

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 23

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель образовательной программы

(должность, уч. степень, звание)

Е.П. Виноградова

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«24» июня 2024 г


РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Методы и средства создания цифровых систем на кристалле»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	11.04.04
Наименование направления подготовки/ специальности	Электроника и наноэлектроника
Наименование направленности	Системы сбора, обработки и отображения информации
Форма обучения	очная
Год приема	2024

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

<u>доц., к.т.н., доц.</u> (должность, уч. степень, звание)	 <u>24.06.2024</u> (подпись, дата)	<u>О.А.Кононов</u> (инициалы, фамилия)
---	---	---


Программа одобрена на заседании кафедры № 23

«24» июня 2024 г, протокол № 10/24

Заведующий кафедрой № 23

<u>д.т.н., проф.</u> (уч. степень, звание)	 <u>24.06.2024</u> (подпись, дата)	<u>А.Р. Бестугин</u> (инициалы, фамилия)
---	---	---

Заместитель директора института №2 по методической работе

<u>доц., к.т.н., доц.</u> (должность, уч. степень, звание)	 <u>24.06.2024</u> (подпись, дата)	<u>Н.В. Марковская</u> (инициалы, фамилия)
---	---	---

Аннотация

Дисциплина «Методы и средства создания цифровых систем на кристалле» входит в образовательную программу высшего образования – программу магистратуры по направлению подготовки/ специальности 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника» направленности «Системы сбора, обработки и отображения информации». Дисциплина реализуется кафедрой «№23».

Дисциплина не является обязательной при освоении обучающимся образовательной программы и направлена на углубленное формирование следующих компетенций:

ПК-1 «Способен осуществлять сопровождение работ по проекту, контроль требований технического задания на аналоговые сложно-функциональные блоки»

ПК-4 «Способен осуществлять характеризацию сложно-функциональных цифровых блоков и проектировать электрические схемы цифровых электронных устройств, реализующие требуемые логические функции»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с принципами построения и особенностях функционирования устройств класса “система-на-кристалле” (System-on-Chip, SoC), номенклатуре компонентов SoC и основных сферах их применения.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский».

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Предназначение дисциплины “Методы и средства создания цифровых систем на кристалле” заключается в приобретении студентами необходимого минимума знаний по теории проектирования устройств и систем на современной элементной базе – системах на кристалле.

1.2. Дисциплина является факультативной дисциплиной по направлению образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способен осуществлять сопровождение работ по проекту, контроль требований технического задания на аналоговые сложно-функциональные блоки	ПК-1.У.2 уметь выбирать и описывать модели электронной компонентной базы на различных этапах проектирования с учетом выбранного маршрута проектирования
Профессиональные компетенции	ПК-4 Способен осуществлять характеристику сложно-функциональных цифровых блоков и проектировать электрические схемы цифровых электронных устройств, реализующие требуемые логические функции	ПК-4.3.1 знать основные принципы построения электрических схем логических устройств, языки поведенческого описания цифровых компонентов и логических функций ПК-4.У.1 уметь проводить синтез цифровых устройств в различных базисах, проектировать электрические схемы логических элементов, реализующие требуемые логические функции ПК-4.В.1 владеть навыками использования функциональных возможностей и способов применения программных пакетов систем автоматизированного проектирования при разработке цифровых сложнофункциональных блоков

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

– «микропроцессорные информационно-измерительные и управляющие устройства».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при подготовке выпускной квалификационной работы магистра.

