, Ю. Е. Шейнин. – СПб.: ГУАП, 2016 – 75 с.	16
https://kpfu.ru/portal/docs/F2032376552/Verilog_Examples_D.pdf	Акчурин А.Д., Юсупов К.М. Программирование на языке Verilog. Учебное пособие. – Казань, 2016. – 90 с.	

https://lib.guap.ru/jirbis2/components/com_irbis/pdf_view/?468140	Проектирование цифровых устройств на ПЛИС в САПР QuartusII : [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторных работ / Ю. Е. Агафонова [и др.]; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2017. - 122 с.	
М 80	Проектирование цифровых устройств на базе микросхем программируемой логики: учебное пособие / А. В. Морозов, В. А. Ненашев; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб.: ГУАП, 2021. - 78 с.	5

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения учебного модуля приведен в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
http://altera.ru	Altera ПЛИС - микросхемы программируемой логики
https://marsohod.org	FPGA блог: опыт, отладка, программирование
http://iosifk.narod.ru/hdl_coding/verilog.htm	Краткий курс HDL – Verilog на русском и статьи
https://lms.guap.ru/	Система дистанционного обучения ГУАП

Перечень используемого программного обеспечения и аппаратных ресурсов представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Перечень программного обеспечения и аппаратных ресурсов

№ п/п	Наименование
1.	ОС Microsoft Windows10Pro
2.	MS Office
3.	Система дистанционного обучения ГУАП
4.	Quartus Prime Web Edition 13.0 и выше
5.	Отладочная плата Altera DE2-115

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

6. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

6.1. Состав оценочных материалов приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Состав оценочных материалов для промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Примерный перечень оценочных материалов
Зачет	Перечень вопросов к зачету

6.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) у обучающихся компетенций применяется шкала университета. В таблице 9 представлена 4-балльная шкала для оценки сформированности компетенций.

Таблица 9 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции (4-балльная шкала)	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – слушатель глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – слушатель твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – слушатель усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – слушатель не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

4.3 Типовые контрольные задания или иные материалы:

Вопросы (задачи) для экзамена (таблица 10)

Таблица 10 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
	Не предусмотрено

Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного зачета (таблица 11)

Таблица 11 – Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифференцированного зачета
1.	Комбинационная логика. Недопустимое и третье состояние.
2.	Последовательная (синхронная) логика. Принцип параллелизма.
3.	Разработка функциональных узлов на основе ПЛИС: простейшие логические схемы
4.	Разработка функциональных узлов на основе ПЛИС: статический регистр
5.	Разработка функциональных узлов на основе ПЛИС: сдвигающий регистр
6.	Разработка функциональных узлов на основе ПЛИС: суммирующий и вычитающий счетчик со сквозным переносом
7.	Разработка функциональных узлов на основе ПЛИС: суммирующий и вычитающий счетчик с параллельным переносом
8.	Разработка функциональных узлов на основе ПЛИС: суммирующий и вычитающий счетчик с последовательным переносом
9.	Разработка функциональных узлов на основе ПЛИС: счетчик с заданным основанием счета на основе Т-триггеров
10.	Разработка функциональных узлов на основе ПЛИС: счетчик с заданным основанием счета на основе JK-триггеров
11.	Разработка функциональных узлов на основе ПЛИС: генераторы импульсных последовательностей с заданными характеристиками.
12.	Разработка конечных автоматов на основе ПЛИС: автомат Мура.
13.	Разработка конечных автоматов на основе ПЛИС: автомат Мили.
14.	Разработка преобразователей кодов на основе ПЛИС: преобразователь кода для семисегментного цифрового индикатора
15.	Разработка преобразователей кодов на основе ПЛИС: преобразователь кода Грея
16.	Разработка преобразователей кодов на основе ПЛИС: преобразователь двоично-десятичного кода

Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании (таблица 12)

Таблица 12 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
	Не предусмотрено

Контрольные и практические задачи / задания по дисциплине (модулю) (таблица 13)

Таблица 13 – Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий

№ п/п	Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий
	Не предусмотрено

Программу составил(а):

Руководитель ДПП

Ассистент каф. прикладной информатики

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

Б.К. Акопян

инициалы, фамилия

Декан ФДПО

Д-р экон. наук, профессор каф. 82

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

А.М. Мельниченко

инициалы, фамилия

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОГО МОДУЛЯ

«Проектирование на FPGA на языке описания аппаратуры»

По ДПП ПП «Проектирование на FPGA»

Форма обучения: очно-заочная с применением дистанционных образовательных технологий

1. Цель

Целью реализации учебного модуля является изучение и практическое освоение технологии разработки программного обеспечения на языках описания аппаратуры VHDL и Verilog для проектирования изделий электронной техники на FPGA, а также практическое освоение моделирования работы электронного изделия в среде проектирования Quartus.

2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ДПП

В результате освоения учебного модуля слушатель должен обладать следующими компетенциями:

ПК-1- Разрабатывает аппаратные решения в области микропроцессорной и цифровой техники. (Способность к разработке аппаратных решений в области цифровой схемотехники и электроники).

