

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)

«УТВЕРЖДАЮ»
Председатель Ученого совета
факультета радиотехники и электроники
проф. Небольсин В.А. _____
(подпись)
_____ 2016 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

Основы проектирования электронной компонентной базы
(наименование дисциплины по учебному плану ООП)

для направления подготовки: **11.03.04 Электроника и нанoeлектроника**
(код, наименование)

Профиль подготовки: **Микроэлектроника и твердотельная электроника**
(название профиля, магистерской программы, специализации по УП)

Форма обучения **очная**

Срок обучения **нормативный**

Кафедра **полупроводниковой электроники и нанoeлектроники**
(наименование кафедры-разработчика УМКД)

УМКД разработал: **Арсентьев А.В., к.т.н.**
(Ф.И.О., ученая степень авторов разработки)

Рассмотрено и одобрено на заседании методической комиссии **ФРТЭ**

Протокол № _____ от « _____ » _____ 2016 г.

Председатель методической комиссии _____
(Ф.И.О)

Воронеж 2016 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)

«УТВЕРЖДАЮ»
Председатель Ученого совета
факультета радиотехники и электроники
проф. Небольсин В.А. _____
(подпись)
_____ 2016 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

Основы проектирования электронной компонентной базы

(наименование дисциплины по учебному плану ООП)

для направления подготовки: **11.03.04 Электроника и нанoeлектроника**
(код, наименование)

Профиль подготовки: **Микроэлектроника и твердотельная электроника**
(название профиля, магистерской программы, специализации по УП)

Часов по УП: 144; Часов по РПД: 144;

Часов по УП (без учета часов на экзамены): 108; Часов по РПД: 108;

Часов на самостоятельную работу по УП: 36 (33%);

Часов на самостоятельную работу по РПД: 36 (33%)

Общая трудоемкость в ЗЕТ: 4;

Виды контроля в семестрах (на курсах): Экзамены - 6; Зачеты - 0; Зачеты (с оценкой) – 0;

Курсовые проекты - 6; Курсовые работы - 0.

Форма обучения: очная;

Срок обучения: нормативный.

Распределение часов дисциплины по семестрам

Вид занятий	№ семестров, число учебных недель в семестрах																	
	1 / 18		2 / 18		3 / 18		4 / 18		5 / 18		6 / 18		7 / 18		8 / 12		Итого	
	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД
Лекции											18	18					18	18
Лабораторные											36	36					36	36
Практические											18	18					18	18
Ауд. занятия											72	72					72	72
Сам. работа											36	36					36	36
Итого											108	108					108	108

Сведения о ФГОС, в соответствии с которым разработана рабочая программа дисциплины (модуля) – 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника». Утвержден приказом Министерства образования Российской Федерации от 12 марта 2015 г. № 218.

Программу составил: к.т.н., Арсентьев А.В.
(подпись, ученая степень, ФИО)

Рецензент(ы): Коваленко П.Ю., к.т.н., зам. гл. инженера АО «ВЗПП-С»

Рабочая программа дисциплины составлена на основании учебного плана подготовки бакалавров по направлению 11.03.04 “Электроника и нанoeлектроника”, профиль “Микроэлектроника и твердотельная электроника”.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры полупроводниковой электроники и нанoeлектроники

протокол № ____ от _____ 2016 г.

Зав. кафедрой ППЭНЭ _____ С.И. Рембеза

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Цель изучения дисциплины – является обучение студентов основам проектирования электронной компонентной базы, современным средствам и алгоритмам машинного проектирования.
1.2	Для достижения цели ставятся задачи:
1.2.1	теоретическое освоение машинных алгоритмов анализа и проектирования компонентов интегральных схем;
1.2.2	формирование и закрепление практических навыков с использованием программных средств проектирования электронной компонентной базы.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Цикл (раздел) ООП: Б1	код дисциплины в УП: Б1.Б.18
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося	
Для успешного освоения данной дисциплины студент должен освоить следующие предшествующие дисциплины	
Б1.Б.5	Математика
Б1.Б.9	Информационные технологии
Б1.Б.11	Теоретические основы электротехники
Б1.Б.20	Схемотехника
Б1.В.ДВ.3.2	Пакеты прикладных математических программ
Б1.В.ДВ.4.1	Физика полупроводников
Б1.В.ДВ.4.2	Физика диэлектриков
2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее	
Б1.В.ОД.18	Системы автоматизированного проектирования интегральных микросхем
Б1.В.ОД.19	Проектирование БИС
Б1.В.ДВ.8.1	Проектирование микропроцессорных устройств

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-1	способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования
------	--

