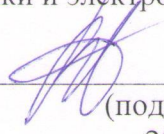


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)

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

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ**

**Расчетно-конструкторская практика**

(наименование дисциплины по учебному плану ООП)

для направления подготовки: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**  
(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 наноэлектроники**  
(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 № 5 от «21» 01, 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**

**Расчетно-конструкторская практика**

(наименование дисциплины по учебному плану ООП)

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

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

**Часов по УП: 162; Часов по РПД: 162;**

**Часов по УП (без учета часов на экзамены): 162 Часов по РПД: 162;**

**Часов на самостоятельную работу по УП: 117 (72%);**

**Часов на самостоятельную работу по РПД: 117 (72%)**

**Общая трудоемкость в ЗЕТ: 4,5;**

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

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 / 10		Итого	
	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД
Лекции											12	12					12	12
Лабораторные											-	-					-	-
Практические											33	33					33	33
Ауд. Занятия											45	45					45	45
Сам. Работа											117	117					117	117
Итого											162	162					162	162



Сведения о ФГОС, в соответствии с которым разработана рабочая программа дисциплины (модуля) – 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника». 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 наноэлектроника”, профиль “Микроэлектроника и твердотельная электроника”.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры полупроводниковой электроники и наноэлектроники

протокол № 9 от 16.01 2016 г.

Зав. кафедрой ППЭНЭ  С.И. Рембеза

№ п/п	Распределение часов дисциплины по семестрам											
	1 семестр		2 семестр		3 семестр		4 семестр		5 семестр		6 семестр	
№ п/п	конт.	лек.	конт.	лек.	конт.	лек.	конт.	лек.	конт.	лек.	конт.	лек.
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32												
33												
34												
35												
36												
37												
38												
39												
40												
41												
42												
43												
44												
45												
46												
47												
48												
49												
50												
51												
52												
53												
54												
55												
56												
57												
58												
59												
60												
61												
62												
63												
64												
65												
66												
67												
68												
69												
70												
71												
72												
73												
74												
75												
76												
77												
78												
79												
80												
81												
82												
83												
84												
85												
86												
87												
88												
89												
90												
91												
92												
93												
94												
95												
96												
97												
98												
99												
100												

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОВЕДЕНИЯ РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТОРСКОЙ ПРАКТИКИ

Выписка из Федерального Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования направления 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»:

«Раздел основной образовательной программы бакалавриата «Учебная и производственная практика» является обязательным и представляет собой вид учебных занятий, непосредственно ориентированных на профессионально-практическую подготовку обучающихся

Конкретные виды практик определяются ООП вуза. Цели, задачи, программы и формы отчетности определяются вузом по каждому виду практики.

Практики проводятся в сторонних организациях или на кафедрах и в лабораториях вуза (учебная практика), обладающим необходимым кадровым и научно-техническим потенциалом.

Аттестация по итогам практики проводится на основании оформленного в соответствии с установленными требованиями итогового отчета и отзыва руководителя от предприятия. По итогам практики выставляется оценка. По результатам аттестации выставляется дифференцированная оценка».

### 1. ЦЕЛИ РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТОРСКОЙ ПРАКТИКИ

<b>1.1</b>	<b>Целью практики</b> является формирование системы знаний по автоматизированному проектированию БИС с использованием САПР CadenceOrCAD16.5 и САПР TannerEDA 12
<b>1.2</b>	<b>Для достижения цели ставятся задачи:</b>
1.2.1	освоение студентами процесса схемотехнического проектирования КМОП-схем с использованием САПР CadenceOrCAD;
1.2.2	освоение студентами процесса функционального моделирования КМОП-схем с использованием CadenceOrCADPSpice;
1.2.3	освоение студентами процесса проектирования топологии комбинационных и последовательностных КМОП-схем в САПР TannerEDA.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Цикл (раздел) ООП: Б2	код дисциплины в УП: Б2.П.2
<b>2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося</b>	
Для успешного прохождения расчетно-конструкторской практики 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
<b>2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее</b>	
Б1.В.ОД.19	Проектирование БИС
Б1.В.ДВ.8.1	Проектирование микропроцессорных устройств

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРОХОЖДЕНИЯ РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТОРСКОЙ ПРАКТИКИ

ОПК-6	способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий
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-4	способностью разрабатывать модели исследуемых процессов, материалов, элементов, приборов, устройств твердотельной электроники и микроэлектронной техники

### В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРОХОЖДЕНИЯ РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТОРСКОЙ ПРАКТИКИ ОБУЧАЮЩИЙСЯ ДОЛЖЕН

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	общие сведения о функциональных узлах комбинационного типа, последовательностного типа, о схемотехнической реализации функциональных узлов по конструктивно-технологическим проектным нормам масштабируемой КМОП-технологии (ОПК-6);
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	проектировать функциональные схемы и топологии комбинационных и последовательностных КМОП-схем (ПКВ-4);
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	навыками работы со схемотехническими редакторами CadenceOrCADCapture, Tanner Sedit, с симулятором OrCADPSpiceA/D, с редактором топологии Tanner L-Edit (ПКВ-1; ПКВ-4).

