

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета радиотехники и электроники

Небольсин В.А.

«31» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

**«Специализированные БИС и устройства функциональной
электроники в приборостроении»**

Направление подготовки 12.03.01 Приборостроение

Профиль Приборостроение

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года и 11 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2021

Автор программы

 /Пирогов А.А./

Заведующий кафедрой
конструирования и
производства
радиоаппаратуры

 /Башкиров А.В./

Руководитель ОПОП

 /Турецкий А.В./

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

изучение базовых понятий в области цифровой схемотехники и обработки сигналов, подготовка квалифицированного проектировщика, обладающего достаточным объемом знаний в области цифровой схемотехники, умеющего разрабатывать цифровые устройства с использованием языков описания аппаратуры.

1.2. Задачи освоения дисциплины

1. обучение основным понятиям, моделям и параметрам логических элементов

2. получение представления об основах цифровой обработки сигнала и их области применения

3. получение знаний в области проектирования и работы основных типов функциональных узлов цифровой схемотехники получение навыков в области проектирования цифровых устройств с использованием современных программных комплексов

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Специализированные БИС и устройства функциональной электроники в приборостроении» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Специализированные БИС и устройства функциональной электроники в приборостроении» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-2 - Готовность проектировать и конструировать типовые детали и узлы с использованием стандартных средств компьютерного проектирования

ПК-5 - Способность выполнять математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-2	Знать состав и методику разработки моделей цифровых функциональных узлов с использованием схемного редактора
	Уметь разрабатывать цифровые функциональные узлы с использованием библиотек стандартных элементов, моделировать и получать их временные параметры
	Владеть навыками отладки и верификации моделей цифровых функциональных узлов, реализовывать прототипы устройств с использованием отладочных плат
ПК-5	Знать структуру функциональных узлов цифровой схемотехники

	Уметь строить модели разрабатываемого устройства на поведенческом и вентельном уровне
	Владеть современными средствами проектирования цифровых устройств с использованием языков описания аппаратуры высокого уровня

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Специализированные БИС и устройства функциональной электроники в приборостроении» составляет 4 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		7
Аудиторные занятия (всего)	72	72
В том числе:		
Лекции	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	36	36
Самостоятельная работа	72	72
Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		9
Аудиторные занятия (всего)	20	20
В том числе:		
Лекции	8	8
Лабораторные работы (ЛР)	12	12
Самостоятельная работа	120	120
Часы на контроль	4	4
Виды промежуточной аттестации - зачет с оценкой	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	144	144
зач.ед.	4	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Проектирование цифровых функциональных узлов комбинационного типа на вентильном уровне моделирования	1. Принципы построения и функционирования шифраторов и дешифраторов. 2. Принципы построения и функционирования мультиплексоров. Реализация демультиплексоров. 3. Общие сведения об арифметических цифровых узлах. Полусумматоры. Полные сумматоры. Цифровые компараторы. 4. Преобразователи кодов, классификация двоичных кодов и их синтез.	12	12	24	48
2	Проектирование цифровых функциональных узлов последовательностного типа на вентильном уровне моделирования	1. Триггер как элемент памяти: структурная схема триггера, роль составляющих частей триггера, назначение входов триггера. Асинхронный и синхронный триггеры. Асинхронный RS – триггер, одноступенчатый синхронный RS – триггер, D – триггер со статическим и динамическим входами, JK-триггер: схема, таблица истинности, переключающая функция, функционирование. Преобразование JK – триггера в RS – , D – , T – триггеры. 2. Регистры хранения, сдвигающие, реверсивные. Регистровые делители частоты и генераторы псевдослучайных последовательностей. 3. Принципы построения и функционирования суммирующих, вычитающих и реверсивных счетчиков. Способы обеспечения заданного модуля счета. 4. Цифровые автоматы	12	12	24	48
3	Реализация и верификация моделей цифровых функциональных узлов с использованием отладочных плат ПЛИС	1. Программируемые логические матрицы (ПЛМ), программируемая матричная логика (ПМЛ). Базовые матричные кристаллы (БМК). Программируемые структуры CPLD и FPGA. 2. Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС) типа FPGA. Общие сведения. Архитектура и основные модули программируемых логических интегральных схем типа FPGA. Логические блоки, система коммутации, блоки ввода/вывода. 3. Использование схем с программируемой структурой (ПЛИС). Маршрут проектирования цифровых устройств на ПЛИС. Программируемые логические интегральные схемы Xilinx семейства Spartan 3E. 4. Структура «Система на кристалле» и «Система в корпусе»	12	12	24	48
Итого			36	36	72	144