ПК-2	способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения
------	--

В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН

3.1	Знать:
3.1.1	общую характеристику процесса проектирования электронной компонентной базы (ПК-1);
3.2	Уметь:
3.2.1	выбирать и описывать модели электронной компонентной базы на различных этапах проектирования (ПК-1);
3.2.2	работать с техническими и программными средствами реализации процессов проектирования (ПК-1, ПК-2);
3.3	Владеть:
3.3.1	методами анализа и проектирования современной электронной компонентной базы (ПК-2).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ П./п	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Вид учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	Всего часов
1	Введение	6	1	2				2
2	Проектирование МОП транзисторов и МОП структур ИМС	6	2-5	4	4	8	4	20
3	Схемотехнический моделирование и проектирование	6	6-14	8	10	20	22	60
4	Проектирование топологии	6	15-18	4	4	8	10	26
Итого				18	18	36	36	108

4.1 ЛЕКЦИИ

Неделя семестра	Тема и содержание лекции	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)
6 семестр		18	
1. Введение		2	
1	Введение Предмет дисциплины и ее задачи. Классификация интегральных микросхем по функциональным, структурным и конструктивно-технологическим признакам. Основные понятия процесса проектирования. Методы и типовые задачи проектирования ИС.	2	
2. Проектирование МОП транзисторов и МОП структур ИМС		4	
3	МОП транзисторы. Основы теории и модели Расчет крутой и пологой частей статических вольтамперных характеристик МОП-транзистора с индуцированным каналом. Факторы, влияющие на пороговое напряжение и крутизну МОП-транзистора. P-Spice модели МОП транзистора <i>Самостоятельное изучение. Влияние температуры на подвижность носителей канала МОП транзистора.</i>	2	
5	Анализ и расчет базовых вариантов инвертора на n-канальных МОП транзисторах и расчет КМОП инвертора Расчет передаточной характеристики инвертора с нелинейной нагрузкой, квазилинейной, токостабилизирующей нагрузкой и КМОП инвертора. Проектирование инвертора на n-канальных МОП транзисторах. Расчет мощности базовых вариантов инвертора. <i>Самостоятельное изучение. Особенности расчета крутой и пологой частей статических вольтамперных характеристик МОП-транзисторов с встроенным каналом</i>	2	
3. Схемотехническое моделирование и проектирование		8	
7	Методы анализа статического режима ИС Метод простой итерации, Метод Зейделя, Ньютона-Рафсона, метод продолжения и дифференцирования по параметру. <i>Самостоятельное изучение. Анализ статического режима методом Ньютона.</i>	2	
9	Методы анализа временных характеристик ИС Постановка задачи анализа переходных процессов в ИС. Классификация численных методов решения задачи. Численные методы анализа. Понятие жесткости и устойчивости. Дискретные модели реактивных элементов ИС. <i>Самостоятельное изучение. Классические законы коммутации для анализа переходных процессов в схемах.</i>	2	

11	Методы и задачи логического моделирования Иерархия моделей сигналов и элементов логического проектирования ИС. Методы синхронного моделирования. <i>Самостоятельное изучение. Таблицы истинности для базовых логических элементов в двухзначной логике.</i>	2	
13	Асинхронное и синхронное моделирование Асинхронное моделирование. Понятие статического и динамического “риска сбоя”. Выявление “риска сбоя” методами логического моделирования. Событийный алгоритм асинхронного моделирования.	2	
4. Проектирование топологии		4	
15	Стандартные задачи и методы проектирования топологии ИС Проектирование топологии ИС: постановка задачи, основные понятия, критерии оптимальности. Конструкторско-технологические ограничения. Основные правила проектирования топологии	2	
17	Размещение компонентов ИС Постановка задачи, основные понятия, критерии оптимальности. Классификация основных методов размещения. Матрица связности и расстояния. Размещение методом “ветвей и границ”.	2	
Итого часов		18	

4.2 Практические занятия

Неделя семестра	Тема и содержание практического занятия	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
6 семестр		18		
2. Проектирование МОП транзисторов и МОП структур ИМС		4		
2	Проектирование МОП-инвертора с нелинейной нагрузкой. Интерактивная форма: групповое обсуждение характеристик инвертора.	2		
4	Проектирование МОП-инвертора с квазилинейной нагрузкой. Интерактивная форма: групповое обсуждение характеристик инвертора.	2		
3. Схемотехническое моделирование и проектирование		10		
6	Проектирование МОП-инвертора с токостабилизирующей нагрузкой. Интерактивная форма: групповое обсуждение характеристик инвертора.	2		
8	Проектирование КМОП-инвертора	2		
10	Проектирование тестов выявления одиночных и кратных константных неисправностей методом булевых разностей	2		

12	Проектирование тестов выявления одиночных и кратных константных неисправностей методом Рота	2		
14	Контрольная работа	2		К. раб.
4. Проектирование топологии		4		
16	Проектирование межсоединений	2		
18	Размещение компонентов ИС методом “ветвей и границ”.	2		
Итого часов		18		