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№3
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	2/ 72	2/ 72
Из них часов практической подготовки	17	17
Аудиторные занятия, всего час.	34	34
в том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
Самостоятельная работа, всего (час)	2	2
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 3					
Раздел 1. Аналоговые сложно-функциональные блоки	2				
Раздел 2. Общие сведения о системах на кристалле. Тема 2.1. Обзор номенклатуры SoC ведущих фирм-производителей. Тема 2.2. Архитектуры систем на кристалле. Тема 2.3. Виртуальные компоненты (IP).	4				
Раздел 3. Языки описания аппаратуры. Тема 3.1. Обзор языков описания аппаратуры Тема 3.2. Особенности представления описания аппаратуры на языке VHDL. Тема 3.3. Верификация проектов на VHDL.	6		9		1

Раздел 4. Средства поддержки разработчика систем на кристалле. Тема 4.1. Эволюционные платы. Тема 4.2. Среда Electric VLSI Design System Тема 4.3. Среда QUARTUS II. Тема 4.4. Утилита Qsys. Тема 4.5. Моделирование процессорного ядра.	5		8		1
Итого в семестре:	17		17		2
Итого	17	0	17	0	2

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	Раздел 1. Аналоговые сложно-функциональные блоки. Общие сведения об аналоговых сложно-функциональных блоках.
2	Раздел 2. Общие сведения о системах на кристалле. Тема 2.1. Обзор номенклатуры SoC ведущих фирм-производителей. Системы на кристалле фирм “Altera”, "Anadigm", "Atmel", “Microchip”, "Texas Instruments", Xilinx. Сравнительный анализ. Функциональные возможности. Тема 2.2. Архитектуры систем на кристалле. Типовые архитектуры. ПАИС. ПЛИС. Микропроцессор. Встроенные (hard) и встраиваемые (soft) модули. Модули вычислительных ядер. Модули периферийных устройств. Модули портов сопряжения с внешними устройствами. Тема 2.3. Виртуальные компоненты (IP). Уровни представления виртуальных компонентов. Генераторы виртуальных компонентов
3	Раздел 3. Языки описания аппаратуры. Тема 3.1. Обзор языков описания аппаратуры: VHDL и расширение AMS, VerilogHDL и расширение AMS, SystemC, OpenCL. Сравнительный анализ. Функциональные возможности. Тема 3.2. Особенности представления описания аппаратуры на языке VHDL. Базовые конструкции моделей на языке VHDL. Структурное описание объекта моделирования. Поведенческое описание объекта моделирования Настраиваемые параметры модели: блоки, подпрограммы,

	<p>файлы. Использование конструкций VHDL для моделирования.</p> <p>Тема 3.3. Верификация проектов на VHDL. Оптимизация исходных кодов для FPGA. Создание тестовых файлов (testbench). Тестирование и верификация цифровых модулей. Совместная симуляция.</p>
4	<p>Раздел 4. Средства поддержки разработчика систем на кристалле.</p> <p>Тема 4.1. Эволюционные платы.</p> <p>Тема 4.2. Среда Electric VLSI Design System и ПАИС.</p> <p>Тема 4.3. Среда QUARTUS II. Встраиваемое процессорное ядро Nios II.</p> <p>Назначение и архитектура процессорного ядра Nios II.</p> <p>Тема 4.4. Утилита Qsys. Разработка прикладного программного обеспечения. Отладка программного обеспечения.</p> <p>Тема 4.5. Моделирование процессорного ядра.</p> <p>Архитектура внутренней шины Avalon. Подключение к процессору пользовательских устройств. Команды пользователя. Поддержка отладочных средств.</p>

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 3				
1	Проектирование ждущего генератора последовательности импульсов с использованием графического редактора схем Quartus II	4		3
2	Проектирование ждущего генератора	4		3

	последовательности импульсов с использованием на языке VHDL.			
3	Моделирование явления дребезга контактов на ПЛИС Cyclone 4 EP4CE115 с использованием языка VHDL	2		3
4	Разработка устройства генерации ШИМ сигналов на ПЛИС Cyclone 4 EP4CE115 с использованием языка VHDL.	2		4
5	Разработка процессорного ядра Nios II и программного обеспечения для него.	5		4
Всего		17		

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся
Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 3, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	2	2
Курсовое проектирование (КП, КР)		
Расчетно-графические задания (РГЗ)		
Выполнение реферата (Р)		
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)		
Домашнее задание (ДЗ)		
Контрольные работы заочников (КРЗ)		
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)		
Всего:	2	2

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий
Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.
Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
--------------------	--------------------------	---