Знать:

- основы методики проектирования как отдельных блоков и функциональных узлов цифровой схемотехники, так и цифровых систем в целом;
- принципы представления типовых дискретных устройств;

Уметь:

- описывать и моделировать специализированные цифровые устройства средней сложности;
- реализовывать стандартные функциональные узлы и блоки электронных систем;

Владеть:

- навыками описания отдельных блоков и функциональных узлов цифровой схемотехники при проектировании на FPGA фирмы Altera;
- навыками разработки, моделирования и синтеза дискретных устройств.

ПК-2-Способность к применению систем моделирования и средств САПР.

Знать:

- принципы поведенческого и структурного моделирования цифровых устройств, проектируемых на основе FPGA;
- основные функции среды проектирования Quartus;
- порядок действий при разработке цифровых устройств и моделировании работы проекта в среде проектирования Quartus.

Уметь:

- разрабатывать модели отдельных функциональных блоков и узлов в среде проектирования Quartus с использованием графического редактора схем и компилятора кода на языке описания аппаратуры;
- выбирать и использовать шаблоны и пресеты стандартных функциональных блоков при разработке цифровых устройств;
- моделировать работу цифровых устройств в среде проектирования Quartus.

Владеть:

- навыками создания и управления проектом в среде проектирования Quartus;

- навыками разработки, моделирования и синтеза дискретных устройств в среде проектирования Quartus;
- навыками применения шаблонов и пресетов стандартных функциональных блоков при разработке цифровых устройств.

ПК-3-Способность к разработке встраиваемого программного обеспечения для цифровых систем.

Знать:

- типовые синтаксические конструкции языков описания аппаратуры VHDL/Verilog;
- принципы представления типовых цифровых устройств на языках описания аппаратуры VHDL/Verilog;

Уметь:

- описывать специализированные цифровые устройства средней сложности с использованием языков описания аппаратуры;
- писать синтезируемый код на языках описания аппаратуры VHDL/Verilog;
- писать тестовые модули (testbench) и определять конструкции языка, предназначенные только для моделирования;
- реализовывать стандартные конструкции на языках описания аппаратуры VHDL/Verilog;
- осуществлять верхнеуровневую интеграцию цифровых систем и программных компонентов;
- реализовывать стандартные функциональные узлы и блоки электронных систем на языках описания аппаратуры VHDL/Verilog;

Владеть:

- навыками оптимизации VHDL/Verilog кода для более полного и гибкого использования аппаратных ресурсов FPGA фирмы Altera;
- навыками разработки кода на языке описания аппаратуры в среде проектирования Quartus;
- навыками разработки, моделирования и синтеза дискретных устройств на базе их языкового описания;
- навыками создания тестовых модулей (testbench);
- навыками использования возможности текстового ввода/вывода на языках описания аппаратуры VHDL/Verilog;
- навыками написания параметризируемого кода для повторного использования проекта.

3. Объем

Данные об общем объеме учебного модуля и трудоемкости отдельных видов учебной работы представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Объем и трудоемкость учебного модуля

Вид учебной работы	Всего
1	2
Общая трудоемкость дисциплины (модуля), (час)	112
<i>Дистанционные занятия</i> , всего час., В том числе	64
Лекции (Л), (час)	32
Лабораторные работы (ЛР), (час)	32
Самостоятельная работа, (час)	44
Промежуточная аттестация, (час)	4
Вид промежуточной аттестации (при наличии)	зачет

4. Содержание

4.1. Распределение трудоемкости по разделам, темам и видам занятий

Разделы, темы и их трудоемкость приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Разделы, темы учебного модуля и их трудоемкость

№ п/п	Разделы, темы	Виды учебных занятий*		
		Лекции	Лабораторная работа	Самостоятельная работа
	Модуль 3. Проектирование на FPGA на языке описания аппаратуры			
3.1	Поведенческое и структурное моделирование	2		4
3.2	Язык VHDL. Базовые концепции языка. Типы данных, параллельные операции. Процессы и переменные	3	3	4
3.3	Язык Verilog. Базовые концепции языка. Основные отличия от VHDL. SystemVerilog.	3	3	4
3.4	Введение в testbench. Основы работы с симулятором. Правила проверки корректности проекта при отладке прототипа. Подготовка технической документации проекта.	2	2	4
3.5	Элементы комбинационной и последовательной логики на языках описания аппаратуры.	2	4	4
3.6	Проектирование цифровых функциональных узлов с применением языков описания аппаратуры	4	4	4
3.7	Проектирование конечных автоматов с применением языков описания аппаратуры	4	4	4
3.8	Проектирование преобразователей кода с применением языков описания аппаратуры.	4	4	4
3.9	Описание интерфейсного взаимодействия	4	4	4
3.10	Библиотеки готовых компонентов. IP-ядра	4	4	8
	ИТОГО	32	32	44

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Материально-технические условия

Состав материально-технической базы представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы*	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	
2	Компьютерный класс	
3	Занятия проводятся в системе дистанционного обучения ГУАП	

5.2. Учебно-методическое и информационное обеспечение

Перечень основной и дополнительной литературы приведен в таблице 4.