4.3 ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Неделя семестра	Наименование лабораторной работы	Объем часов	В том числе в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
6 семестр		36		
Проектирование МОП транзисторов и МОП структур ИМС		8		
2	Редактирование SPICE-параметров МОП транзистора. Подбор параметров по экспериментальным данным.	4		отчет
4	Работа с программой графического редактора электрических схем. Создание основных вариантов электрических схем МОП-инвертора в программе схемотехнического редактора	4		отчет
Схемотехнический анализ и проектирование		20		
6	Анализ статического режима МОП – инвертора с нелинейной нагрузкой.	4		отчет
8	Анализ статического режима МОП – инвертора с токостабилизирующей нагрузкой.	4		отчет
10	Анализ статического режима КМОП – инвертора.	4		отчет
12	Анализ переходного процесса МОП – инвертора с нелинейной нагрузкой.	4		отчет
14	Анализ переходного процесса КМОП – инвертора.	4		отчет
Проектирование топологии		8		
16	Размещение компонентов методом «ветвей и границ».	4		отчет
18	Проектирование межсоединений.	4		отчет
Итого часов		36		

4.4 САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
6 семестр		Экзамен	36
1	Работа с конспектом лекций, с учебником		0,5
	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	0,5
	Подготовка конспекта по теме для СРС	проверка конспекта	1
2	Работа с конспектом лекций, с учебником		0,5
	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	0,5
	Подготовка конспекта по теме для СРС	проверка конспекта	1
3	Работа с конспектом лекций, с учебником		0,5
	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	0,5
	Подготовка конспекта по теме для СРС	проверка конспекта	1
4	Работа с конспектом лекций, с учебником		0,5
	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	0,5
	Подготовка конспекта по теме для СРС	проверка конспекта	1
5	Работа с конспектом лекций, с учебником		0,5
	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	0,5
	Подготовка конспекта по теме для СРС	проверка конспекта	1
6	Работа с конспектом лекций, с учебником		0,5
	Подготовка к защите лаб. работ	отчет, защита	0,5
	Подготовка к контрольной работе	контр. раб.	1
7	Работа с конспектом лекций, с учебником		0,5
	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	0,5
	Подготовка конспекта по теме для СРС	проверка конспекта	1
8	Работа с конспектом лекций, с учебником		0,5
	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	0,5
	Подготовка конспекта по теме для СРС	проверка конспекта	1
9	Работа с конспектом лекций, с учебником		0,5
	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	0,5
	Подготовка конспекта по теме для СРС	проверка конспекта	1
10	Работа с конспектом лекций, с учебником		0,5
	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	0,5
	Подготовка конспекта по теме для СРС	проверка конспекта	1
11	Работа с конспектом лекций, с учебником		0,5
	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	0,5
	Подготовка конспекта по теме для СРС	проверка конспекта	1
12	Работа с конспектом лекций, с учебником		0,5
	Подготовка к защите лаб. работ	отчет, защита	0,5
	Подготовка к контрольной работе	контр. раб.	1
13	Работа с конспектом лекций, с учебником		0,5

	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	0,5
	Подготовка конспекта по теме для СРС	проверка конспекта	1
14	Работа с конспектом лекций, с учебником		0,5
	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	0,5
	Подготовка конспекта по теме для СРС	проверка конспекта	1
15	Работа с конспектом лекций, с учебником		0,5
	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	0,5
	Подготовка конспекта по теме для СРС	проверка конспекта	1
16	Работа с конспектом лекций, с учебником		0,5
	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	0,5
	Подготовка конспекта по теме для СРС	проверка конспекта	1
17	Работа с конспектом лекций, с учебником		0,5
	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	0,5
	Подготовка конспекта по теме для СРС	проверка конспекта	1
18	Работа с конспектом лекций, с учебником		0,5
	Подготовка к защите лаб. работ	отчет, защита	0,5
	Подготовка к контрольной работе	контр. раб.	1

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

	В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:
5.1	Информационные лекции;
5.2	Практические занятия: – проведение контрольных работ; – обсуждение типовых ошибок домашних заданий
5.3	лабораторные работы: – выполнение лабораторных работ в соответствии с индивидуальным графиком, – защита выполненных работ;
5.4	самостоятельная работа студентов: – изучение теоретического материала, – подготовка к лекциям, лабораторным работам и практическим занятиям, – работа с учебно-методической литературой, – оформление конспектов лекций, отчетов, – подготовка к текущему контролю успеваемости, к зачету и экзамену;
5.5	консультации по всем вопросам учебной программы.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

