

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
(ТУСУР)



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**Микросхемотехника**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника**

Направленность (профиль): **Нанотехнологии в электронике и микросистемной технике**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**

Кафедра: **ФЭ, Кафедра физической электроники**

Курс: **4**

Семестр: **7**

Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	36	36	часов
2	Практические занятия	22	22	часов
3	Лабораторные работы	12	12	часов
4	Всего аудиторных занятий	70	70	часов
5	Из них в интерактивной форме	14	14	часов
6	Самостоятельная работа	74	74	часов
7	Всего (без экзамена)	144	144	часов
8	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е

Зачет: 7 семестр

Томск 2017

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника, утвержденного 2015-03-06 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры « 28 » \_\_ 11\_\_ 2016\_\_ года, протокол № \_\_ 42 \_\_\_\_.

### Разработчики:

доцент, канд. техн. наук каф. ПрЭ \_\_\_\_\_ Саюн В. М.  
Профессор каф ПрЭ \_\_\_\_\_ Легостаев Н. С.

Заведующий обеспечивающей каф.  
ПрЭ \_\_\_\_\_ Михальченко С. Г.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан ФЭТ \_\_\_\_\_ Воронин А. И.  
Заведующий выпускающей каф.  
ФЭ \_\_\_\_\_ Троян П. Е.

### Эксперты:

Зам. зав. кафедрой ПрЭ по  
методической работе, профессор  
каф. ПрЭ \_\_\_\_\_ Легостаев Н. С.  
Председатель метод. комиссии  
ФЭТ, доцент каф. ФЭ \_\_\_\_\_ Чистоедова И. А.

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Формирование навыков схемотехнического проектирования микросхемной аппаратуры

### 1.2. Задачи дисциплины

– Формирование знаний о предмете, принципах, современных и перспективных направлениях, математическом аппарате микросхемотехники; знаний о назначении, характеристиках и параметрах цифровых и аналоговых интегральных микросхем; формирование навыков синтеза, анализа и моделирования микросхемной аппаратуры с использованием средств автоматизированного проектирования, а также экспериментального исследования микросхемной аппаратуры

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Микросхемотехника» (Б1.В.ОД.12) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Инженерная и компьютерная графика, Математика, Твердотельная электроника.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-3 способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей;

– ПК-1 способностью проводить физико-математическое моделирование исследуемых процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники с использованием современных компьютерных технологий;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** - предмет и принципы микросхемотехники; - функциональное назначение, характеристики, параметры и конструктивно-технологическое исполнение аналоговых и цифровых интегральных микросхем; - особенности применения интегральных микросхем в электронных устройствах различного функционального назначения.

– **уметь** - выполнять синтез, анализ, расчет и оптимизацию микросхемных устройств; - определять характеристики и параметры интегральных микросхем; - применять микросхемные изделия при проектировании и модернизации электронной аппаратуры.

– **владеть** - методами схемотехнического проектирования микросхемных устройств с использованием средств автоматизированного проектирования; - методами физико-математического моделирования исследуемых процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники; - методиками экспериментальных исследований микросхемных устройств.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		7 семестр
Аудиторные занятия (всего)	70	70
Лекции	36	36
Практические занятия	22	22
Лабораторные работы	12	12
Из них в интерактивной форме	14	14

Самостоятельная работа (всего)	74	74
Подготовка к контрольным работам	12	12
Выполнение индивидуальных заданий	8	8
Оформление отчетов по лабораторным работам	12	12
Проработка лекционного материала	22	22
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	20	20
Всего (без экзамена)	144	144
Общая трудоемкость ч	144	144
Зачетные Единицы	4.0	4.0

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	(без экзамена) Всего часов	Формируемые компетенции
<b>7 семестр</b>						
1 1. Предмет, цели и задачи микросхемотехники.	2	2	0	2	6	ОПК-3, ПК-1
2 2. Математический аппарат микросхемотехники.	2	4	0	8	14	ОПК-3, ПК-1
3 3. Цифровые микроэлектронные устройства комбинационного типа	14	6	4	33	57	ОПК-3, ПК-1
4 4. Цифровые микроэлектронные устройства последовательностного типа	12	6	4	22	44	ОПК-3, ПК-1
5 5. Основы аналоговой микросхемотехники.	6	4	4	9	23	ОПК-3, ПК-1
Итого за семестр	36	22	12	74	144	
Итого	36	22	12	74	144	