Таблица 4 – Перечень основной и дополнительной литературы

Шифр / URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
Основная литература		
https://e.lanbook.com/book/73058	Наваби, З. Проектирование встраиваемых систем на ПЛИС / З. Наваби; перевод с английского В. В. Соловьева. — Москва: ДМК Пресс, 2016. — 464 с.	
https://e.lanbook.com/book/206678	Ушенина, И. В. Проектирование цифровых устройств на ПЛИС: учебное пособие / И. В. Ушенина. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 408 с.	
https://znanium.com/catalog/document?id=342318	Харрис, Д.М. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера / Д.М. Харрис, С.Л. Харрис; пер. сангл. ImaginationTechnologies. - Москва: ДМКПресс, 2018. - 792 с.	
http://e.lanbook.com/book/60977	Бабич, Н.П. Основы цифровой схемотехники: Учебное пособие / Н.П. Бабич, И.А. Жуков. — М.: ДМК Пресс, 2010. — 480 с.	
Дополнительная литература		
004 М 33	Проектирование СБИС и Систем-на-кристалле: учебно-методическое пособие / Н. А. Матвеева, Е. А. Суворова, Ю. Е. Шейнин; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб.: Изд-во ГУАП, 2016. - 51 с. 31 621.3	21
004.4 С 89	Разработка динамически реконфигурируемых систем и сетей на кристалле: учеб. пособие / Е. А. Суворова, Н. А. Матвеева, Ю. Е. Шейнин. – СПб.: ГУАП, 2016 – 75 с.	16
https://kpfu.ru/portal/docs/F2032376552/Verilog_Examples_D.pdf	Акчурин А.Д., Юсупов К.М. Программирование на языке Verilog. Учебное пособие. – Казань, 2016. – 90 с.	
https://lib.guap.ru/jirbis2/components/com_irbis/pdf_view/?468140	Проектирование цифровых устройств на ПЛИС в САПР QuartusII : [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторных работ / Ю. Е. Агафонова [и др.]; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - СПб.: Изд-во ГУАП, 2017. - 122 с.	
М 80	Проектирование цифровых устройств на базе микросхем программируемой логики: учебное пособие / А. В. Морозов, В. А. Ненашев; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб.: ГУАП, 2021. - 78 с.	5
https://e.lanbook.com/book/13746	Бибило, П. Н. VHDL. Эффективное использование при проектировании цифровых	

	систем / П. Н.Бибило, Н. А. Авдеев. — Москва: СОЛОН-Пресс, 2006. — 344 с.	
--	---	--

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения учебного курса приведен в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
http://altera.ru	Altera ПЛИС - микросхемы программируемой логики
https://marsohod.org	FPGA блог: опыт, отладка, программирование
https://lms.guap.ru/	Система дистанционного обучения ГУАП
https://fpga-e.ru	Все о ПЛИС – Портал о ПЛИС, ПАИС и их применении
http://we.easyelectronics.ru/plis/vhdl-s-nulya.html	VHDL с нуля/ПЛИС
http://iosifk.narod.ru/hdl_coding/verilog.htm	Краткий курс HDL – Verilog на русском и статьи

Перечень используемого программного обеспечения и аппаратных ресурсов представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Перечень программного обеспечения и аппаратных ресурсов

№ п/п	Наименование
1.	ОС Microsoft Windows 7 и выше
2.	MS Office
3.	Система дистанционного обучения ГУАП
4.	Quartus Prime Web Edition 13.0 и выше
5.	Отладочная плата Altera DE2-115

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

6. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

6.1. Состав оценочных материалов приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Состав оценочных материалов для промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Примерный перечень оценочных материалов
Зачет	Перечень вопросов к зачету

6.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) у обучающихся компетенций применяется шкала университета. В таблице 9 представлена 4-балльная шкала для оценки сформированности компетенций.

Таблица 9 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции (4-балльная шкала)	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	– слушатель глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;

	<ul style="list-style-type: none"> – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – слушатель твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – слушатель усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – слушатель не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

4.4 Типовые контрольные задания или иные материалы:

Вопросы (задачи) для экзамена (таблица 10)

Таблица 10 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
	Не предусмотрено

Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного зачета (таблица 11)

Таблица 11 – Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифференцированного зачета
1.	Поведенческое и структурное моделирование работы проекта на ПЛИС
2.	Основные термины языка VHDL
3.	Основные термины языка Verilog
4.	Разработка функциональных узлов цифровой схемотехники на ПЛИС с применением языков описания аппаратуры: простейшие логические схемы

5.	Разработка функциональных узлов цифровой схемотехники на ПЛИС с применением языков описания аппаратуры: статический регистр
6.	Разработка функциональных узлов цифровой схемотехники на ПЛИС с применением языков описания аппаратуры: сдвигающий регистр
7.	Разработка функциональных узлов цифровой схемотехники на ПЛИС с применением языков описания аппаратуры: суммирующий и вычитающий счетчик со сквозным переносом
8.	Разработка функциональных узлов цифровой схемотехники на ПЛИС с применением языков описания аппаратуры: суммирующий и вычитающий счетчик с параллельным переносом
9.	Разработка функциональных узлов цифровой схемотехники на ПЛИС с применением языков описания аппаратуры: суммирующий и вычитающий счетчик с последовательным переносом
10.	Разработка функциональных узлов цифровой схемотехники на ПЛИС с применением языков описания аппаратуры: счетчик с заданным основанием счета на основе Т-триггеров
11.	Разработка функциональных узлов цифровой схемотехники на ПЛИС с применением языков описания аппаратуры: счетчик с заданным основанием счета на основе JK-триггеров
12.	Разработка функциональных узлов цифровой схемотехники на ПЛИС с применением языков описания аппаратуры: генераторы импульсных последовательностей с заданными характеристиками.
13.	Разработка конечных автоматов на ПЛИС с применением языков описания аппаратуры: автомат Мура.
14.	Разработка конечных автоматов на ПЛИС с применением языков описания аппаратуры: автомат Мили.
15.	Разработка преобразователей кода на ПЛИС с применением языков описания аппаратуры: преобразователь кода для семисегментного цифрового индикатора
16.	Разработка преобразователей кода на ПЛИС с применением языков описания аппаратуры: преобразователь кода Грея
17.	Разработка преобразователей кода на ПЛИС с применением языков описания аппаратуры: преобразователь двоично-десятичного кода
18.	Пример описания интерфейсного взаимодействия ПЛИС на языке описания аппаратуры
19.	Библиотеки готовых компонентов. Понятие IP-ядра и их применение при проектировании устройств и систем на ПЛИС.

Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании (таблица 12)

Таблица 12 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
	Не предусмотрено

Контрольные и практические задачи / задания по дисциплине (модулю) (таблица 13)

Таблица 13 – Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий

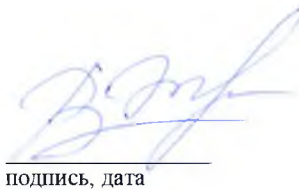
№ п/п	Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий
	Не предусмотрено

Программу составил(а):

Руководитель ДПП

Ассистент каф. прикладной информатики

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

Б.К. Акопян

инициалы, фамилия

Декан ФДПО

Д-р экон. наук, профессор каф. 82

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

А.М. Мельниченко

инициалы, фамилия

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОГО МОДУЛЯ

«Практика проектирования на FPGA»

По ДПП ПП «Проектирование на FPGA»

Форма обучения: очно-заочная с применением дистанционных образовательных технологий

1. Цель

Целью реализации учебного модуля является демонстрация знаний, умений и навыков разработки программного обеспечения для проектирования изделий электронной техники на FPGA на базе реальных производственных задач.

2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ДПП

В результате освоения учебного модуля слушатель должен обладать следующими компетенциями:

ПК-1- Разрабатывает аппаратные решения в области микропроцессорной и цифровой техники. (Способность к разработке аппаратных решений в области цифровой схемотехники и электроники).

Знать:

- основы методики проектирования как отдельных блоков и функциональных узлов цифровой схемотехники, так и цифровых систем в целом;
- принципы представления типовых дискретных устройств;

Уметь:

- описывать и моделировать специализированные цифровые устройства средней сложности;
- реализовывать стандартные функциональные узлы и блоки электронных систем;

Владеть:

- навыками описания отдельных блоков и функциональных узлов цифровой схемотехники при проектировании на FPGA фирмы Altera;
- навыками разработки, моделирования и синтеза дискретных устройств.

ПК-2-Способность к применению систем моделирования и средств САПР.

Знать:

- принципы поведенческого и структурного моделирования цифровых устройств, проектируемых на основе FPGA;
- основные функции среды проектирования Quartus;
- порядок действий при разработке цифровых устройств и моделировании работы проекта в среде проектирования Quartus.

Уметь:

- разрабатывать модели отдельных функциональных блоков и узлов в среде проектирования Quartus с использованием графического редактора схем и компилятора кода на языке описания аппаратуры;
- выбирать и использовать шаблоны и пресеты стандартных функциональных блоков при разработке цифровых устройств;
- моделировать работу цифровых устройств в среде проектирования Quartus.

Владеть:

- навыками создания и управления проектом в среде проектирования Quartus;

- навыками разработки, моделирования и синтеза дискретных устройств в среде проектирования Quartus;
- навыками применения шаблонов и пресетов стандартных функциональных блоков при разработке цифровых устройств.

ПК-3-Способность к разработке встраиваемого программного обеспечения для цифровых систем.

Знать:

- типовые синтаксические конструкции языков описания аппаратуры VHDL/Verilog;
- принципы представления типовых цифровых устройств на языках описания аппаратуры VHDL/Verilog;

Уметь:

- описывать специализированные цифровые устройства средней сложности с использованием языков описания аппаратуры;
- писать синтезируемый код на языках описания аппаратуры VHDL/Verilog;
- писать тестовые модули (testbench) и определять конструкции языка, предназначенные только для моделирования;
- реализовывать стандартные конструкции на языках описания аппаратуры VHDL/Verilog;
- осуществлять верхнеуровневую интеграцию цифровых систем и программных компонентов;
- реализовывать стандартные функциональные узлы и блоки электронных систем на языках описания аппаратуры VHDL/Verilog;

Владеть:

- навыками оптимизации VHDL/Verilog кода для более полного и гибкого использования аппаратных ресурсов FPGA фирмы Altera;
- навыками разработки кода на языке описания аппаратуры в среде проектирования Quartus;
- навыками разработки, моделирования и синтеза дискретных устройств на базе их языкового описания;
- навыками создания тестовых модулей (testbench);
- навыками использования возможности текстового ввода/вывода на языках описания аппаратуры VHDL/Verilog;
- навыками написания параметризируемого кода для повторного использования проекта.