### 4. ФОРМЫ ПРОВЕДЕНИЯ РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТОРСКОЙ ПРАКТИКИ

Практика включает теоретические занятия, получение практических навыков работы в САПР CadenceOrCAD и TannerEDA, выполнение расчетно-конструкторской части практики по индивидуальному заданию.

### 5. МЕСТО И ВРЕМЯ ПРОВЕДЕНИЯ РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТОРСКОЙ ПРАКТИКИ

Практика проводится на кафедре полупроводниковой электроники и наноэлектроники (ППЭНЭ) ВГТУ. Время проведения практики – 43,44 и 45 недели 3 курса (3 недели).

## 6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТОРСКОЙ ПРАКТИКИ

Общая трудоемкость расчетно-конструкторской практики составляет 4,5 зачетные единицы, 162 часа.

№ п/п	Разделы (этапы) практики	Виды работы на практике включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Всего часов	Формы текущего контроля
		лекции	практика	самостоят. работа		
1	Функциональное моделирование КМОП-схем с использованием CadenceOrCADSpiceA/D	4	11	39	54	отчет
2	Схемотехническое проектирование последовательностных КМОП-схем в САПР	4	11	39	54	отчет
3	Проектирование топологии комбинационных и последовательностных КМОП-схем в САПР LEditTannerEDA.	4	11	39	54	отчет, зачет
<b>Итого</b>		<b>12</b>	<b>33</b>	<b>117</b>	<b>162</b>	

### План-график проведения расчетно-конструкторской практики

№ недели	№ п/п	Виды работ студентов организационных мероприятий	Аудиторных занятий час.
1	1	Организационное собрание. Инструктаж по технике безопасности. Цели и задачи практики. Маршрут проектирования ИС. (лекция). Работа с литературой.	3
	2	Знакомство с содержанием и правилами оформления отчета по практике. САПР топологии ИС. (лекция). Работа над отчетом.	3
	3	Функционально-логическое проектирование ИС (лекция). Работа над отчетом. Конструкторско-технологические требования масштабируемой КМОП-технологии (практическая работа).	3
	4	Схемотехническое проектирование ИС (лекция). Работа над отчетом.	3
	5	Функциональная верификация ИС (лекция). Работа над отчетом.	3
2	6	Базовые логические элементы КМОП ИС. (лекция). Работа над отчетом.	3
	7	Базовые логические элементы ТТЛ ИС (лекция). Работа над отчетом.	3
	8	Базовые элементы памяти ИС. (лекция). Работа над отчетом. Основные элементы конструкции топологии заказных БИС по КМОП-технологии с двумя слоями металлизации (практическая работа).	3
	9	Специализированных (заказные/полузаказные) БИС	3

		конкретного применения (ASIC) (лекция). Работа над отчетом.	
	10	Классификация ПЛИС (FPGA и CPLD) (лекция). Работа над отчетом.	3
3	11	Понятие идеологии “система на кристалле” (System on chip, SOC) (лекция). Работа над отчетом.	3
	12	Архитектуры ПЛИС CPLD и FPGA компании Xilinx (лекция). Работа над отчетом.	3
	13	Архитектуры MAX и FLEX компании Altera (лекция). Топологические особенности построения D-триггеров с двумя слоями металлизации (практическая работа). Работа над отчетом.	3
	14	Архитектуры ПЛИС фирмы Actel (лекция). Проверка отчетов.	3
	15	Подготовка к зачету и сдача зачета по практике	3
<b>ИТОГО:</b>			<b>45</b>

## 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ И НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ НА РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТОРСКОЙ ПРАКТИКЕ

	<b>В рамках прохождения расчетно-конструкторской практики предусмотрены следующие образовательные технологии:</b>
8.1	<b>Лекции:</b> информационные лекции, лекции – визуализации, проблемные лекции, лекции с разбором конкретной ситуации
8.3	<b>Практическая работа</b> (ознакомление с оборудованием, приборами, проведение эксперимента, измерений, выполнение расчетов): – выполнение индивидуального задания, - оформление и защита отчета;
8.4	<b>Самостоятельная работа студентов:</b> – изучение теоретического материала, – наработка навыков проектирования в САПРе, – работа с учебно-методической литературой, – составление и оформление отчета, - подготовка к зачету
8.4	<b>Консультации</b> по всем вопросам расчетно-конструкторской практики.

