

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета _____ В.А. Небольсин

«19» апреля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины (модуля)

«Основы разработки специализированных СБИС»

Специальность 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Направленность Радиоэлектронные системы передачи информации

Квалификация выпускника Инженер

Нормативный период обучения 5,5 лет

Форма обучения Очная

Год начала подготовки 2024 г.

Автор программы _____

/Русанов А.В./

Заведующий кафедрой
радиоэлектронных устройств
и систем _____

/Журавлёв Д.В./

Руководитель ОПОП _____

/Журавлёв Д.В./

Воронеж 2024

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Цель изучения дисциплины: теоретическая и практическая подготовка специалистов в области проектирования компонентов специализированных СБИС с нанометровыми топологическими нормами в среде Cadence IC, изучение основ проектирования СБИС, принципов построения их архитектурные, схемотехнические и топологические особенности.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Формирование у студентов способности к разработке структурных, функциональных и принципиальных схемы СБИС, изучение ими особенностей, принципов построения и применение СБИС, методов проектирования на современной цифровой элементной базе с использованием современных пакетов прикладных программ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Основы разработки специализированных СБИС» относится к дисциплинам из факультативной части блока ФТД учебного плана.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Основы разработки специализированных СБИС» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-8 - способен использовать современные программные и инструментальные средства компьютерного моделирования для решения различных исследовательских и профессиональных задач;

ПК-1 - способен к обработке результатов измерений с использованием средств вычислительной техники, основ математического обеспечения и программирования.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-8	Знать: принципы и методы решения прикладных и исследовательских задач в области проектирования специализированных СБИС.
	Уметь: разрабатывать структурные, функциональные, принципиальные схемы СБИС, с применением современных программных и инструментальных средств компьютерного моделирования
	Владеть: навыками работы в современных программных и инструментальных средствах компьютерного моделирования СБИС.
ПК-1	Знать: принципы и методы обработки результатов измерений характеристик и параметров блоков СБИС с использованием средств вычислительной техники; основы математического обеспечения и программирования
	Уметь: обрабатывать результаты измерений характеристик и параметров блоков СБИС с использованием средств вычислительной техники.
	Владеть: средствами обработки результатов измерений характеристик и параметров блоков СБИС

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоёмкость дисциплины «Основы разработки специализированных СБИС» составляет 2 зачётных единиц.

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		8			
Аудиторные занятия (всего)	54	54			
В том числе:					
Лекции	18	18			
Практические занятия (ПЗ)					
Лабораторные работы (ЛР)	36	36			
Самостоятельная работа	18	18			
Курсовой проект					
Контрольная работа					
Вид промежуточной аттестации – зачет	+	+			
Общая трудоёмкость	час	72	72		
	зач. ед.	2	2		

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Содержание разделов дисциплины и распределение трудоёмкости по видам занятий

очная форма обучения							
№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1.	Введение в Cadence IC.	Общие сведения о Cadence IC. Платформа Cadence Virtuoso. Маршрут проектирования СБИС.	2		4	2	8
2.	Редактор электрических схем	Библиотеки элементов. Технологический файл. Создание библиотеки проекта. Создание электрической схемы. Создание символа элемента. Основные органы управления Virtuoso Schematic Editor. Параметры приборов, их редактирование.	4		8	2	14
3.	Схемотехническое моделирование	Системы моделирования Spectre и Ultrasim. Работа в Analog Design Environment. Математические модели приборов и их секции. Типы анализа (временной, АС, DC и пр.) Параметрический анализ. Инструменты обработки результатов моделирования (AWD, WaveScan).	4		8	4	16
4.	Топологическое проектирование	Нормы проектирования. Введение понятия «топология». Основные органы управления топологическим редактором Virtuoso Layout/Layout XL Editor. Инструмент для работы с технологическими слоями (LSW). Параметры приборов, их редактирование. Обзор инструментов создания топологии.	4		8	4	16
5.	Физическая верификация проекта. Подготовка к производству.	Физическая верификация, ее структура, цели и задачи. Проверка соблюдения топологических норм проектирования (DRC). Управляющий файл проверки норм проектирования. Экстракция электрической схемы и устройств из топологии (EXT). Правила формирования приборов и определения их размеров и электрических номиналов. Верификация экстрактированной из топологии схемы с электрической принципиальной схемой (LVS). Моделирование электрической схемы с учетом паразитных параметров. Подготовка к производству. Правила передачи топологии. Понятие GDSII файла.	4		8	6	18
Итого			18	-	36	18	72