3. Объем

Данные об общем объеме учебного модуля и трудоемкости отдельных видов учебной работы представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Объем и трудоемкость учебного модуля

Вид учебной работы	Всего
1	2
Общая трудоемкость дисциплины (модуля), (час)	16
<i>Дистанционные занятия, всего час., В том числе</i>	10
Практические работы (ПР), (час)	10
Самостоятельная работа, (час)	4
Промежуточная аттестация, (час)	2
Вид промежуточной аттестации (при наличии)	зачет

4. Содержание

4.1. Распределение трудоемкости по разделам, темам и видам занятий

Разделы, темы и их трудоемкость приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Разделы, темы учебного модуля и их трудоемкость

№ п/п	Разделы, темы	Виды учебных занятий*	
		Практическая работа	Самостоятельная работа
	Модуль 4. Практика проектирования на FPGA		
3.1	Реализация проекта по заданию от предприятия	10	4
	ИТОГО	10	4

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Материально-технические условия

Состав материально-технической базы представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы*	Номер аудитории (при необходимости)
2	Компьютерный класс	

5.2. Учебно-методическое и информационное обеспечение

Перечень основной и дополнительной литературы приведен в таблице 4.

Таблица 4 – Перечень основной и дополнительной литературы

Шифр / URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
Основная литература		
https://e.lanbook.com/book/73058	Наваби, З. Проектирование встраиваемых систем на ПЛИС / З. Наваби; перевод с английского В. В. Соловьева. — Москва: ДМК Пресс, 2016. — 464 с.	
https://e.lanbook.com/book/206678	Ушенина, И. В. Проектирование цифровых устройств на ПЛИС: учебное пособие / И. В. Ушенина. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 408 с.	
https://znanium.com/catalog/document?id=342318	Харрис, Д.М. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера / Д.М. Харрис, С.Л. Харрис; пер. сангл. ImaginationTechnologies. - Москва: ДМКПресс, 2018. - 792 с.	
http://e.lanbook.com/book/60977	Бабич, Н.П. Основы цифровой схемотехники: Учебное пособие / Н.П. Бабич, И.А. Жуков. — М.: ДМК Пресс, 2010. — 480 с.	
Дополнительная литература		
004 М 33	Проектирование СБИС и Систем-на-кристалле: учебно-методическое пособие / Н. А. Матвеева, Е. А. Суворова, Ю. Е. Шейнин; С.-Петерб. гос.	21

	ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб.: Изд-во ГУАП, 2016. - 51 с. 31 621.3	
004.4 С 89	Разработка динамически реконфигурируемых систем и сетей на кристалле: учеб. пособие / Е. А. Суворова, Н. А. Матвеева, Ю. Е. Шейнин. – СПб.: ГУАП, 2016 – 75 с.	16
https://kpfu.ru/portal/docs/F2032376552/Verilog_Examples_D.pdf	Акчурин А.Д., Юсупов К.М. Программирование на языке Verilog. Учебное пособие. – Казань, 2016. – 90 с.	
https://lib.guap.ru/jirbis2/components/com_irbis/pdf_view/?468140	Проектирование цифровых устройств на ПЛИС в САПР QuartusII : [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторных работ / Ю. Е. Агафонова [и др.]; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - СПб.: Изд-во ГУАП, 2017. - 122 с.	
М 80	Проектирование цифровых устройств на базе микросхем программируемой логики: учебное пособие / А. В. Морозов, В. А. Ненашев; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб.: ГУАП, 2021. - 78 с.	5
https://e.lanbook.com/book/13746	Бибило, П. Н. VHDL. Эффективное использование при проектировании цифровых систем / П. Н.Бибило, Н. А. Авдеев. — Москва: СОЛОН-Пресс, 2006. — 344 с.	

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения учебного курса приведен в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
http://altera.ru	Altera ПЛИС - микросхемы программируемой логики
https://marsohod.org	FPGA блог: опыт, отладка, программирование
https://lms.guap.ru/	Система дистанционного обучения ГУАП
https://fpga-e.ru	Все о ПЛИС – Портал о ПЛИС, ПАИС и их применении
http://we.easyelectronics.ru/plis/vhdl-s-nulya.html	VHDL с нуля/ПЛИС
http://iosifk.narod.ru/hdl_coding/verilog.htm	Краткий курс HDL – Verilog на русском и статьи

Перечень используемого программного обеспечения и аппаратных ресурсов представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Перечень программного обеспечения и аппаратных ресурсов

№ п/п	Наименование
1.	ОС Microsoft Windows 7 и выше
2.	MS Office
3.	Система дистанционного обучения ГУАП
4.	Quartus Prime Web Edition 13.0 и выше
5.	Отладочная плата Altera DE2-115

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

6. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

6.1. Состав оценочных материалов приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Состав оценочных материалов для промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Примерный перечень оценочных материалов
Зачет	Защита проекта

6.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) у обучающихся компетенций применяется шкала университета. В таблице 9 представлена 4-балльная шкала для оценки сформированности компетенций.

Таблица 9 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции (4-балльная шкала)	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – слушатель глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – слушатель твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – слушатель усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – слушатель не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

4.5 Типовые контрольные задания или иные материалы:

Вопросы (задачи) для экзамена (таблица 10)

Таблица 10 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена
	Не предусмотрено

Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного зачета (таблица 11)

Таблица 11 – Вопросы (задачи) для зачета / дифференцированного зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифференцированного зачета
1.	Подробно опишите каждый этап разработки проекта.
2.	Охарактеризуйте техническое задание проекта.
3.	Дайте обоснование выбранного технического решения.
4.	Продемонстрируйте и прокомментируйте результаты отладки работы проекта.