621.3.049.77 Н-50	Немудров В., Мартин Г. Системы-на-кристалле. Проектирование и развитие (2004). М. Техносфера. 2004, 216 с.	5
004.4(075) Г-91	Проектирование систем на микросхемах с программируемой структурой: учебное пособие / Р. И. Грушвицкий, А. Х. Мурсаев, Е. П. Угрюмов. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб. : БХВ — Петербург, 2006. - 736 с.	27
004.4 С-60	Соловьев В.В. Проектирование цифровых систем на основе программируемых логических интегральных схем / В.В.Соловьев. - 2-е изд., стер. - М.: Горячая линия - Телеком, 2007. - 637 с	15
004.4 М17	Максфилд К. Проектирование на ПЛИС. Архитектура, средства и методы : Курс молодого бойца: пер. с англ. / К. Максфилд. - М. : ДОДЭКА-XXI, 2007. - 408 с	11
004 А 62	Схемотехника и средства проектирования цифровых устройств: учебное пособие / В. В. Амосов. - СПб. : БХВ - Петербург, 2014. - 560 с.	9

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
http://citforum.ru/programming/embedded/languages/	Рубанов В.В. Обзор методов описания встраиваемой аппаратуры и построения инструментария кросс-разработки
https://studfile.net/preview/6290352/	Ковригин Б.Н. Введение в инструментальные средства проектирования и отладки цифровых устройств на ПЛИС: Учебно-методическое пособие. М.: МИФИ, 2006. — 192 с
https://avidreaders.ru/read-book/vizualnoe-modelirovanie-elektronnyh-shem-v-pspice.html	Хайнеман Р. PSPICE. моделирование работы электронных схем. — М.: ДМК Пресс. 2005. -336 с.
https://lab127.karelia.ru/~psf/pc/multisim_rus.pdf	Multisim. Руководство пользователя

	National Instruments
http://fpga.su	Программируемые логические интегральные схемы XILINX®
http://altera-plis.ru/	ПЛИС Altera
http://electronix.ru/forum/index.php?act=attach&id=37699&type=post	ModelSim: моделирование HDL. Лабораторные работы. [Электронный ресурс] 45 с.
http://www.naliwator.narod.ru/modelsim.html	ModelSim по-русски.
http://www.naliwator.narod.ru/nios_II.html	Nios II по-русски

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

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

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Тесты.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся 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"> – обучающийся 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"> – обучающийся 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"> – обучающийся 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.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	История развития, архитектуры и основные характеристики ПЛИС и ПАИС.	ПК-1.У.2 ПК-4.3.1
2	Проектирование на основе графических средств описания аппаратных средств.	ПК-1.У.2 ПК-4.У.1
3	Проектирование на основе языков описания аппаратных средств.	ПК-1.У.2 ПК-4.У.1
4	Маршрут проектирования в САПР Quartus II.	ПК-1.У.2 ПК-4.У.1
5	Язык VHDL. Структура описания аппаратных средств.	ПК-4.3.1

6	Объекты и типы VHDL. Описания констант, переменных, сигналов.	ПК-4.3.1
7	Язык VHDL. Классы и типы данных.	ПК-4.3.1
8	Язык VHDL. Структурные модели. Модели комбинационных схем	ПК-4.У.1
9	Язык VHDL. Поведенческие модели. Оператор Process	ПК-4.У.1
10	Язык VHDL. Операторы управления: if и case.	ПК-4.У.1
11	Язык VHDL. Циклы.	ПК-4.У.1
12	Язык VHDL. Подпрограммы.	ПК-4.У.1
13	Конечные автоматы, их описание на языке VHDL.	ПК-4.У.1
14	Верификация проектов на VHDL.	ПК-4.В.1
15	Создание тестовых файлов (testbench).	ПК-4.В.1
16	Тестирование и верификация цифровых модулей. Совместная симуляция.	ПК-4.В.1
17	Архитектура процессорных ядер Nios II, основные конфигурации систем.	ПК-4.3.1
18	Организация памяти в системах с процессорными ядрами Nios II.	ПК-4.3.1
19	Архитектура внутренней шины Avalon. Подключение к процессору пользовательских устройств	ПК-4.3.1
20	Маршрут проектирования SOPC и возможности САПР Quartus.	ПК-4.3.1
21	Среда ModelSim Altera Edition. Основы процесса симуляции.	ПК-4.В.1
22	Среда ModelSim Altera Edition. Создание стимулов с помощью Редактора временных диаграмм.	ПК-4.В.1
23	Среда ModelSim Altera Edition. Просмотр и инициализация памяти.	ПК-4.В.1
24	Среда ModelSim Altera Edition. Команды интерактивной отладки.	ПК-4.В.1