5.2 Перечень лабораторных работ

№ п/п	Наименование лабораторной работы	Объем часов
1.	Среда проектирования интегральных схем Cadence IC.	4
2.	Схемотехническое моделирование в симуляторе Spectre.	4
3.	Расчет МОП транзистора в Cadence IC..	4
4.	Расчет токового зеркала в Cadence IC.	4
5.	Расчет операционного усилителя в Cadence IC.	4
6.	Топологическое проектирование СБИС в Cadence IC.	4
7.	Проектирование топологии МОП транзистора в Cadence IC..	4
8.	Топологическое проектирование согласованных структур в Cadence IC.	4
9.	Топологическое проектирование операционного усилителя в Cadence IC.	4
Итого часов		36

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины выполнение курсовых проектов (работ) не предусмотрено.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

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
ОПК-8	Знать: принципы и методы решения прикладных и исследовательских задач в области проектирования специализированных СБИС	Активная работа на лабораторных занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь: разрабатывать структурные, функциональные, принципиальные схемы СБИС, с применением современных программных и инструментальных средства компьютерного моделирования	Выполнение лабораторных работ, использование современных САПР и ППП	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть: навыками работы в современных программных и инструментальных средствах компьютерного моделирования СБИС.	Выполнение лабораторных работ, использование современных САПР и ППП	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-1	Знать: принципы и методы обработки результатов измерений характеристик и параметров блоков СБИС с использованием средств вычислительной техники; основы математического обеспечения и программирования	Активная работа на лабораторных занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь: обрабатывать результаты измерений характеристик и параметров блоков СБИС с использованием средств вычислительной техники.	Выполнение лабораторных работ, использование современных САПР и ППП	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть: средствами обработки результатов измерений характеристик и параметров блоков СБИС	Выполнение лабораторных работ, использование современных САПР и ППП	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 8 семестре по системе:

«зачтено»;

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ОПК-8	Знать: принципы и методы решения прикладных и исследовательских задач в области проектирования специализированных СБИС	Тест	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь: разрабатывать структурные, функциональные, принципиальные схемы СБИС, с применением современных программных и инструментальных средства компьютерного моделирования	Тест	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Владеть: навыками работы в современных программных и инструментальных средствах компьютерного моделирования СБИС.	Тест	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
ПК-1	Знать: принципы и методы обработки результатов измерений характеристик и параметров блоков СБИС с использованием средств вычислительной техники; основы математического обеспечения и программирования	Тест	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь: обрабатывать результаты измерений характеристик и параметров блоков СБИС с использованием средств вычислительной техники.	Тест	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Владеть: средствами обработки результатов измерений характеристик и параметров блоков СБИС.	Тест	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

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 ...— предназначена для преобразования и обработки сигналов, изменяющихся по закону непрерывной функции:

- а) Аналоговая интегральная схема;
- б) Цифровая интегральная схема;
- в) КМОП интегральная схема;**
- г) Индустриальная интегральная схема

2 ...— предназначена для преобразования и обработки сигналов, изменяющихся по закону дискретной функции:

- а) Аналоговая интегральная схема;
- б) Цифровая интегральная схема;
- в) КМОП интегральная схема;**
- г) Индустриальная интегральная схема

3 Полупроводниковая интегральная микросхема представляет собой:

- а) кремниевую подложку с закрепленными на ней миниатюрными полупроводниковыми приборами;**
- б) схему, выполненную по плёночной технологии на полупроводниковой пластине;
- в) кристалл кремния с выполненными на нём методом полупроводниковой технологии элементами электрической схемы и соединениями между ними;
- г) несколько активных и пассивных элементов, помещённых в один корпус.

4 Степень интеграции микросхемы является:

- а) показателем функциональной сложности ИМС, характеризующим числом содержащихся в ней элементов и компонентов;
- б) показателем надёжности ИМС, характеризующим число отказов схемы за некоторый период работы;**
- в) показателем плотности упаковки элементов;
- г) число операций при изготовлении ИМС.

5 Что такое технологическая операция?

- а) законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте и на одном оборудовании;
- б) формирование отдельного элемента ИМС;
- в) формирование пассивных элементов;
- г) формирование активных элементов;**

6 Как называется направленный процесс, обусловленный хаотическим тепловым движением атомов под действием градиента концентрации или температуры?