Вопросы для проведения промежуточной аттестации при тестировании (таблица 12)

Таблица 12 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов
	Не предусмотрено

Контрольные и практические задачи / задания по дисциплине (модулю) (таблица 13)

Таблица 13 – Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий

№ п/п	Примерный перечень контрольных и практических задач / заданий
	Не предусмотрено

Программу составил(а):

Руководитель ДПП

Ассистент каф. прикладной информатики

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

Б.К. Акопян

инициалы, фамилия

Декан ФДПО

Д-р экон. наук, профессор каф.82

должность, уч. степень, звание



подпись, дата

А.М. Мельниченко

инициалы, фамилия

4. ПРОГРАММА ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

4.1. Форма итоговой аттестации и оценочные материалы

Итоговая аттестация проводится в форме защиты проектной работы.

Перечень рекомендуемой литературы, необходимой при подготовке к итоговому зачету приводится в подразделе 4.3.

Темы заданий для практико-ориентированного проекта представлены в табл.8.

4.2. Требования к итоговой аттестационной работе и порядку ее выполнения

Итоговая аттестационная работа слушателя представляет собой самостоятельный практико-ориентированный проект, подтверждающий уровень знаний и умений, способность применять знания при решении практических профессиональных задач.

Темы проектов предоставляются ИТ-организациями, с которыми образовательная организация высшего образования - участник программы стратегического академического лидерства "Приоритет 2030" ФГАОУ ВО «Санкт-петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения» (далее ГУАП) осуществляет взаимодействие в рамках реализации ДПП ПП.

Защита ИАР производится очно (онлайн в формате видеоконференции). Защита сопровождается показом разработанного продукта и осуществляется в рамках семинара с представителями отрасли.

4.3. Перечень рекомендуемой литературы для итоговой аттестации

Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой при подготовке к ИА, приведен в таблице 1.

Таблица 1– Перечень основной и дополнительной литературы

Шифр / URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
Основная литература		
https://e.lanbook.com/book/73058	Наваби, З. Проектирование встраиваемых систем на ПЛИС / З. Наваби; перевод с английского В. В. Соловьева. — Москва: ДМК Пресс, 2016. — 464 с.	
https://e.lanbook.com/book/206678	Ушенина, И. В. Проектирование цифровых устройств на ПЛИС: учебное пособие / И. В. Ушенина. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 408 с.	
https://znanium.com/catalog/document?id=342318	Харрис, Д.М. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера / Д.М. Харрис, С.Л. Харрис; пер. сангл. ImaginationTechnologies. - Москва: ДМКПресс, 2018. - 792 с.	
Дополнительная литература		
004 М 33	Проектирование СБИС и Систем-на-кристалле: учебно-методическое пособие / Н. А. Матвеева, Е. А. Суворова, Ю. Е. Шейнин; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб.: Изд-во	21

	ГУАП, 2016. - 51 с. 31 621.3	
004.4 С 89	Разработка динамически реконфигурируемых систем и сетей на кристалле: учеб. пособие / Е. А. Суворова, Н. А. Матвеева, Ю. Е. Шейнин. – СПб.: ГУАП, 2016 – 75 с.	16
https://kpfu.ru/portal/docs/F2032376552/Verilog_Examples_D.pdf	Акчури А.Д., Юсупов К.М. Программирование на языке Verilog. Учебное пособие. – Казань, 2016. – 90 с.	
https://lib.guap.ru/jirbis2/components/com_irbis/pdf_view/?468140	Проектирование цифровых устройств на ПЛИС в САПР QuartusII: [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторных работ / Ю. Е. Агафонова [и др.]; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - Электрон. текстовые дан. - СПб.: Изд-во ГУАП, 2017. - 122 с.	
М 80	Проектирование цифровых устройств на базе микросхем программируемой логики: учебное пособие / А. В. Морозов, В. А. Ненашев; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : ГУАП, 2021. - 78 с.	5
https://e.lanbook.com/book/13746	Бибило, П. Н. VHDL. Эффективное использование при проектировании цифровых систем / П. Н.Бибило, Н. А. Авдеев. — Москва: СОЛОН-Пресс, 2006. — 344 с.	

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых при подготовке к ИА, представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых при подготовке к ИА

URL адрес	Наименование
http://altera.ru	Altera ПЛИС - микросхемы программируемой логики
https://marsohod.org	FPGA блог: опыт, отладка, программирование
https://lms.guap.ru/	Система дистанционного обучения ГУАП
https://fpga-e.ru	Все о ПЛИС – Портал о ПЛИС, ПАИС и их применении
http://we.easyelectronics.ru/plis/vhdl-s-nulya.html	VHDL с нуля/ПЛИС
http://iosifk.narod.ru/hdl_coding/verilog.htm	Краткий курс HDL – Verilog на русском и статьи

4.4. Материально-технические условия

Состав материально-технической базы, необходимой для проведения ИА, представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1.	Мультимедийная лекционная аудитория	

2.	Компьютерный класс	
3.	Занятия проводятся в системе дистанционного обучения ГУАП	

4.5. Оценочные материалы для проведения итоговой аттестации

5.5.1. Фонд оценочных материалов для проведения итогового зачета.