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора

1	<p>Инструкция: прочитайте текст и установите соответствие. Языки описания аппаратуры и их назначение.</p> <table border="1" data-bbox="316 226 1198 987"> <thead> <tr> <th data-bbox="316 226 624 264">Элемент языка</th> <th data-bbox="624 226 1198 264">Используется</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="316 264 624 450">1. VHDL-AMS</td> <td data-bbox="624 264 1198 450">А. Язык описания топологии и моделирования как чисто аналоговых, так и смешанных (цифро-аналоговых) схем на основе встроенных моделей элементов.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="316 450 624 674">2. Spice</td> <td data-bbox="624 450 1198 674">В. Расширение VHDL для описания и моделирования как чисто аналоговых, так и смешанных (цифро-аналоговых) схем на высоких уровнях поведенческого и структурного описания систем и компонентов.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="316 674 624 801">3. Verilog-AMS</td> <td data-bbox="624 674 1198 801">С. Расширение библиотеки C++ для моделирования всевозможных аппаратных систем на различном уровне абстракции, включая и аналоговое.</td> </tr> <tr> <td data-bbox="316 801 624 987">4. SystemC</td> <td data-bbox="624 801 1198 987">D. Расширение Verilog для описания и моделирования как аналоговых, так и смешанных схем на высоких уровнях поведенческого и структурного описания систем и компонентов.</td> </tr> </tbody> </table> <p>К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце</p>	Элемент языка	Используется	1. VHDL-AMS	А. Язык описания топологии и моделирования как чисто аналоговых, так и смешанных (цифро-аналоговых) схем на основе встроенных моделей элементов.	2. Spice	В. Расширение VHDL для описания и моделирования как чисто аналоговых, так и смешанных (цифро-аналоговых) схем на высоких уровнях поведенческого и структурного описания систем и компонентов.	3. Verilog-AMS	С. Расширение библиотеки C++ для моделирования всевозможных аппаратных систем на различном уровне абстракции, включая и аналоговое.	4. SystemC	D. Расширение Verilog для описания и моделирования как аналоговых, так и смешанных схем на высоких уровнях поведенческого и структурного описания систем и компонентов.	ПК-1.У.2
Элемент языка	Используется											
1. VHDL-AMS	А. Язык описания топологии и моделирования как чисто аналоговых, так и смешанных (цифро-аналоговых) схем на основе встроенных моделей элементов.											
2. Spice	В. Расширение VHDL для описания и моделирования как чисто аналоговых, так и смешанных (цифро-аналоговых) схем на высоких уровнях поведенческого и структурного описания систем и компонентов.											
3. Verilog-AMS	С. Расширение библиотеки C++ для моделирования всевозможных аппаратных систем на различном уровне абстракции, включая и аналоговое.											
4. SystemC	D. Расширение Verilog для описания и моделирования как аналоговых, так и смешанных схем на высоких уровнях поведенческого и структурного описания систем и компонентов.											
2	<p>Инструкция: прочитайте текст и установите последовательность.</p> <p>Расставьте этапы разработки релаксационного генератора сигнала типа меандр на ОУ в правильной последовательности.</p> <p>А. Расчёт периода следования импульсов. В. Выбор коэффициента деления выходного напряжения для неинвертирующего входа ОУ. С. Расчёт делителя выходного напряжения для неинвертирующего входа ОУ. D. Тестирование схемы с помощью SPICE моделирования.</p> <p>Запишите соответствующую последовательность букв слева направо.</p>											
3	<p>Инструкция: прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа</p> <p>Выберите из нижеперечисленных компонент, который используется для фильтрации высокочастотных шумов в аналоговых схемах.</p> <p>А. Конденсатор. В. Резистор. С. Транзистор. D. Индуктивность.</p>											