- а) диффузия;**
- б) дрейф;

в) перемешивание;

г) миграция

7 Что такое ионная имплантация?

а) метод легирования поверхностных слоев с помощью потока высоко-энергетических ионов;

б) метод нейтрализации поверхностного заряда подложки;

в) метод формирования рисунка активного слоя;

г) метод травления подложек;

8 Что такое планаризация поверхности технологического слоя?

а) способ устранения неровностей с поверхности *слоя* полупроводниковой пластины;

б) формирование рисунка на поверхности технологического слоя;

в) удаление отдельных областей технологического слоя;

г) увеличение толщины технологического слоя;

д) формирования слоя защитного покрытия

9 Что такое эпитаксия?

а) процесс ориентированного наращивания монокристаллического слоя;

б) процесс наращивания поликристаллического слоя;

в) процесс легирования подложки;

г) процесс очистки поверхности подложки;

д) процесс осаждения аморфного слоя

10 Что является результатом этапа «Моделирование на системном уровне» разработки СБИС

а) структурная схема (архитектура) будущей микросхемы;

б) электрическая схема будущей микросхемы;

в) топология будущей микросхемы;

г) типовые схемы применения будущей микросхемы.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения задач

1 На каком этапе маршрута проектирования интегральной схемы осуществляется разработка технического задания на проектирование аналоговой ИС.

а) «Моделирование на системном уровне»;

б) «Моделирование с учетом паразитных элементов»;

в) «Спецификация модулей»;

г) «Спецификация».

2 Как называется процесс преобразования электрической или логической схемы в описание послойной реализации схемных компонентов и связей между ними в многослойной интегральной структуре.

а) прототипирование;

б) топологической проектирование;

в) верификация проекта;

г) экстракция.

3 Что такое DRC проверка?

- а) проверка топологии на соответствие правилам и нормам проектирования технологического процесса;
- б) извлечение из топологии электрической схемы и последующую верификацию полученной схемы и электрической схемы проекта;
- в) проверка управляющей информации на соответствие значению контрольной суммы;
- г) **проверка топологии на соответствие электрической схеме.**

4 Что такое LVS проверка?

- а) проверка топологии на соответствие правилам и нормам проектирования технологического процесса;
- б) **извлечение из топологии электрической схемы и последующую верификацию полученной схемы и электрической схемы проекта;**
- в) проверка управляющей информации на соответствие значению контрольной суммы;
- г) проверка топологии на соответствие электрической схеме.

5 Что такое RCX(EXT) проверка?

- а) **проверка топологии на соответствие правилам и нормам проектирования технологического процесса;**
- б) извлечение из топологии электрической схемы и последующую верификацию полученной схемы и электрической схемы проекта;
- в) проверка управляющей информации на соответствие значению контрольной суммы;
- г) проверка топологии на соответствие электрической схеме.

6 Как называется формат файлов баз данных, являющийся промышленным стандартом, предназначенный для обмена данными по интегральным схемам и их топологиями ?

- а) DRC;
- б) LVS;
- в) **GDS II;**
- г) RCX.

6 Полевым или униполярным транзистором называется полупроводниковый прибор, в котором:

- а) ток обусловлен движением электронов и дырок, а его изменение происходит под действием электрического поля, создаваемого внешним источником;
- б) ток создается движением электронов, а его изменение вызывает электрическое поле, создаваемое входным сигналом;
- в) **ток обусловлен движением только электронов или дырок, а его изменение происходит под воздействием перпендикулярного току электрического поля, создаваемого входным сигналом;**
- г) с двумя прямовключёнными p-n-переходами и тремя выводами, ток через который обусловлен движением электронов.

7 Что называют истоком полевого транзистора ?

- а) электрод, к которому движутся носители;

б) электрод, от которого начинается движение носителей;
в) область между переходами;
г) электрод, изменение напряжения на котором, вызывает изменение тока стока

8 Что называют стоком полевого транзистора ?

а) электрод, к которому движутся носители;
б) электрод, от которого начинается движение носителей;
в) область между переходами;
г) электрод, изменение напряжения на котором, вызывает изменение тока стока

9 Что называют затвором полевого транзистора ?

а) электрод, к которому движутся носители;
б) электрод, от которого начинается движение носителей;
в) область между переходами;
г) электрод, изменение напряжения на котором, вызывает изменение тока стока

10 Что называют каналом полевого транзистора ?