Состав фонда оценочных материалов для проведения итогового зачета приведен в таблице

4.

Таблица 4– Состав фонда оценочных материалов для проведения итогового зачета/ экзамена

Форма проведения итогового зачета/ экзамена	Перечень оценочных материалов
Защита проектной работы	Презентация практико-ориентированного самостоятельного проекта

Описание показателей и критериев для оценки компетенций, а также шкал оценивания для итогового зачета/экзамена.

Описание показателей для оценки компетенций для итогового зачета/экзамена:

- способность последовательно, четко и логично излагать материал;
- умение справляться с задачами;
- умение формулировать ответы на вопросы в рамках программы итогового зачета/экзамена с использованием материала научно–методической и научной литературы;
- уровень правильности обоснования принятых решений при выполнении практических задач.

Оценка уровня сформированности (освоения) компетенций осуществляется на основе таких составляющих как: знание, умение, владение навыками и/или опытом деятельности в соответствии с планируемыми результатами обучения по ДПП.

В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) у слушателей компетенций при проведении итогового зачета/экзамена в формах «устная», «письменная» и с применением средств электронного обучения, применяется 4–балльная шкала (таблица 5).

Таблица 5 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции (4-балльная шкала)	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» зачтено	<ul style="list-style-type: none"> – слушатель глубоко и всесторонне усвоил учебный материал ДПП; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения к практической деятельности; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» зачтено	<ul style="list-style-type: none"> – слушатель твердо усвоил учебный материал ДПП, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно»	– слушатель усвоил только основной учебный материал ДПП, по

зачтено	существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» не зачтено	– слушатель не усвоил значительной части учебного материала ДПП; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

Типовые контрольные задания или иные материалы представлены в таблицах 6 – 8.

Таблица 6 – Перечень вопросов для итогового зачета, проводимого в письменной форме

№ п/п	Список вопросов для итогового зачета/экзамена, проводимого в письменной/устной форме	Компетенции
	Не предусмотрено	

Таблица 7 – Перечень задач для итогового зачета, проводимого в письменной форме

№ п/п	Перечень задач для зачета, проводимого в письменной форме	Компетенции
	Не предусмотрено	

Таблица 8 – Примерный перечень заданий для разработки практико-ориентированного самостоятельного проекта для итогового зачета

№ п/п	Примерный перечень заданий для разработки практико-ориентированного самостоятельного проекта для итогового зачета	Компетенции
1.	Опишите четырёхразрядный счётчик на языке VHDL. Напишите TestBench для проекта. Осуществите моделирование работы устройства, используя возможности среды проектирования QuartusPrimeWeb-Edition.	ПК-1 ПК-2 ПК-3
2.	Опишите четырёхразрядный счётчик на языке Verilog. Напишите TestBench для проекта. Осуществите моделирование работы устройства, используя возможности среды проектирования QuartusPrimeWeb-Edition.	ПК-1 ПК-2 ПК-3
3.	Опишите автомат Мура с тремя состояниями на языке VHDL. Напишите TestBench для проекта. Осуществите моделирование работы устройства, используя возможности среды проектирования QuartusPrimeWeb-Edition.	ПК-1 ПК-2 ПК-3
4.	Опишите автомат Мура с тремя состояниями на языке Verilog. Напишите TestBench для проекта. Осуществите моделирование работы устройства, используя возможности среды проектирования QuartusPrimeWeb-Edition.	ПК-1 ПК-2 ПК-3
5.	Опишите двухвходовый мультиплексор на языке VHDL. Напишите TestBench для проекта. Осуществите моделирование работы устройства, используя возможности среды проектирования QuartusPrimeWeb-Edition.	ПК-1 ПК-2 ПК-3
6.	Опишите двухвходовый мультиплексор на языке Verilog. Напишите TestBench для проекта. Осуществите моделирование работы	ПК-1 ПК-2

	устройства, используя возможности среды проектирования QuartusPrimeWeb-Edition.	ПК-3
7.	Опишите четырехходовый мультиплексор на языке VHDL. Напишите TestBench для проекта. Осуществите моделирование работы устройства, используя возможности среды проектирования QuartusPrimeWeb-Edition.	ПК-1 ПК-2 ПК-3
8.	Опишите четырехходовый мультиплексор на языке Verilog. Напишите TestBench для проекта. Осуществите моделирование работы устройства, используя возможности среды проектирования QuartusPrimeWeb-Edition.	ПК-1 ПК-2 ПК-3
9.	Опишите полный сумматор на языке VHDL. Напишите TestBench для проекта. Осуществите моделирование работы устройства, используя возможности среды проектирования QuartusPrimeWeb-Edition.	ПК-1 ПК-2 ПК-3
10.	Опишите полный сумматор на языке Verilog. Напишите TestBench для проекта. Осуществите моделирование работы устройства, используя возможности среды проектирования QuartusPrimeWeb-Edition.	ПК-1 ПК-2 ПК-3

4.5.2 Фонд оценочных материалов для оценки защиты итоговой аттестационной работы

Описание показателей для оценки компетенций для ИАР и ее защиты:

- актуальность темы ИАР;
- теоретическая и практическая значимость результатов работы и/или исследования;
- полнота и всестороннее раскрытие темы ИАР;
- соответствие результатов работы и/или исследования поставленным целям и задачам в ИАР;
- соответствие оформления ИАР установленным требованиям.