4	<p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов.</p> <p>Укажите методы анализа, которые используются для проверки характеристик аналоговой схемы.</p> <p>А Временной анализ. В. Статический анализ. С. Спектральный анализ. D. АС-анализ.</p>									
5	<p>Инструкция: прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ</p> <p>Время выборки и удержания в АЦП — это</p> <p>Правильный ответ: время выборки и удержания в АЦП — это время, необходимое для захвата и удержания аналогового сигнала на входе перед его преобразованием в цифровой формат.</p>									
6	<p>Инструкция: прочитайте текст и установите соответствие.</p> <p>Пример на правила де Моргана для языка VHDL</p> <table border="1" data-bbox="316 891 1198 1043"> <tr> <td>1. not(a and b)</td> <td>A. not(a) and not(b)</td> </tr> <tr> <td>2. not(a or b)</td> <td>B. not(not(a) and not(b))</td> </tr> <tr> <td>3. a and b</td> <td>C. not(a) or not(b)</td> </tr> <tr> <td>4. a or b</td> <td>D. not(not(a) or not(b))</td> </tr> </table> <p>К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце</p>	1. not(a and b)	A. not(a) and not(b)	2. not(a or b)	B. not(not(a) and not(b))	3. a and b	C. not(a) or not(b)	4. a or b	D. not(not(a) or not(b))	
1. not(a and b)	A. not(a) and not(b)									
2. not(a or b)	B. not(not(a) and not(b))									
3. a and b	C. not(a) or not(b)									
4. a or b	D. not(not(a) or not(b))									
7	<p>Инструкция: прочитайте текст и установите последовательность.</p> <p>Расставьте этапы проектирования электрических схем логических устройств в нужной последовательности:</p> <p>А. Синтез логических схем. В. Разработка спецификаций и требований. С. Тестирование и верификация. D. Оптимизация схем.</p> <p>Запишите соответствующую последовательность букв слева направо</p>	ПК-4.3.1								
8	<p>Инструкция: прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа</p> <p>Для присвоения значений сигналам в процессе на VHDL используется оператор:</p> <p>a) <= b) := c) = d) :=></p>									
9	<p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие</p>									

	<p>выбор ответов</p> <p>Для описания логических схем или их моделирования в VHDL используется следующее множество значений сигналов:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 'U', -- Неинициализированный. 2. 'X', -- Сильный неизвестный сигнал. 3. '0', -- Сильный 0. 4. '1', -- Сильная 1. 5. 'Z', -- Высокий импеданс. 6. 'W', -- Слабый неизвестный сигнал. 7. 'L', -- Слабый 0. 8. 'H', -- Слабая 1. 9. '-' – Не имеет значения какой сигнал. 10. Все перечисленные. 											
10	<p>Инструкция: прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ</p> <p>Таблица истинности – это таблица, ...</p>											
11	<p>Инструкция: прочитайте текст и установите соответствие.</p> <p>Выберите элементы для реализации функций</p> <table border="1" data-bbox="316 954 1198 1149"> <thead> <tr> <th>Функция</th> <th>Элемент(ы)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Лог. ИЛИ для 0</td> <td>A. NAND</td> </tr> <tr> <td>2. Лог. И для 0</td> <td>B. NOR</td> </tr> <tr> <td>3. Инвертор для 0 или 1</td> <td>C. XOR +1</td> </tr> <tr> <td>4. $\neg((A \vee B) \& C)$</td> <td>D. AND+OR+NOT</td> </tr> </tbody> </table> <p>К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце</p>	Функция	Элемент(ы)	1. Лог. ИЛИ для 0	A. NAND	2. Лог. И для 0	B. NOR	3. Инвертор для 0 или 1	C. XOR +1	4. $\neg((A \vee B) \& C)$	D. AND+OR+NOT	
Функция	Элемент(ы)											
1. Лог. ИЛИ для 0	A. NAND											
2. Лог. И для 0	B. NOR											
3. Инвертор для 0 или 1	C. XOR +1											
4. $\neg((A \vee B) \& C)$	D. AND+OR+NOT											
22	<p>Инструкция: прочитайте текст и установите последовательность.</p> <p>Расставьте этапы разработки комбинационных схем в правильной последовательности.</p> <ol style="list-style-type: none"> A. Преобразование логических выражений в схемы из базовых элементов. B. Составление системы уравнений. C. Проверка правильности работы схемы. D. Оптимизация схемы путём уменьшения количества логических элементов и улучшения производительности. <p>Запишите соответствующую последовательность букв слева направо</p>	ПК-4.У.1										
13	<p>Инструкция: прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа.</p> <p>Этап физической реализации схем включает в себя:</p> <ol style="list-style-type: none"> A. Разработка логических выражений. B. Тестирование схемы в реальных условиях. C. Преобразование логических схем в физические структуры, такие как печатные платы или интегральные 											