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Проектирование цифровых функциональных узлов комбинационного типа на вентильном уровне моделирования	1. Принципы построения и функционирования шифраторов и дешифраторов. 2. Принципы построения и функционирования мультиплексоров. Реализация демультиплексоров. 3. Общие сведения об арифметических цифровых узлах. Полусумматоры. Полные сумматоры. Цифровые компараторы. 4. Преобразователи кодов, классификация двоичных кодов и их синтез.	2	4	40	46
2	Проектирование цифровых функциональных узлов	1. Триггер как элемент памяти: структурная схема триггера, роль составляющих частей триггера, назначение входов триггера. Асинхронный и	2	4	40	46

	последовательностного типа на вентильном уровне моделирования	синхронный триггеры. Асинхронный RS – триггер, одноступенчатый синхронный RS – триггер, D – триггер со статическим и динамическим входами, JK-триггер: схема, таблица истинности, переключающая функция, функционирование. Преобразование JK – триггера в RS – , D – , T – триггеры. 2. Регистры хранения, сдвигающие, реверсивные. Регистровые делители частоты и генераторы псевдослучайных последовательностей. 3. Принципы построения и функционирования суммирующих, вычитающих и реверсивных счетчиков. Способы обеспечения заданного модуля счета. 4. Цифровые автоматы				
3	Реализация и верификация моделей цифровых функциональных узлов с использованием отладочных плат ПЛИС	1. Программируемые логические матрицы (ПЛМ), программируемая матричная логика (ПМЛ). Базовые матричные кристаллы (БМК). Программируемые структуры CPLD и FPGA. 2. Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС) типа FPGA. Общие сведения. Архитектура и основные модули программируемых логических интегральных схем типа FPGA. Логические блоки, система коммутации, блоки ввода/вывода. 3. Использование схем с программируемой структурой (ПЛИС). Маршрут проектирования цифровых устройств на ПЛИС. Программируемые логические интегральные схемы Xilinx семейства Spartan 3E. 4. Структура «Система на кристалле» и «Система в копусе»	4	4	40	48
Итого			8	12	120	140

5.2 Перечень лабораторных работ

Укажите перечень лабораторных работ

1. Проектирование и верификация шифраторов и дешифраторов в системе автоматизированного проектирования.
2. Проектирование и верификация мультиплексоров и демultipлексоров в системе автоматизированного проектирования.
3. Проектирование и верификация сумматоров и цифровых компараторов в системе автоматизированного проектирования.
4. Проектирование и верификация преобразователей кодов в системе автоматизированного проектирования.
5. Проектирование и верификация триггеров RS, JK, D, T - типа в системе автоматизированного проектирования
6. Проектирование и верификация регистров в системе автоматизированного проектирования
7. Проектирование и верификация счетчиков в системе автоматизированного проектирования
8. Проектирование и верификация цифровых автоматов в системе автоматизированного проектирования
9. Физическая верификация цифровых устройств с использованием отладочных плат ПЛИС
10. Разработка программного интерфейса клавиатуры отладочной платы ПЛИС

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-2	Знать состав и методику разработки моделей цифровых функциональных узлов с использованием схемного редактора	Активная работа на практических занятиях, ответ не менее чем на половину заданных в процессе опроса вопросов	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь разрабатывать цифровые функциональные узлы с использованием библиотек стандартных элементов, моделировать и получать их временные параметры	Решение не менее половины стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками отладки и верификации моделей цифровых функциональных узлов, реализовывать прототипы устройств с использованием отладочных плат	Решение не менее половины прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-5	Знать структуру функциональных узлов цифровой схемотехники	Активная работа на практических занятиях, ответ не менее чем на половину заданных в процессе опроса вопросов	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь строить	Решение не менее половины	Выполнение работ в	Невыполнение

	модели разрабатываемого устройства на поведенческом и вентельном уровне	стандартных практических задач	срок, предусмотренный в рабочих программах	работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть современными средствами проектирования цифровых устройств с использованием языков описания аппаратуры высокого уровня	Решение не менее половины прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 7 семестре для очной формы обучения, 9 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно».

