

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

Системы автоматизированного проектирования интегральных микросхем
(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

Системы автоматизированного проектирования интегральных микросхем (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: 108; Часов по РПД: 108;

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

Часов на самостоятельную работу по УП: 54 (50%);

Часов на самостоятельную работу по РПД: 54 (50%)

Общая трудоемкость в ЗЕТ: 3;

Виды контроля в семестрах (на курсах): Экзамены - 0; Зачеты - 0; Зачеты с оценкой – 7;
Курсовые проекты - 0; Курсовые работы - 0.

Форма обучения: очная;

Срок обучения: нормативный.

Распределение часов дисциплины по семестрам

Вид занятия	№ 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													-	-			-	-
Ауд. занятия													54	54			54	54
Сам. работа													54	54			54	54
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 “Микroeлектроника 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 – обучение студентов основам проектирования интегральных микросхем с помощью современных САПР.
1.2	Для достижения цели ставятся задачи:
1.2.1	теоретическое освоение современных средств и способов автоматизированной разработки интегральных микросхем на всех этапах проектирования;
1.2.2	приобретение опыта использования программного обеспечения для моделирования и проектирования ИМС.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Цикл (раздел) ООП: Б1	код дисциплины в УП: Б1.В.ОД.18
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося	
Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь базовую подготовку по дисциплинам	
Б1.Б.9	Информационные технологии
Б1.Б.11	Теоретические основы электротехники
Б1.Б.18	Основы проектирования электронной компонентной базы
Б1.Б.20	Схемотехника
2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее	
Б1.В.ОД.19	Проектирование БИС
Б1.В.ДВ.8.1	Проектирование микропроцессорных устройств
Б1.В.ДВ.9.1	Проектирование цифровых устройств в базисе ПЛИС

КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПК-9	способностью использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности
ПКВ-1	способностью владеть современными методами расчета и проектирования микроэлектронных приборов и устройств твердотельной электроники, способностью к восприятию, разработке и критической оценке новых способов их проектирования
ПКВ-3	способность идентифицировать новые области исследований, новые проблемы в сфере физики, проектирования, технологии изготовления и применения микроэлектронных приборов и устройств

3. В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН

3.1	Знать:
3.1.1	общую характеристику процесса проектирования ИС (ОПК-9);
3.1.2	восходящее и нисходящее проектирование (ОПК-9);

3.1.3	методы и этапы проектирования (ОПК-9);
3.2	Уметь:
3.2.1	выбирать и применять различные программные средства машинного моделирования и проектирования ИМС на всех этапах (ПКВ-1);
3.3	Владеть:
3.3.1	представлением об эволюции и перспективах развития программных средств автоматизированного проектирования ИМС (ПКВ-1, ПКВ-3).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ П./п	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Вид учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
				Лекции	Практические за- нятия	Лабораторные. работы	СРС	Всего часов
1	Общие сведения о САПР	7	1	2	-	-	3	5
2	Схемотехническое моделирование ИС	7	2-6	4	-	12	15	31
3	Проектирование топологии ИС на основе графических примитивов	7	7-9	4	-	6	9	19
4	Верификация топологии ИС	7	10-12	2	-	6	9	17
5	Проектирование топологии ИС на основе стандартных ячеек	7	13-18	6	-	12	18	36
Итого				18		36	54	108

4.1 ЛЕКЦИИ

Неделя семестра	Тема и содержание лекции	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)
7 семестр		18	
1. Общие сведения о САПР		2	
1	САПР. Интеллектуальные САПР ИС. Типовая схема проектирования ИС с помощью САПР на примере пакета Tanner EDA . Общие характеристики систем схемотехнического и логического моделирования ИС. Состав T-Spice Pro и назначение его модулей. Общие характеристики системы топологического проектирования. Состав L-Edit Pro и назначение его модулей	2	
2. Схемотехническое моделирование ИС		4	

3	Вызов программы S-Edit и настройка интерфейса. Основные команды меню и кнопки инструментов по созданию и математическому описанию моделей компонентов. Редактирование параметров компонентов. Иерархические компоненты. Создание специальных схемотехнических элементов. <u>Самостоятельное изучение.</u> Ввод компонентов, поворот, зеркальное отражение, копирование, удаление, изменение параметров.	2	
5	Схемотехническое моделирование работы ИС. Вариации параметров компонентов схемы и температуры. Управление выдачей результатов в графическом и табличном виде. <u>Самостоятельное изучение.</u> Вызов программы W-Edit и настройка интерфейса. Основные команды меню и кнопки инструментов по графической обработке результатов схемотехнического анализа.	2	
3. Проектирование топологии ИС на основе графических примитивов		4	
7	Вызов программы L-Edit и настройка интерфейса. Основные понятия: примитив, слой, ячейка, образец, массив, лейаут. Команды меню и кнопки инструментов по созданию и редактированию топологии ИС. Типовые слои – имена и назначение/ <u>Самостоятельное изучение.</u> Масштабирование и панорамирование; просмотр лейаутов.	2	
9	Создание ячейки и образцов на основе рисование примитивов. Создание и редактирование образцов. Массивы образцов. Иерархия проектирования. Редактирование, копирование, переименование, блокирование/разблокирование ячеек и образцов. Пример создания топологии логического элемента.	2	
4. Верификация топологии ИС		2	
11	Правила проектирования Мида-Конвея. Параметр размера λ. Задание правил проектирования топологии. Проверка правил указанной области или целого чипа с помощью L-Edit/DRC. Анализ результатов проверки и локализации ошибок. Извлечение текстового описания электрической схемы по ее топологии (L-Edit/Extract) <u>Самостоятельное изучение.</u> Получение вертикальной структуры топологии ИС.	2	
5. Проектирование топологии ИС на основе стандартных ячеек		6	
13,15	Типовые шаги запуска SPR. Установки SPR - задание параметров, правил, ограничений, приоритетов процедуры автоматизированного размещения и трассировки.	4	
17	Генерация ядра основные параметры генерации ядра. Генерация контактных площадок выводов (Padframe) и трассировка. Просмотр статистики результатов проектирования топологии ИС. Оптимизация топологии ИС. При-	2	