Оценка уровня сформированности (освоения) компетенций осуществляется на основе таких составляющих как: знание, умение, владение навыками и/или опытом деятельности в соответствии с целью ДПП ПП.

В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) у слушателя компетенций применяется 4-балльная шкала, представленная в таблице 9.

Таблица 9 –Критерии оценки итоговой аттестационной работы

Оценка компетенции (4-балльная шкала)	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» зачтено	<ul style="list-style-type: none"> – слушатель глубоко и всесторонне усвоил учебный материал ОП, уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, слушатель свободно привязывает усвоенные научные положения к практической деятельности, обосновывая выдвинутые предложения; – слушатель умело обосновывает и аргументирует выбор темы ИАР и выдвигаемые им идеи; – слушатель аргументировано делает выводы; – прослеживается четкая корреляционная зависимость между поставленными целью и задачами и полученными результатами работы и/или исследования; – слушатель свободно владеет системой специализированных понятий; – содержание доклада, иллюстративно–графического материала (при наличии) обучающегося полностью соответствует содержанию ИАР;

	<ul style="list-style-type: none"> – слушатель соблюдает требования к оформлению ИАР и иллюстративно–графического материала (при наличии); – слушатель четко выделяет основные результаты своей профессиональной деятельности и обосновывает их теоретическую и практическую значимость; – слушатель строго придерживается регламента выступления; – слушатель ясно и аргументировано излагает материалы доклада; – присутствует четкость в ответах обучающегося на поставленные членами ИАК вопросы; – слушатель точно и грамотно использует профессиональную терминологию при защите ИАР.
<p style="text-align: center;">«хорошо» зачтено</p>	<ul style="list-style-type: none"> – слушатель всесторонне усвоил учебный материал ОП, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, слушатель привязывает усвоенные научные положения к практической деятельности, обосновывая выдвинутые предложения; – слушатель грамотно обосновывает выбор темы ИАР и выдвигаемые им идеи; – слушатель обоснованно делает выводы; – прослеживается зависимость между поставленными целью и задачами и полученными результатами работы и/или исследования; – слушатель владеет системой специализированных понятий; – содержание доклада и иллюстративно–графического материала (при наличии) обучающегося соответствует содержанию ИАР; – слушатель соблюдает требования к оформлению ИАР и иллюстративно–графического материала (при наличии); – слушатель выделяет основные результаты своей профессиональной деятельности и обосновывает их теоретическую и практическую значимость; – слушатель придерживается регламента выступления; – слушатель ясно излагает материалы доклада; – присутствует логика в ответах обучающегося на поставленные членами ИАК вопросы; – слушатель грамотно использует профессиональную терминологию при защите ИАР.
<p style="text-align: center;">«удовлетворительно» зачтено</p>	<ul style="list-style-type: none"> – слушатель слабо усвоил учебный материал ОП, при его изложении допускает неточности; – опираясь на знания только основной литературы, слушатель привязывает научные положения к практической деятельности направления, выдвигая предложения; – слушатель слабо и неуверенно обосновывает выбор темы ИАР и выдвигаемые им идеи; – слушатель не аргументировано делает выводы и заключение; – не прослеживается зависимость между поставленными целью и задачами и полученными результатами работы и/или исследования; – слушатель плохо владеет системой специализированных понятий; – содержание доклада и иллюстративно–графического материала (при наличии) обучающегося не полностью соответствует

	<p>содержанию ИАР;</p> <ul style="list-style-type: none"> – слушатель допускает ошибки при оформлении ИАР и иллюстративно–графического материала (при наличии); – слушатель слабо выделяет основные результаты своей профессиональной деятельности и не обосновывает их теоретическую и практическую значимость; – слушатель отступает от регламента выступления; – слушатель сбивчиво и не уверено излагает материалы доклада; – отсутствует логика в ответах обучающегося на поставленные членами ИАК вопросы; – слушатель не точно использует профессиональную терминологию при защите ИАР.
<p>«неудовлетворительно» не зачтено</p>	<ul style="list-style-type: none"> – слушатель не усвоил учебный материал ОП, при его изложении допускает неточности; – слушатель допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – слушатель не может обосновать выбор темы ИАР; – слушатель не может сформулировать выводы; – слабая зависимость между поставленными целью и задачами и полученными результатами работы и/или исследования; – слушатель не владеет системой специализированных понятий; – содержание доклада и иллюстративно–графического материала (при наличии) обучающегося не полностью соответствует содержанию ИАР; – слушатель не соблюдает требования к оформлению ИАР и иллюстративно–графического (при наличии) материала; – слушатель не выделяет основные результаты своей профессиональной деятельности и не может обосновать их теоретическую и практическую значимость; – слушатель не соблюдает регламент выступления; – отсутствует аргументированность при изложении материалов доклада; – отсутствует ясность в ответах слушателя на поставленные членами ИАК вопросы; – слушатель не грамотно использует профессиональную терминологию при защите ИАР; – содержание ИАР не соответствует установленному уровню оригинальности.