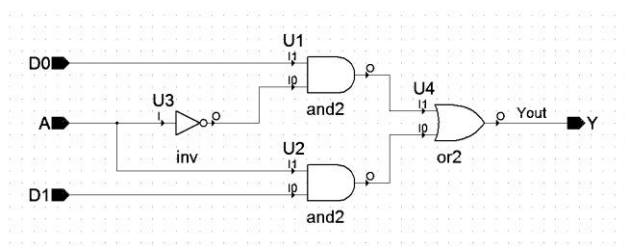
Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-2	Знать состав и методику разработки моделей цифровых функциональных узлов с использованием схемного редактора	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь разрабатывать цифровые функциональные узлы с использованием библиотек стандартных элементов, моделировать и получать их временные параметры	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть навыками отладки и верификации моделей цифровых функциональных узлов,	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	реализовывать прототипы устройств с использованием отладочных плат					
ПК-5	Знать состав и методику разработки моделей цифровых функциональных узлов с использованием схемного редактора	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь разрабатывать цифровые функциональные узлы с использованием библиотек стандартных элементов, моделировать и получать их временные параметры	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть навыками отладки и верификации моделей цифровых функциональных узлов, реализовывать прототипы устройств с использованием отладочных плат	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

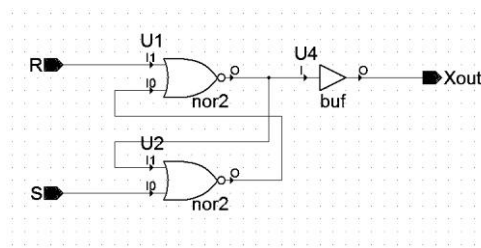
7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Выберите рисунок, на котором изображен RS-триггер



А



В

Ответ: В

2. Установите взаимно-однозначное соответствие между этапами проектирования модели на логическом уровне и необходимым программным инструментом.

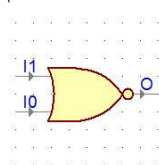
Схемный редактор система автоматизированного проектирования Xilinx ISE и его функциональное назначение инструментов. Заполните таблицу.

1.	Компоновка элементов и блоков схемы на чертеже	A	ISim
2.	Трассировка в соответствии со структурой схемой	B	Add Wire
3.	Назначение портов ввода\вывода	C	Design/Simulation
4.	Программное моделирование, симуляция	D	Add IO Marker
5.	Визуализация и анализ результатов	E	Add Symbol

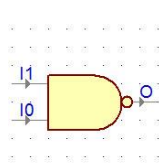
Ответ:

1	2	3	4	5
E	B	D	C	A

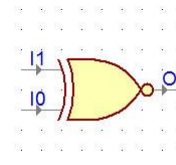
3. Какой из указанных элементов следует исключить, как не соответствующий базисам «2ИЛИ-НЕ» и «2И-НЕ»?



А



В



С

Ответ: С

4. Расположите операции получения временных диаграмм в верном порядке

- А – Назначение симуляторов входных сигналов;
- В – Добавление портов ввода\вывода в поле симулятора;
- С – Регистрация выходных характеристик;
- Д – Установка времени симуляции.

Ответ:

1	2	3	4
B	A	D	C

5. В качестве средств описания выступают модели различных уровней сложности. Какие модели используются для проектирования цифровых устройств?

- A. Логическая модель;
 - B. Регрессионная модель;
 - C. Модель с временными задержками;
 - D. Модель с учетом электрических эффектов (или электрическая модель).
- Ответ: A, C, D

6. Какой символ в начале строки согласно синтаксису запрещает обращение к элементу (строке назначения порта ввода\вывода) файла конфигурации Basys.ucf?

A – «%», B – «\$», C – «#», D – «@»

Ответ: C

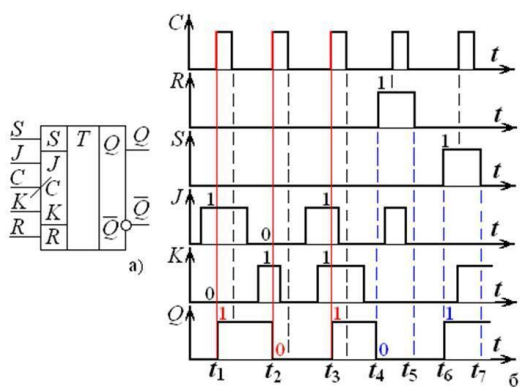
7. Заполнить таблицу истинности JK – триггера с асинхронными RS входами.

Таблица истинности является важным инструментом описания работы цифровых устройств, одним из элементов маршрута построения моделей на логическом уровне, показывается связь между логическим выражением, логической схемой и временной диаграммой

Работа JK-триггера описывается характеристическим уравнением.

$$Q^{t+1} = \overline{Q}^t J + Q^t \overline{K}$$

Временные диаграммы приведены на рисунке ниже.



Условно-графическое обозначение (а) и временная диаграмма (б) работы JK-триггера с асинхронными RS входами

Бланк задания			
Таблица истинности JK-триггера			
J	K	Q_t	Q_{t+1}

X			
	X		

Ключ для проверки правильного ответа.

Проверяемый критерий				Балл
Заполненная таблица истинности JK-триггера				0 / 1 / 2
J	K	Q_t	Q_{t+1}	
X	0	0	0	
0	1	0	1	
1	0	1	0	
0	X	1	1	
0 – в таблице допущены две и более ошибки; 1 – в таблице допущена одна ошибка; 2 – таблица заполнена без ошибок.				

8. В качестве элементов трассировки модулей логической схемы могут быть использованы как одноразрядные проводники, так и шины данных. Пояснить порядок и особенности применения данного программного инструмента трассировки.

Ключ для проверки правильного ответа.

Проверяемый критерий	Балл
Шины размещаются на схеме, в отличие от проводников проходят между многоразрядными портами функциональных узлов. Шине необходимо задавать в свойствах имя и разрядность. К шине нельзя подключать проводники, не являющиеся компонентами шины, которым присваиваться индекс в зависимости от разряда, к которому они относятся. Левая граница диапазона индексов, задающих ширину шины, всегда соответствует старшему значению разряда.	2
Шины размещаются на схеме, в отличие от проводников проходят между многоразрядными портами функциональных узлов. Шине необходимо задавать в свойствах имя и разрядность.	1
Не соответствует ни одному из заданных требований	0

9. Пояснить работу симуляторов, с помощью которых можно устанавливать постоянный длительный уровень (верхний или нижний) сигнала информационной последовательности при моделировании.

Ключ для проверки правильного ответа.

Проверяемый критерий	Балл
Длительное временное воздействие можно задавать по средствам стимуляторов Formula (задание входных сигналов по указанной закономерности), Value (задание фиксированного значения сигнала на весь временной диапазон моделирования), Hotkey (переключение состояний входных сигналов с использованием «горячих клавиш» клавиатуры). Симулятор Clock для данного случая не подходит, ввиду программных ограничений на длительность импульса и паузы.	2
Длительное временное воздействие можно задавать по средствам стимуляторов Value (задание фиксированного значения сигнала на весь временной диапазон моделирования), Hotkey (переключение состояний входных сигналов с использованием «горячих клавиш» клавиатуры).	1
Не соответствует ни одному из заданных требований	0

10. Модель цифрового функционального узла получена, проведено тестирование, получены временные диаграммы. Для проведения физической верификации проекта необходимо провести работу с отладочной платой. Перечислите операции необходимые для непосредственного программирования отладочной платы Digilent Basys 2.

Ключ для проверки правильного ответа.

Проверяемый критерий	Балл
Выбрать режим работы отладочной платы. Поставить переключку в режим «РС», для программирования микросхемы FPGA XC3S250E или в режим «ROM» для установки прошивки в энергонезависимую память PROM. Подключить отладочную плату к ПК, удаление предыдущей прошивки выполнять необязательно, система при подтверждении произведет последовательно стирание и программирование интегральной схемы.	2
Перед программированием необходимо подключить отладочную плату к ПК, осуществить удаление предыдущей прошивки и произвести программирование.	1
Не соответствует ни одному из заданных требований	0

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

Получить минимизированную ДНФ с помощью карты Карно (диаграммы Вейча), построить схему на логических элементах, построить временную диаграмму

$$1) f = abcd \vee \overline{a}bc \vee a\overline{b}d \vee ac\overline{d} \vee \overline{a}\overline{b}cd \vee \overline{a}b\overline{c}d \vee ab\overline{c}\overline{d};$$

$$2) f = \overline{a}bc \vee \overline{a}c\overline{d} \vee bcd \vee abcd \vee acd \vee \overline{a}bcd \vee \overline{a}b\overline{c}d;$$

$$3) f = abcd \vee ac\overline{d} \vee \overline{a}c\overline{d} \vee a\overline{b}d \vee \overline{a}bcd \vee \overline{a}b\overline{c}d \vee a\overline{b}c;$$

- 4) $f = \overline{a}\overline{b}\overline{c}\overline{d} \vee \overline{a}\overline{b}c \vee \overline{a}b\overline{c}\overline{d} \vee \overline{a}b\overline{c}d \vee \overline{a}bc \vee \overline{a}cd \vee ab\overline{c}\overline{d};$
 5) $f = \overline{a}\overline{c}\overline{d} \vee \overline{a}cd \vee b\overline{c}\overline{d} \vee ab\overline{c}\overline{d} \vee \overline{a}b\overline{c}d \vee ab\overline{c}d \vee b\overline{c}d;$
 6) $f = \overline{a}\overline{b}\overline{c}\overline{d} \vee \overline{a}\overline{b}c\overline{d} \vee \overline{a}b\overline{c}\overline{d} \vee abd \vee \overline{a}bc \vee \overline{a}cd \vee \overline{a}cd;$
 7) $f = \overline{a}\overline{c}\overline{d} \vee \overline{a}bd \vee \overline{a}cd \vee \overline{a}b\overline{c}d \vee \overline{a}b\overline{c}\overline{d} \vee \overline{a}b\overline{c}d \vee \overline{a}bc;$
 8) $f = \overline{a}\overline{b}c \vee \overline{a}b\overline{c}d \vee \overline{a}bc \vee ab\overline{c}\overline{d} \vee \overline{a}b\overline{c}d \vee \overline{a}cd \vee ab\overline{c}\overline{d} \vee acd;$
 9) $f = \overline{a}\overline{c}\overline{d} \vee \overline{a}b\overline{c}\overline{d} \vee \overline{a}cd \vee \overline{a}bd \vee \overline{a}b\overline{c}d \vee ab\overline{c}\overline{d} \vee \overline{a}bd;$
 10) $f = ab\overline{c}d \vee \overline{a}\overline{b}c \vee b\overline{c}\overline{d} \vee b\overline{c}d \vee abd \vee \overline{a}b\overline{c}d \vee \overline{a}b\overline{c}\overline{d};$

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

По булевой функции, заданной таблицей истинности построить схемы в базисе «ЗИ-НЕ» и «ИЛИ-НЕ», построить временную диаграмму, провести отладку и физическую верификацию модели

Таблица

$X_1 X_2 X_3$	f^1	f^2	f^3	f^4	f^5	f^6	f^7	f^8
0 0 0	0	1	0	0	0	1	0	1
0 0 1	0	0	1	0	1	0	0	0
0 1 0	0	0	0	1	1	0	1	1
0 1 1	0	0	0	1	0	0	0	0
1 0 0	1	0	0	0	0	1	1	1
1 0 1	0	0	0	0	0	1	0	0
1 1 0	1	0	1	1	1	0	1	1
1 1 1	1	0	0	1	1	0	0	0

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

- Д - триггер типа «защелка»: схема, таблица истинности, ПФ, функционирование.
- Преобразование JK триггера в RS - , Д - , Т – триггеры.
- Функциональные узлы цифровых устройств.
- Принципы построения и функционирования одноступенчатых дешифраторов.
- Полусумматор: схема, функционирование.
- Полный комбинационный одноразрядный сумматор: схема, функционирование.
- Схема сравнения.
- Принципы построения и функционирования мультиплексоров.
- Принципы построения и функционирования демультиплексоров.
- Реализация шифраторов.
- Регистр хранения: схемы, функционирование.
- Сдвигающие регистры: схемы, функционирование.
- Реверсивный регистр: схема, функционирование.
- Арифметический эквивалент сдвига двоичного кода.
- Регистровые делители частоты: схема, функционирование.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет с оценкой проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Проектирование цифровых функциональных узлов комбинационного типа на вентильном уровне моделирования	ПК-2, ПК-5	Тест, защита лабораторных работ
2	Проектирование цифровых функциональных узлов последовательностного типа на вентильном уровне моделирования	ПК-2, ПК-5	Тест, защита лабораторных работ
3	Реализация и верификация моделей цифровых функциональных узлов с использованием отладочных плат ПЛИС	ПК-2, ПК-5	Тест, защита лабораторных работ

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач

на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Кретов С.Д. Интегральные устройства радиоэлектроники : учеб. пособие. - Воронеж : ВГТУ, 2004. - 146 с.
2. Пирогов А. А. Проектирование интегральных схем и их функциональных узлов: учеб. пособие / А. А. Пирогов. - Воронеж: Издательство Воронежского государственного университета, 2014. - 85 с.
3. Пирогов, А. А. Проектирование цифровых функциональных узлов на основе программируемых логических интегральных схем [Электронный ресурс] : практикум / ФГБОУ ВО "Воронеж. гос. техн. ун-т", каф. конструирования и производства радиоаппаратуры. - Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2018. - 93 с. : ил. : табл. - Библиогр.: с.77 (4 назв.). - ISBN 978-5-7731-0649-4.- Режим доступа: [Пирогов А.А. Проектирование цифровых функциональных узлов на основе программируемых логических интегральных схем.](#)
4. Тарасов И. Е. Программируемые логические схемы и их применение в схемотехнических решениях: учеб. пособие / И.Е. Тарасов, Е.Ф. Певцов. - М.: ФГБОУ ВПО «Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и автоматики», 2012. - 184 с.
5. Строгонов А.В. Проектирование цифровых устройств в базисе ПЛИС: лабораторный практикум: учеб. пособие [Электронный ресурс]. - Электрон. текстовые и граф. данные (3,7 Мб) / А.В. Строгонов, Н.Н. Кошелева, А.Б. Буслаев. - Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2017. - Режим доступа: [Строгонов А.В. Проектирование цифровых устройств в базисе ПЛИС](#)
6. Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника: учеб. пособие / Е.П. Угрюмов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010. – 810с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Перечень ПО, включая перечень лицензионного программного обеспечения:

Active HDL

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

<http://window.edu.ru> - единое окно доступа к информационным ресурсам;

<http://www.edu.ru/> - федеральный портал «Российское образование»;

Образовательный портал ВГТУ;
<http://www.iprbookshop.ru/> - электронная библиотечная система
IPRbooks;
www.elibrary.ru - научная электронная библиотека
Профессиональные базы данных, информационные справочные системы:
<https://docplan.ru/> - бесплатная база ГОСТ.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, оснащенная следующим оборудованием:

- персональный компьютер с установленным ПО, подключенный к сети Интернет;
- доска магнитно-маркерная;
- мультимедийный проектор на кронштейне;
- экран настенный

Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий (компьютерный класс), оснащенная следующим оборудованием:

- персональные компьютеры с установленным ПО, подключенные к сети Интернет — 11 шт.;
- принтер цветной лазерный;
- 3D принтер «Альфа-2»;
- доска магнитно-маркерная поворотная

Помещение (Читальный зал) для самостоятельной работы с выходом в сеть «Интернет» и доступом в электронно-библиотечные системы и электронно-информационную среду, укомплектованное следующим оборудованием:

- персональные компьютеры с установленным ПО, подключенные к сети Интернет — 10 шт.;
- принтер;
- магнитно-маркерная доска;
- переносные колонки;
- переносной микрофон.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Специализированные БИС и устройства функциональной электроники в приборостроении» читаются лекции, проводятся лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в

соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом с оценкой, зачетом с оценкой три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

11 Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1			
2			
3			