	меры проектирования топологии ИС на основе SPR .		
Итого часов		18	

4.2 ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ НЕ ПЛАНИРУЮТСЯ

4.3 ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Неделя семестра	Наименование лабораторной работы	Объем часов	В том числе в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
7 семестр		36		
2. Схемотехническое моделирование ИС		12		
2	Создание библиотечного компонента ИС для схемотехнического анализа. Интерактивная форма: групповое обсуждение характеристик и возможностей применения библиотечных элементов ИС для автоматизации проектирования.	2		отчет
3	Создание иерархического модуля логической схемы. Интерактивная форма: групповое обсуждение характеристик и возможностей технологии иерархического проектирования ИС.	2		отчет
4	Создание специальных модулей команд схемотехнического моделирования. Интерактивная форма: групповое обсуждение возможностей основных вариантов специальных модулей при схемотехническом моделировании ИС.	2		отчет
5	Статический анализ ИС. Интерактивная форма: групповое обсуждение сравнительных характеристик программ схемотехнического анализа ИС в режиме статики.	2		отчет
6	Анализ временных характеристик ИС. Интерактивная форма: групповое обсуждение сравнительных характеристик программ схемотехнического анализа временных характеристик ИС.	4		отчет
3. Проектирование топологии ИС на основе графических примитивов		6		
7,8,9	Проектирование топологии стандартной ячейки. Интерактивная форма: групповое обсуждение требований, предъявляемых к проектированию топологии стандартной ячейки. Основные варианты стандартных ячеек.	6		отчет
4. Верификация топологии ИС		6		
10,11, 12	Верификация фрагментов топологии ИС. Интерактивная форма: групповое обсуждение конструкторских технологических требований, предъявляемых к проектированию топологии ИС, методов обнару-	6		отчет

	жения и исправления ошибок топологии.			
5. Проектирование топологии ИС на основе стандартных ячеек		12		
13,14	Настройка параметров размещения и трассировки ядра ИС. Интерактивная форма: групповое обсуждение основных параметров настройки ядра для размещения и трассировки.	4		отчет
15, 16	Генерация топологии ядра ИС на основе библиотеки стандартных ячеек.	4		отчет
17, 18	Оптимизация генерации топологии ядра ИС на основе стандартных ячеек. Интерактивная форма: групповое обсуждение возможных вариантов оптимизации сгенерированной топологии ядра ИС.	4		отчет
Итого часов		36		

4.4 САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
1 семестр		Зачет	54
2	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению работ	1
	Подготовка к защите лаб. работы	отчет	2
3	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению работ	1
	Подготовка к защите лаб. работы	отчет	2
4	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению работ	1
	Подготовка к защите лаб. работы	отчет	2
5	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению работ	1
	Подготовка к защите лаб. работы	отчет	3
6	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению работ	1
	Подготовка к защите лаб. работы	отчет	3
7	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению работ	1
	Подготовка к защите лаб. работы	отчет	3
8	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению работ	1
	Подготовка к защите лаб. работы	отчет	3
9	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению работ	1
	Подготовка к защите лаб. работы	отчет	3
10	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению работ	1
	Подготовка к защите лаб. работы	отчет	3
11	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению работ	1
	Подготовка к защите лаб. работы	отчет	3
12	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению работ	1
	Подготовка к защите лаб. работы	отчет	2
13	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению работ	1
	Подготовка к защите лаб. работы	отчет	2
14	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению работ	1
	Подготовка к защите лаб. работы	отчет	2

15	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению работ	1
	Подготовка к защите лаб. работы	отчет	2
16	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению работ	1
	Подготовка к защите лаб. работы	отчет	3
17	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению работ	1
	Подготовка к защите лаб. работы	отчет	3
Итого часов			54

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

	В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:
5.1	Информационные лекции;
5.2	лабораторные работы: выполнение лабораторных работ в соответствии с индивидуальным графиком, защита выполненных работ;
5.3	самостоятельная работа студентов: изучение теоретического материала, подготовка к лекциям, лабораторным работам, работа с учебно-методической литературой, оформление конспектов лекций, отчетов, подготовка к текущему контролю успеваемости, к зачету;
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 экзаменам. Фонд оценочных средств представлен в учебно-методическом комплексе дисциплины.

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 интегральных схем	2012 Магнитный носитель	1

7.1.3 Методические разработки				
7.1.4 Программное обеспечение				
7.1.4.1	Компьютерные лабораторные работы: • Создание библиотечного компонента ИС для схемотехнического анализа. • Создание иерархического модуля логической схемы. • Статический анализ ИС. • Анализ временных характеристик ИС. • Проектирование топологии стандартной ячейки. • Верификация фрагментов топологии ИС. • Настройка параметров размещения и трассировки ядра ИС. • Генерация топологии ядра ИС на основе библиотеки стандартных ячеек. • Оптимизация генерации топологии ядра ИС на основе стандартных ячеек.			

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 «Системы автоматизированного проектирования интегральных
микросхем»**

№ 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

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

Лист регистрации изменений (дополнений) УМКД

Системы автоматизированного проектирования интегральных микросхем

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