6.1	Контрольные вопросы и задания
6.1.1	Используемые формы текущего контроля: – контрольные вопросы; – отчет и защита выполненных лабораторных работ.
6.1.2	Рабочая программа дисциплины обеспечена фондом оценочных средств для проведения входного, текущего контроля и промежуточной аттестации. Фонд включает примерные варианты контрольных работ, вопросы к экзамену. Фонд оценочных средств представлен в учебно-методическом комплексе дисциплины.
6.1.3	Темы курсовых проектов: Выполнить схемотехническое и топологическое проектирование для следующих интегральных схем: 1. Двухвходовая ТТЛ-схема И-НЕ 2. Трехвходовая ЭСЛ-схема ИЛИ-НЕ, ИЛИ 3. Двухвходовая ТТЛ-схема И-НЕ 4. Трехвходовая ЭСЛ-схема ИЛИ-НЕ, ИЛИ 5. Двухвходовая ТТЛ-схема И-НЕ 6. Трехвходовая ЭСЛ-схема ИЛИ-НЕ, ИЛИ 7. Двухвходовая ТТЛ-схема И-НЕ 8. Трехвходовая ЭСЛ-схема ИЛИ-НЕ, ИЛИ 9. Двухвходовая ТТЛ-схема И-НЕ 10. Трехвходовая ЭСЛ-схема ИЛИ-НЕ, ИЛИ 11. Двухвходовая ТТЛ-схема И-НЕ 12. Трехвходовая ЭСЛ-схема ИЛИ-НЕ, ИЛИ 13. Двухвходовая п-канальная МОП-схема И 14. Трехвходовая п-канальная МОП-схема ИЛИ 15. Двухвходовая п-канальная МОП-схема И-НЕ 16. Трехвходовая п-канальная МОП-схема ИЛИ-НЕ 17. Двухвходовая КМОП-схема И 18. Трехвходовая КМОП-схема ИЛИ 19. Двухвходовая КМОП-схема И-НЕ 20. Трехвходовая КМОП-схема ИЛИ-НЕ 21. Двухвходовая КМОП-схема запрета 22. Двухвходовая п-канальная МОП-схема запрета

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1 Рекомендуемая литература				
№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид издания	Обеспеченность
7.1.1. Основная литература				
7.1.1.1	Бордаков Е.В.	Основы проектирования топологии ИС	2010 печат.	0,5
7.1.2. Дополнительная литература				

7.1.2.1	Строгонов А.В.	Основы микросхемотехники инте- гральных схем	2012 Магнитный носитель	1
7.1.3 Методические разработки				
7.1.4 Программное обеспечение				
7.1.4.1	Компьютерные лабораторные работы: • Создание основных вариантов электрических схем МОП–инвертора в про- грамме схемотехнического редактора • Анализ статического режима МОП – инвертора с нелинейной нагрузкой. • Анализ статического режима МОП – инвертора с токостабилизирующей нагрузкой. • Анализ статического режима КМОП – инвертора. • Анализ переходного процесса МОП – инвертора с нелинейной нагрузкой. • Анализ переходного процесса КМОП – инвертора.			

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1	Специализированная лекционная аудитория , оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой
8.3	Дисплейный класс , оснащенный компьютерными программами для проведения лабораторного практикума

**Карта обеспеченности рекомендуемой литературой
по дисциплине «Основы проектирования электронной компонентной базы»**

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Год издания. Вид издания.	Обеспечен- ность
1. Основная литература				
Л1.1	Бордаков Е.В.	Основы проектирования топологии ИС	2010 печат.	0,5
2. Дополнительная литература				
Л2.1	Строгонов А.В.	Основы микросхемотехники инте- гральных схем	2012 Магнит- ный носитель	1

Зав. кафедрой _____ / С.И. Рембеза/

Директор НТБ _____ / Т.И. Буковшина/

«УТВЕРЖДАЮ»
Председатель Ученого совета факультета радиотехники и электроники

_____ Небольсин В.А.
(подпись)
_____ 201__ г.

Лист регистрации изменений (дополнений) УМКД

Основы проектирования электронной компонентной базы

В УМКД вносятся следующие изменения (дополнения):

Изменения (дополнения) в УМКД обсуждены на заседании кафедры полупроводниковой электроники и нанoeлектроники

Протокол № _____ от «___» _____ 20__ г.

Зав. кафедрой ППЭНЭ

С.И. Рембеза

Изменения (дополнения) рассмотрены и одобрены методической комиссией ФРТЭ

Председатель методической комиссии ФРТЭ

А.Г. Москаленко

«Согласовано»

С.И. Рембеза

Лист регистрации изменений

Порядковый номер изменения	Раздел, пункт	Вид изменения (заменить, аннулировать, добавить)	Номер и дата приказа об изменении	Фамилия и инициалы, подпись лица, внесшего изменение	Дата внесения изменения