## 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	ч Трудоемкость,	компетенции Формируемые
7 семестр			
1 1. Предмет, цели и задачи микросхемотехники.	Микросхемотехника как раздел микроэлектроники. Принципы и основные направления микросхемотехники. Термины и определения. Этапы схемотехнического проектирования микроэлектронных устройств. Классификация, условные графические обозначения интегральных микросхем.	2	ОПК-3, ПК-1
	Итого	2	
2 2. Математический аппарат микросхемотехники.	Цифровое кодирование сигналов. Представление цифровой информации. Математический аппарат булевой алгебры. Математический аппарат теории конечных автоматов.	2	ОПК-3, ПК-1
	Итого	2	
3 3. Цифровые микроэлектронные устройства комбинационного типа	Синтез и анализ микроэлектронных комбинационных цифровых устройств. Шифраторы дешифраторы. Мультиплексоры и демультимплексоры. Цифровые сумматоры и вычитатели. Цифровые компараторы.	6	ОПК-3, ПК-1
	Логические элементы. Схематическая реализация основных логических элементов	4	
	Программируемые логические интегральные схемы. Постоянные запоминающие устройства	4	
	Итого	14	
4 4. Цифровые микроэлектронные устройства последовательного типа	Синтез и анализ микроэлектронных последовательных цифровых устройств. Триггеры памяти и сдвига. Счетчики. Делители частоты. Распределители	8	ОПК-3, ПК-1

	импульсов и уровней. Оперативные запоминающие устройства.		
	Запоминающие устройства	4	
	Итого	12	
5.5. Основы аналоговой микросхемотехники.	Принципы аналоговой микросхемотехники. Основные и специальные аналоговые функции. Классификация аналоговых интегральных схем. Интегральные операционные усилители. Инструментальные аналоговые интегральные схемы.	4	ОПК-3, ПК-1
	Основные узлы аналоговой микросхемотехники	2	
	Итого	6	
Итого за семестр		36	

### 5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин				
	1	2	3	4	5
Предшествующие дисциплины					
1 Инженерная и компьютерная графика		+	+	+	+
2 Математика		+	+	+	
3 Твердотельная электроника			+	+	+
Последующие дисциплины					
1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	+	+	+	+	+

### 5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	
ОПК-3	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет, Расчетная работа
ПК-1	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет, Расчетная работа

### 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Интерактивные практические занятия	Интерактивные лабораторные занятия	Интерактивные лекции	Всего
7 семестр				
Решение ситуационных задач	2			2
Исследовательский метод	4			4
Исследовательский метод		2		2
Работа в команде		2		2
Поисковый метод			2	2
Решение ситуационных задач			2	2
Итого за семестр:	6	4	4	14
Итого	6	4	4	14

### 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	ч Трудоемкость,	компетенции Формируемые
<b>7 семестр</b>			
3 3. Цифровые микроэлектронные устройства комбинационного типа	Синтез комбинационных цифровых устройств	4	ОПК-3, ПК-1
	Итого	4	
4 4.Цифровые микроэлектронные устройства последовательностного типа	Синтез синхронного счетчика с заданной последовательностью смены состояний.	4	ОПК-3, ПК-1
	Итого	4	
5 5.Основы аналоговой микросхемотехники.	Исследование усилителей и преобразователей сигналов на операционных усилителях	4	ОПК-3, ПК-1
	Итого	4	
Итого за семестр		12	

### 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	ч Трудоемкость,	компетенции Формируемые
<b>7 семестр</b>			
1 1. Предмет, цели и задачи микросхемотехники.	Классификация, условные и условные графические обозначения интегральных микросхем.	2	ОПК-3, ПК-1
	Итого	2	
2 2.Математический аппарат микросхемотехники.	Представление, преобразование и минимизация булевых функций	2	ОПК-3, ПК-1
	Представление, преобразование и минимизация булевых функций.	2	



	Итого	4	
3 3. Цифровые микроселектронные устройства комбинационного типа	Анализ и синтез цифровых устройств на базе мультиплексов, демуптиплексов, шифраторов и дешифраторов.	2	ОПК-3, ПК-1
	Анализ и синтез цифровых устройств на базе сумматоров и цифровых компараторов.	2	
	Синтез комбинационных цифровых устройств на базе программируемых логических интегральных схем.	2	
	Итого	6	
4 4.Цифровые микроселектронные устройства последовательного типа	Анализ и синтез цифровых счетчиков	2	ОПК-3, ПК-1
	Анализ и синтез последовательных цифровых устройств	4	
	Итого	6	
5 5.Основы аналоговой микросхемотехники.	Анализ аналоговых электронных схем на основе операционных усилителей	4	ОПК-3, ПК-1
	Итого	4	
Итого за семестр		22	

### 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	ч Трудоемкость,	компетенции Формируемые	Формы контроля
7 семестр				
1 1. Предмет, цели и задачи микросхемотехники.	Проработка лекционного материала	2	ОПК-3, ПК-1	Зачет, Опрос на занятиях
	Итого	2		
2 2.Математический аппарат микросхемотехники.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-3, ПК-1	Зачет, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Расчетная работа
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Подготовка к	2		

	контрольным работам			
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	8		
3 3. Цифровые микрoэлектронные устройства комбинационного типа	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-3, ПК-1	Зачет, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Проработка лекционного материала	5		
	Проработка лекционного материала	2		
	Проработка лекционного материала	2		
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Выполнение индивидуальных заданий	4		
	Подготовка к контрольным работам	4		
	Итого	33		
4 4.Цифровые микрoэлектронные устройства последовательностного типа	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-3, ПК-1	Зачет, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Проработка лекционного материала	2		
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		

	Выполнение индивидуальных заданий	4		
	Подготовка к контрольным работам	4		
	Итого	22		
5 5.Основы аналоговой микросхемотехники.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-3, ПК-1	Зачет, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа
	Проработка лекционного материала	1		
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	9		
Итого за семестр		74		
Итого		74		

### 9.1. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

1. Сумматоры и вычитатели
2. Мультиплексоры и демультимплексоры
3. Расчет типовых схем на операционных усилителя
4. Счетчики
5. Цифровой компаратор
6. Шифраторы и дешифраторы
7. Системы счисления
8. Счетчики
9. Преобразование булевых выражений на основе законов булевой алгебры
10. Синтез комбинационных устройств с помощью базовых логических элементов

### 9.2. Вопросы на проработку лекционного материала

11. Программируемые логические матрицы
12. Характеристики идеального и неидеального операционного усилителя
13. Логические элементы и их схемотехническая реализация
14. Базовые узлы аналоговой микросхемотехники
15. Преобразователи кодов
16. Контроль четности
17. Регистры памяти
18. Цели и задачи микросхемотехники
19. Регистры сдвига

### 9.3. Темы лабораторных работ

20. Функциональные узлы комбинационного типа
21. Усилители сигналов на основе типовых схем ОУ
22. Функциональные узлы последовательностного типа

### 9.4. Темы индивидуальных заданий

23. Синтез схем последовательностного типа
24. Синтез схем комбинационного типа

### 9.5. Темы контрольных работ

25. Асинхронные счетчики и делители частоты
26. Минимизация булевых выражений (законы, карта Карно)

27. мультиплексоры и демультимплексоры  
 28. минимизация булевых выражений

### 10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

### 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

#### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
7 семестр				
Контрольная работа	10	15	15	40
Опрос на занятиях	5	5		10
Отчет по индивидуальному заданию	10	10		20
Отчет по лабораторной работе		10	20	30
Итого максимум за период	25	40	35	100
Нарастающим итогом	25	65	100	100

#### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

#### 11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
65 - 69		
3 (удовлетворительно) (зачтено)	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Легостаев Н.С. Микроэлектроника: Учеб. пособие/ Н.С. Легостаев, К.В. Четвергов - Томск: Эль Контент, 2013. - 172 с. ISBN 978-5-4332-0073-9. [Электронный ресурс]. - <http://ie.tusur.ru/docs/lms/me.rar>

### 12.2. Дополнительная литература

1. Шаратов А.В. Микроэлектроника. Цифровая схемотехника: Учеб. пособие / А.В. Шаратов. – Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2007. – 162 с., ISBN 978-586889-400-8-90 90экз (наличие в библиотеке ТУСУР - 90 экз.)
2. Ефимов И.Е. Основы микроэлектроники: Учебник. 3-е., стер.- СПб.: Издательство "Лань", 2008.-384 с.: ил.- (Учебник для вуза. Специальная литература.) ISBN 978-5-8114-0866-5. эл. адр. [Электронный ресурс]. - <https://e.lanbook.com/reader/book/709/#1>

### 12.3 Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Шаратов А.В. Микроэлектроника: Уч. пособие. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2013 – 138 с.- лабораторные работы стр. 111-124. [Электронный ресурс]. - <http://www.ie.tusur.ru/docs/mel.zip>
2. Легостаев Н.С., Четвергов К.В. Микроэлектроника: методические указания по изучению дисциплины. — Томск: Факультет дистанционного обучения, ТУСУР, 2012. — 86 с: -самост. работа по подготовке к практ. занятиям., контрольным работам, опросу на занятиях стр.9-79. [Электронный ресурс]. - [http://www.ie.tusur.ru/docs/lms/me\\_mu.rar](http://www.ie.tusur.ru/docs/lms/me_mu.rar)
3. Легостаев Н.С., Четвергов К.В. Микроэлектроника: методические указания по изучению дисциплины. — Томск: Факультет дистанционного обучения, ТУСУР, 2012. — 86 с: - решение практических задач стр.9-79. [Электронный ресурс]. - [http://www.ie.tusur.ru/docs/lms/me\\_mu.rar](http://www.ie.tusur.ru/docs/lms/me_mu.rar)

#### 12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

##### Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

##### Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

##### Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

### 12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. Программное обеспечение - ASIMEC

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

### 13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

#### 13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

### **13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий**

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 3 этаж, ауд. 333. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Коммутатор D-Link Switch 24 port - 1шт.; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. -14 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Microsoft Windows Server 2008 R2; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft Office Access 2003; VirtualBox 6.2. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

### **13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ**

Для проведения лабораторных занятий используется учебно-исследовательская вычислительная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 3 этаж, ауд. 333. Состав оборудования: Учебная мебель; Экран с электроприводом DRAPER BARONET – 1 шт.; Мультимедийный проектор TOSHIBA – 1 шт.; Компьютеры класса не ниже Intel Pentium G3220 (3.0GHz/4Mb)/4GB RAM/ 500GB с широкополосным доступом в Internet, с мониторами типа Samsung 18.5" S19C200N– 18 шт.; Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft SQL-Server 2005; Matlab v6.5

### **13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы**

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 74, 1 этаж, ауд. 100. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 4 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

## **13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов с нарушениями слуха предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов с нарушениями зрениями предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеомониторов для удаленного просмотра.

При обучении студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## **14. Фонд оценочных средств**

### **14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации**

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

1.Шарапов А.В. Микроэлектроника. Учеб.пособие / А.В.Шарапов. –Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2013. – 138 с: В другом месте, <http://www.ie.tusur.ru/docs/mel.zip> - лабораторные работы стр. 111-124.

2. Легостаев Н.С., Четвергов К.В. Микроэлектроника: методические указания по изучению дисциплины. — Томск: Факультет дистанционного обучения, ТУСУР, 2012. — 86 с: В другом месте, [http://www.ie.tusur.ru/docs/lms/me\\_mu.rar](http://www.ie.tusur.ru/docs/lms/me_mu.rar) - самостоятельная работа по подготовке к практическим занятиям, контрольным работам, опросу на занятиях стр.9-79.

3. Легостаев Н.С., Четвергов К.В. Микроэлектроника: методические указания по изучению дисциплины. — Томск: Факультет дистанционного обучения, ТУСУР, 2012. — 86 с: В другом месте, [http://www.ie.tusur.ru/docs/lms/me\\_mu.rar](http://www.ie.tusur.ru/docs/lms/me_mu.rar) - решение практических задач по темам стр.9-79.

#### **14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

**Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью**

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, исходя из состояния обучающегося на момент проверки

#### **14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;

– в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
(ТУСУР)**

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
\_\_\_\_\_ П. Е. Троян  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**Микросхемотехника**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника**

Направленность (профиль): **Нанотехнологии в электронике и микросистемной технике**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**

Кафедра: **ФЭ, Кафедра физической электроники**

Курс: **4**

Семестр: **7**

Учебный план набора 2016 года

Разработчики:

- доцент, канд. техн. наук каф. ПрЭ Саюн В. М.
- Профессор каф ПрЭ Легостаев Н. С.

Зачет: 7 семестр

Томск 2017

## 1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ОПК-3	способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей	Должен знать -предмет и принципы микросхемотехники; -функциональное назначение, характеристики, параметры и конструктивно-технологическое исполнение аналоговых и цифровых интегральных микросхем; - особенности применения интегральных микросхем в электронных устройствах различного функционального назначения.; Должен уметь -выполнять синтез, анализ, расчет и оптимизацию микроэлектронных устройств; - определять характеристики и параметры интегральных микросхем; - применять микроэлектронные изделия при проектировании и модернизации электронной аппаратуры.; Должен владеть - методами схемотехнического проектирования микроэлектронных устройств с использованием средств автоматизированного проектирования; - методами физико-математического моделирования исследуемых процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники; - методиками экспериментальных исследований микроэлектронных устройств.;
ПК-1	способностью проводить физико-математическое моделирование исследуемых процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники с использованием современных компьютерных технологий	

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения	Берет ответственность за завершение задач в исследовании,

	изучаемой области	определенных проблем в области исследования	приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительный (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

## 2 Реализация компетенций

### 2.1 Компетенция ОПК-3

ОПК-3: способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	-предмет и принципы микросхемотехники; - функциональное назначение, характеристики, параметры и конструктивно-технологическое исполнение аналоговых и цифровых интегральных микросхем; - особенности применения интегральных микросхем в электронных устройствах различного функционального назначения.	-выполнять синтез, анализ, расчет и оптимизацию микроэлектронных устройств; -определять характеристики и параметры интегральных микросхем; - применять микроэлектронные изделия при проектировании и модернизации электронной аппаратуры.	- методами схемотехнического проектирования микроэлектронных устройств с использованием средств автоматизированного проектирования; - методиками экспериментальных исследований микроэлектронных устройств.
Виды занятий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> </ul>
Используемые средства	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Отчет по</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Отчет по</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> </ul>

оценивания	лабораторной работе; <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Расчетная работа;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>	лабораторной работе; <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Расчетная работа;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>• Расчетная работа;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>
------------	--	--	--

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Знает методологию решения задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей. Знает суть задач анализа и расчета нестандартных электрических цепей. Знает различные подходы решения задач анализа и расчета электрических цепей.;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Умеет решать задачу анализа и расчета характеристик электрических цепей различными способами. Умеет обосновать выбранную методику. Умеет решать задачу анализа и расчета характеристик электрических цепей повышенной сложности;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Свободно владеет методиками постановки задачи, решения и анализа. Может организовать и контролировать работу группы людей. Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует свои действия и приемы работы.;</li> </ul>
Хорошо (базовый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Знает методику решения задачи анализа и расчета характеристик типовой электрической цепи;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Умеет решать задачу анализа и расчета характеристик типовой электрической цепи. Анализ и формирование выводов является проблематичным;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1.Критически осмысливает полученные знания и результаты. Однако, глубокий анализ выполненной работы и формирование выводов представляет трудности. 2. Компетентен в различных ситуациях (может работать в команде), например, в группе по выполнению лабораторной работы. 3. Владеет разными способами представления физической информации.;</li> </ul>
Удовлетворительно (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Знает первоначальные понятия по задаче анализа и расчета характеристик электрических цепей;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Обладает лишь начальными умениями, требуемыми для решения задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Работает при прямом наблюдении;</li> </ul>

## 2.2 Компетенция ПК-1

ПК-1: способностью проводить физико-математическое моделирование исследуемых процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники с использованием современных компьютерных технологий.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	-предмет и принципы микросхемотехники; - функциональное назначение, характеристики, параметры и конструктивно-технологическое исполнение аналоговых и цифровых интегральных микросхем; - особенности применения интегральных микросхем в электронных устройствах различного функционального назначения.	-выполнять синтез, анализ, расчет и оптимизацию микроэлектронных устройств; -определять характеристики и параметры интегральных микросхем; - применять микроэлектронные изделия при проектировании и модернизации электронной аппаратуры.	- методами схемотехнического проектирования микроэлектронных устройств с использованием средств автоматизированного проектирования; - методиками экспериментальных исследований микроэлектронных устройств.
Виды занятий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Практические занятия;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Лабораторные работы;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Интерактивные практические занятия;</li> <li>• Интерактивные лабораторные занятия;</li> </ul>
Используемые средства оценивания	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Расчетная работа;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Контрольная работа;</li> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>• Опрос на занятиях;</li> <li>• Расчетная работа;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Отчет по индивидуальному заданию;</li> <li>• Расчетная работа;</li> <li>• Зачет;</li> </ul>

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Знает методику проведения физико-математического моделирования исследуемых процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники с использованием современных компьютерных технологий (самостоятельно формирует ТЗ, намечает этапы исследования, выбирает обоснованно инструмент компьютерного моделирования, проводит глубокий анализ полученных результатов).;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Умеет проводить физико-математическое моделирование исследуемых процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники с использованием современных компьютерных технологий для задач повышенной сложности и творческих задач. Умеет обосновать достоверность полученных результатов. ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Свободно владеет методиками постановки задачи, решения и анализа полученных результатов. 2.Свободно владеет разными стандартными программными средствами для проведения физико-математического моделирования исследуемых процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники. ;</li> </ul>
Хорошо (базовый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Знает методику проведения физико-математического моделирования исследуемых процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники с использованием современных компьютерных технологий (все этапы методики: ТЗ, этапы исследования, выбор инструмента компьютерного моделирования, анализ полученных результатов требуют доработки). ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Умеет проводить физико-математическое моделирование исследуемых процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники с использованием современных компьютерных технологий для типовых задач. Умение проводить обобщение и глубокий анализ вызывает затруднение. ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1.Критически осмысливает полученные знания и результаты. Владеет методикой анализ полученных результатов. Однако ряд выводов неверны либо требуют доработки. 2. Компетентен в различных ситуациях (может работать в команде); 3. Владеет разными способами представления физической информации. ;</li> </ul>
Удовлетворительно (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Знает первоначальные понятия о проведении физико-математического моделирования исследуемых процессов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Умеет реализовывать на практике лишь первоначальные навыки проведения физико-математического моделирования исследуемых процессов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Работает при прямом наблюдении;</li> </ul>

	<p>нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники с использованием современных компьютерных технологий ;</p>	<p>нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники с использованием современных компьютерных технологий. Умеет реализовывать на практике лишь первоначальные навыки проведения физико-математического моделирования исследуемых процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники с использованием современных компьютерных технологий. Умеет реализовывать на практике лишь первоначальные навыки проведения физико-математического моделирования исследуемых процессов нанотехнологии и объектов нано- и микросистемной техники с использованием современных компьютерных технологий. п ;</p>	
--	--	---	--

### 3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

#### 3.1 Зачёт

– 1. Реализовать схему мультиплексора  $x/y$ . 2. Реализовать схему демультиплексора  $x/y$ . 3. Реализовать схему шифратора  $x/y$ . 4. Реализовать схему дешифратора  $x/y$ . 5. Реализовать схему асинхронного счетчика. 6. Реализовать схему синхронного счетчика. Банк задач по различным разделам дисциплины. Перечень ключевых вопросов по основным разделам дисциплины.

#### 3.2 Темы индивидуальных заданий

- Синтез схем последовательностного типа
- Синтез схем комбинационного типа

### **3.3 Темы опросов на занятиях**

- Минимизация булевых выражений (законы, карта Карно)
- Характеристики идеального и неидеального операционного усилителя
- Логические элементы и их схемотехническая реализация
- Базовые узлы аналоговой микросхемотехники
- Преобразователи кодов
- Контроль четности
- Программируемые логические матрицы
- Регистры памяти
- Цели и задачи микросхемотехники
- Регистры сдвига
- Преобразование булевых выражений на основе законов булевой алгебры
- Цифровой компаратор
- Счетчики
- Системы счисления
- Шифраторы и дешифраторы
- Счетчики
- Расчет типовых схем на операционных усилителях
- Мультиплексоры и демultipлексоры
- Сумматоры и вычитатели
- Синтез комбинационных устройств с помощью базовых логических элементов

### **3.4 Темы контрольных работ**

- минимизация булевых выражений
- Асинхронные счетчики и делители частоты
- мультиплексоры и демultipлексоры
- Преобразование булевых выражений на основе законов булевой алгебры
- Счетчики
- Шифраторы и дешифраторы

### **3.5 Темы расчетных работ**

- Минимизация булевых выражений (законы, карта Карно)
- Преобразование булевых выражений на основе законов булевой алгебры
- Цифровой компаратор
- Счетчики
- Системы счисления
- Шифраторы и дешифраторы
- Счетчики
- Расчет типовых схем на операционных усилителях
- Мультиплексоры и демultipлексоры
- Сумматоры и вычитатели
- Синтез комбинационных устройств с помощью базовых логических элементов

### **3.6 Темы лабораторных работ**

- Функциональные узлы последовательностного типа
- Усилители сигналов на основе типовых схем ОУ
- Функциональные узлы комбинационного типа
- Расчет типовых схем на операционных усилителях

## **4 Методические материалы**

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций,



согласно п. 12 рабочей программы.

#### **4.1. Основная литература**

1. 1.Легостаев Н.С. Микроэлектроника: Учеб. пособие/ Н.С. Легостаев, К.В. Четвергов - Томск: Эль Контент, 2013. - 172 с. ISBN 978-5-4332-0073-9. [Электронный ресурс]. - <http://ie.tusur.ru/docs/lms/me.rar>

#### **4.2. Дополнительная литература**

1. 1.Шарапов А.В. Микроэлектроника. Цифровая схемотехника: Учеб. пособие / А.В.Шарапов. –Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2007. – 162 с., ISBN 978-586889-400-8-90 90экз (наличие в библиотеке ТУСУР - 90 экз.)

2. 2.Ефимов И.Е. Основы микроэлектроники: Учебник.: 3-е., стер.- СПб.: Издательство "Лань", 2008.-384 с.: ил.- (Учебник для вуза. Специальная литература.) ISBN 978-5-8114-0866-5. эл. адр. [Электронный ресурс]. - <https://e.lanbook.com/reader/book/709/#1>

#### **4.3. Обязательные учебно-методические пособия**

1. Шарапов А.В. Микроэлектроника: Уч. пособие. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2013 – 138 с.- лабораторные работы стр. 111-124. [Электронный ресурс]. - <http://www.ie.tusur.ru/docs/mel.zip>

2. Легостаев Н.С., Четвергов К.В. Микроэлектроника: методические указания по изучению дисциплины. — Томск: Факультет дистанционного обучения, ТУСУР, 2012. — 86 с: -самост. работа по подготовке к практ. занятиям., контрольным работам, опросу на занятиях стр.9-79. [Электронный ресурс]. - [http://www.ie.tusur.ru/docs/lms/me\\_mu.rar](http://www.ie.tusur.ru/docs/lms/me_mu.rar)

3. Легостаев Н.С., Четвергов К.В. Микроэлектроника: методические указания по изучению дисциплины. — Томск: Факультет дистанционного обучения, ТУСУР, 2012. — 86 с: - решение практических задач стр.9-79. [Электронный ресурс]. - [http://www.ie.tusur.ru/docs/lms/me\\_mu.rar](http://www.ie.tusur.ru/docs/lms/me_mu.rar)

#### **4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы**

1. Программное обеспечение - ASIMEC