**Индивидуальное задание** включает теоретический вопрос по одному из классов ИС, технологии или архитектуре ИС, практическое задание по схемотехническому и топологическому проектированию последовательностного устройства. Задание выдается в виде электрической принципиальной схемы по вариантам.

**ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ (ПО ИТОГАМ ПРАКТИКИ) - дифференцированный зачет (зачет с оценкой)**

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ НА РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТОРСКОЙ ПРАКТИКЕ

<b>9.1.1. Основная литература</b>				
№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы издания. Вид издания	Обеспеченность
9.1.1.1	Строгонов А.В.	Проектирование устройств цифровой обработки сигналов для реализации в базе программируемых логических интегральных схем: учебное пособие. Воронеж: ВГТУ	2013 Маг. носит.	1
9.1.1.2	Строгонов А.В.	Цифровая обработка сигналов в базе программируемых логических интегральных схем: учебное пособие. Воронеж: ВГТУ	2015 Маг. носит.	1
9.1.1.3	Бордаков Е.В. Пантелеев В.И.	Основы проектирования топологии ИС: учебное пособие. Воронеж: ВГТУ	2010 Печат.	0,5
<b>9.1.2. Дополнительная литература</b>				
9.1.2.1	Быстров Ю.А. Мироненко И.Г.	Электронные цепи и микросхемотехника: учеб. пособие - М.: Высш. шк.	2002 Печат.	0,4
<b>9.1.3 Методические разработки</b>				
9.1.3.1	Строгонов А.В.	Разработка топологических библиотек КМОП ИС: Методические указания по расчетно-конструкторской практике для студентов специальности 210104 "Микроэлектроника и твердотельная электроника" очной формы обучения № 441-2007	2007 Печат.	1
<b>9.1.4 Программное обеспечение и интернет ресурсы</b>				
9.1.4.1	<b>Мультимедийные видефрагменты:</b>			
	Технологический маршрут изготовления микросхем Функционально логическое моделирование в САПР			

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

<b>10.1</b>	Учебные лаборатории: 209/4, 212/4
<b>10.2</b>	Дисплейный класс, оснащенный компьютерными программами и проекторами
<b>10.3</b>	Натурные лекционные демонстрации: демонстрации изделий электроники и микроэлектроники: дискретных приборов, интегральных микросхем.
<b>10.4</b>	Плакаты и наглядные пособия из фонда кафедры ППЭНЭ



**Карта обеспеченности рекомендуемой литературой  
дисциплины «Расчетно-конструкторская практика»**

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Год издания. Вид издания.	Обеспеченность
<b>1. Основная литература</b>				
Л1.1	Строгонов А.В.	Проектирование устройств цифровой обработки сигналов для реализации в базе программируемых логических интегральных схем: учебное пособие. Воронеж: ВГТУ	2013 Маг. носит.	1
Л1.2	Строгонов А.В.	Цифровая обработка сигналов в базе программируемых логических интегральных схем: учебное пособие. Воронеж: ВГТУ	2015 Маг. носит.	1
Л1.3	Бордаков Е.В. Пантелеев В.И.	Основы проектирования топологии ИС: учебное пособие. Воронеж: ВГТУ	2010 Печат.	0,5
<b>2. Дополнительная литература</b>				
Л2.1	Быстров Ю.А. Мироненко И.Г.	Электронные цепи и микросхемотехника: учеб. пособие - М.: Высш. шк.	2002 Печат.	0,4
Л2.2	Быстров Ю.А. Мироненко И.Г.	Электронные цепи и микросхемотехника: учеб. пособие - М.: Высш. шк.	2002 Печат.	0,4
<b>3. Методические разработки</b>				
Л3.1	Строгонов А.В.	Разработка топологических библиотек КМОП ИС: Методические указания по расчетно-конструкторской практике для студентов специальности 210104 "Микроэлектроника и твердотельная электроника" очной формы обучения № 441-2007	2007 Печат.	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**

**Расчетно-конструкторская практика**

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

«УТВЕРЖДАЮ»  
Председатель Ученого совета факультета радиотехники и электроники

  
Небольсин В.А.  
(подпись)

201\_\_ г.

**Лист регистрации изменений (дополнений) УМКД**

**Расчетно-конструкторская практика**

В УМКД вносятся следующие изменения (дополнения):

---

---

---

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

Протокол № 9 от «16» мар 2016 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