	<p>схемы. D. Оптимизация логических элементов.</p>											
14	<p>Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов Логические элементы, составляющие основу FPGA, это... A. Демультимплексор. B. Арифметико-логическое устройство (АЛУ). C. Мультимплексор. D. Триггер.</p>											
15	<p>Инструкция: прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ Программируемая логическая интегральная схема (ПЛИС) — это...</p>											
16	<p>Инструкция: прочитайте текст и установите соответствие. Выберите назначение различных САПР при разработке цифровых сложнофункциональных блоков</p> <table border="1" data-bbox="316 1025 1198 1619"> <thead> <tr> <th>САПР</th> <th>Назначение</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Altium Designer</td> <td>A. Для разработки электрических схем и печатных плат низкобюджетных электронных модулей.</td> </tr> <tr> <td>2. KiCAD</td> <td>B. Для автоматизированного проектирования высокобюджетных электронных модулей на базе печатных плат.</td> </tr> <tr> <td>3. HSPICE</td> <td>C. Для проектирования логики работы микросхем схемотехнически и на языках программирования AHDL, VHDL, Verilog и других.</td> </tr> <tr> <td>4. QUARTUS II</td> <td>D. Для схемотехнического моделирования переходных процессов в ячейках КМОП ИС, изготовленных по технологии «кремний на изоляторе»</td> </tr> </tbody> </table> <p>К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию в правом столбце</p>	САПР	Назначение	1. Altium Designer	A. Для разработки электрических схем и печатных плат низкобюджетных электронных модулей.	2. KiCAD	B. Для автоматизированного проектирования высокобюджетных электронных модулей на базе печатных плат.	3. HSPICE	C. Для проектирования логики работы микросхем схемотехнически и на языках программирования AHDL, VHDL, Verilog и других.	4. QUARTUS II	D. Для схемотехнического моделирования переходных процессов в ячейках КМОП ИС, изготовленных по технологии «кремний на изоляторе»	ПК-4.В.1
САПР	Назначение											
1. Altium Designer	A. Для разработки электрических схем и печатных плат низкобюджетных электронных модулей.											
2. KiCAD	B. Для автоматизированного проектирования высокобюджетных электронных модулей на базе печатных плат.											
3. HSPICE	C. Для проектирования логики работы микросхем схемотехнически и на языках программирования AHDL, VHDL, Verilog и других.											
4. QUARTUS II	D. Для схемотехнического моделирования переходных процессов в ячейках КМОП ИС, изготовленных по технологии «кремний на изоляторе»											
17	<p>Инструкция: прочитайте текст и установите последовательность. Расставьте этапы разработки и верификации цифровых устройств в правильной последовательности: A. Тестирование B. Анализ требований C. Проектирование D. Реализация</p>											