а) электрод, к которому движутся носители;
б) электрод, от которого начинается движение носителей;
в) область между переходами;
г) электрод, изменение напряжения на котором, вызывает изменение тока стока

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1 Какой полевой транзистор называют МДП-транзистором?

а) у которого между металлическим затвором и проводящим каналом находится диоксид кремния;

б) у которого между металлическим затвором и проводящим металлическим каналом нанесена тонкая полимерная пленка;

в) у которого между металлическим затвором и проводящим каналом находится диэлектрик.

г) ток обусловлен движением электронов и дырок, а его изменение происходит под действием электрического поля, создаваемого внешним источником

2 Биполярный транзистор – это полупроводниковый прибор:

а) с тремя р-п-переходами и тремя выводами, ток через который обусловлен движением электронов и дырок;

б) с двумя встречноключёнными р-п-переходами и тремя выводами, ток через который обусловлен движением электронов и дырок;

в) с двумя прямовключёнными р-п-переходами и тремя выводами, ток через который обусловлен движением электронов;

г) ток в котором создаётся движением электронов, а его изменение вызывает электрическое поле.

3 Какая схема используется для задания тока смещения чаще всего?

- а) токовое зеркало;
- б) схема включения МОП транзистора с общим затвором;**
- в) схема включения биполярного транзистора с общим эмиттером;
- г) дифференциальная пара

4 Какая схема является основой входного каскада операционного усилителя?

- а) токовое зеркало;
- б) схема включения МОП транзистора с общим затвором;
- в) схема включения биполярного транзистора с общим эмиттером;
- г) дифференциальная пара**

5 В каком режиме должен работать МОП транзистор в схеме усилителя с общим истоком?

- а) линейный;
- б) отсечки;
- в) насыщения;**
- г) подпороговый.

6 Функциональное назначение какой схемы состоит в усилении разности входных сигналов?

- а) токовое зеркало;
- б) схема включения МОП транзистора с общим затвором;
- в) схема включения биполярного транзистора с общим эмиттером;
- г) дифференциальная пара

7 Коэффициент усиления операционного усилителя с разомкнутой петлей обратной связи равен:

- а) 0;
- б) 1;
- в) 20;**
- г) больше 1000

8 Что такое цифровой сигнал?

- а) сигнал, который может принимать только два значения — 0 и 1
- б) сигнал, который может принимать только два (иногда — три) значения, причем разрешены некоторые отклонения от этих значений
- в) сигнал, который может принимать любые значения
- г) сигнал, изменяющийся по экспоненциальному закону.**

9 У каких устройств состояние выхода однозначно определяется набором входных сигналов

- а) комбинационных;**
- б) последовательных;
- в) аналоговые;
- г) смешанные.

10 У каких устройств выходной сигнал зависит от значений переменных на входе и выходе в предыдущий момент времени

- а) комбинационных;
- б) последовательных;**
- в) аналоговые;

г) смешанные.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Введение в Cadence IC. Общие сведения о Cadence IC. Платформа Cadence Virtuoso.
2. Маршрут проектирования СБИС.
3. Редактор электрических схем. Библиотеки элементов. Технологический файл. Создание библиотеки проекта. Создание электрической схемы. Создание символа элемента. Параметры приборов, их редактирование.
4. Схемотехническое моделирование. Системы моделирования Spectre и Ultrasim. Работа в Analog Design Environment.
5. Математические модели приборов и их секции. Типы анализа (временной, АС, DC и пр.) Параметрический анализ.
6. Инструменты обработки результатов моделирования (AWD, WaveScan).
7. Топологическое проектирование. Нормы проектирования. Введение понятия «топология».
8. Инструмент для работы с технологическими слоями (LSW). Параметры приборов, их редактирование. Обзор инструментов создания топологии.
9. Физическая верификация проекта. Подготовка к производству. Физическая верификация, ее структура, цели и задачи. Проверка соблюдения топологических норм проектирования (DRC). Управляющий файл проверки норм проектирования.
10. Экстракция электрической схемы и устройств из топологии (EXT). Правила формирования приборов и определения их размеров и электрических номиналов. Верификация экстрактированной из топологии схемы с электрической принципиальной схемой (LVS).
11. Моделирование электрической схемы с учетом паразитных параметров.
12. Подготовка к производству. Правила передачи топологии. Понятие GDSII файла.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит два вопроса, одну задачу. Каждый правильный ответ на вопрос и решение задачи оценивается 10 баллам. Максимальное количество набранных баллов – 30.

1. «Не зачтено» ставится в случае, если студент набрал менее 16 баллов.
2. «Зачтено» ставится в случае, если студент набрал от 16 до 20 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1.	Введение в Cadence IC.	ПК-1	Тест, устный опрос
2.	Редактор электрических схем	ПК-1	Тест, устный опрос
3.	Схемотехническое моделирование	ОПК-8	Тест, устный опрос
4.	Топологическое проектирование	ОПК-8	Тест, устный опрос
5.	Физическая верификация проекта. Подготовка к производству.	ОПК-8	Тест, устный опрос

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 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. Балашов Ю.С., Шеховцов Д.А. Физическая и функциональная верификация топологии аналоговых устройств сверхбольших интегральных схем [Электронный ресурс] : Учеб. пособие. - Электрон. текстовые, граф. дан. (2,58 Мб). - Воронеж : ФГБОУ ВПО «ВГТУ», 2011.
2. Балашов Ю.С., Мушта А.И. Схемотехническое проектирование аналоговых устройств сверхбольших интегральных схем [Электронный ресурс] : Учеб. пособие.- Воронеж : ФГБОУ ВПО «ВГТУ» - 2011.
3. Балашов Ю.С., Сафонов И.А. Методология проектирования устройств сверхбольших интегральных схем [Электронный ресурс] : Учеб. пособие. - Электрон. текстовые, граф. дан. (841 Кб). - Воронеж : ФГБОУ ВПО «ВГТУ», 2011.
4. Балашов Ю.С. Русанов А.В. Проектирование топологии аналоговых устройств сверхбольших интегральных схем [Электронный ресурс] : Учеб. пособие. - Электрон. текстовые, граф. дан. (2,24 Мб). - Воронеж : ФГБОУ ВПО «ВГТУ», 2011.
5. Балашов Ю.С. Сафонов И.А. Системное проектирование 3D изделий [Электронный ресурс] : Учеб. пособие. - Электрон. текстовые, граф. дан. (1,27 Мб). - Воронеж : ФГБОУ ВПО «ВГТУ», 2013.
6. Балашов Ю.С. Сафонов И.А.; Шеховцов Д.В. Проектирование систем в корпусе [Электронный ресурс] : Учеб. пособие. - Электрон. текстовые, граф. дан. (7,45 Мб). - Воронеж : ФГБОУ ВПО «ВГТУ», 2013.
7. Русанов А.В. Балашов Ю.С. Проектирование аналоговых блоков интегральных схем с низким напряжением питания : Монография. - Воронеж : ФГБОУ ВО «ВГТУ», 2016. - 94 с.

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

Пакет офисных приложений и браузер сети «Интернет» согласно «Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных» (<https://reestr.digital.gov.ru/reestr/>).

Электронная информационно-образовательная среда ВГТУ по дисциплине «Основы разработки специализированных СБИС».

САПР Cadence Design Systems, лицензия ФГБОУ ВО ВГТУ.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения лекционных занятий необходима аудитория, оснащённая плакатами и пособиями по профилю.

Для проведения практических и лабораторных занятий аудитория, оснащённая ПЭВМ с доступом к сети «Интернет» и серверу с САПР Cadence Design Systems.

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

По дисциплине «Основы разработки специализированных СБИС» читаются лекции, проводятся лабораторные занятия.

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

Лабораторные занятия направлены на приобретение практических навыков проектирования СБИС. Занятия проводятся путём решения конкретных проектных задач в аудитории, изучении и выполнении лабораторных работ путём имитационного моделирования.

Большое значение по закреплению и совершенствованию знаний имеет самостоятельная работа студентов. Информацию о всех видах самостоятельной работы студенты получают на занятиях.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой практических и лабораторных работ, проведении теста (устного опроса). Освоение дисциплины оценивается на зачёте.

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 удаётся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции.
Лабораторные занятия	Выполнение работ на имитационных моделях. Анализ полученных результатов, их теоретическое обоснование. Подготовка отчёта.
Подготовка к зачёту	При подготовке к зачёту необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и практические знания полученные на лабораторных занятиях.

Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата вне- сения из- менений	Подпись заведую- щего кафедрой, от- ветственной за реа- лизацию ОПОП