	Запишите соответствующую последовательность букв слева направо	
18	Инструкция: прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа Укажите инструмент в Quartus Prime, который используется для моделирования поведения цифрового дизайна. A. ModelSim. B. TimeQuest. C. SignalTap. D. RTL Viewer.	
19	Инструкция: Прочитайте текст, выберите правильные варианты ответа и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов Назовите из представленных ниже ключевые слова в Quartus Prime, которые используются для обозначения временных ограничений. A. create_clock. B. set_input_delay. C. set_output_delay. D. Все вышеперечисленные.	
20	Инструкция: прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ Системная архитектура в сквозном проектировании цифровых систем задаёт...	

Ключи правильных ответов размещены в приложении к РПД.

Система оценивания тестовых заданий

№	Указания по оцениванию	Результат оценивания (баллы, полученные за выполнение \ характеристика правильности ответа)
1	Задание закрытого типа на установление соответствия считается верным, если установлены все соответствия (позиции из одного столбца верно сопоставлены с позициями другого столбца)	Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или его отсутствие – 0 баллов (либо указывается «верно» \ «неверно»)
2	Задание закрытого типа на установление последовательности считается верным, если правильно указана вся последовательность цифр	Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов (либо указывается «верно» \ «неверно»)
3	Задание комбинированного типа с выбором одного верного ответа из	Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, неверный ответ или

	четырёх предложенных и обоснованием выбора считается верным, если правильно указана цифра и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответа	его отсутствие – 0 баллов (либо указывается «верно» \ «неверно»)
4	Задание комбинированного типа с выбором нескольких вариантов ответа из предложенных и развернутым обоснованием выбора считается верным, если правильно указаны цифры и приведены конкретные аргументы, используемые при выборе ответов	Полное совпадение с верным ответом оценивается 1 баллом, если допущены ошибки или ответ отсутствует – 0 баллов (либо указывается «верно» \ «неверно»)
5	Задание открытого типа с развернутым ответом считается верным, если ответ совпадает с эталонным по содержанию и полноте	Правильный ответ за задание оценивается в 3 балла, если допущена одна ошибка \ неточность \ ответ правильный, но не полный - 1 балл, если допущено более 1 ошибки \ ответ неправильный \ ответ отсутствует – 0 баллов (либо указывается «верно» \ «неверно»)

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Целью дисциплины является – получение студентами необходимых знаний, умений и навыков в области проектирования систем на кристалле с использованием языка описания аппаратуры VHDL (Verilog HDL) и среды поддержки разработчика Quartus II.

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура представления лекционного материала:

- введение (сообщение темы, цели, плана лекции, используемых источников);
- основная часть (подача структурированной научной и учебной информации, расстановка акцентов, выводы по каждому пункту);
- заключение (обобщение основных идей, формулирование общих выводов по теме).

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах
Не предусмотрено.

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий
Не предусмотрено.

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

Задание и требования к проведению лабораторных работ

Задание и требования к проведению лабораторных работ формулируются для каждой работы преподавателем, а также приводятся в методических указаниях Проектирование СБИС и Систем-на-кристалле: учеб.-метод. пособие / Н. А. Матвеева, Е. А. Суворова, Ю. Е. Шейнин. – СПб.: ГУАП, 2016. – 51 с

Структура и форма отчета о лабораторной работе

1. Титульный лист
2. Цель и задачи работы.
3. Теоретические сведения о методах решения поставленных задач.
4. Схема лабораторной установки
5. Результаты измерений и расчетов.
6. Графические зависимости.
7. Выводы.

Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

Отчет по лабораторной работе оформляется в соответствии с требованиями по оформлению текстовых документов по ГОСТ 7.32-2017 URL: http://regstands.guap.ru/db/docs/gost_7.32-2017.pdf.

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы

Не предусмотрено.

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся является учебно-методический материал по дисциплине.

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программе высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности

применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с таблицей 14 и требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программе высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой