#### 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: 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Схемотехника

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Направление подготовки (специальность): 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность (профиль): Квантовая и оптическая электроника

Форма обучения: очная

Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники** Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов** 

Курс: **3** Семестр: **6** 

Учебный план набора 2013 года

#### Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	26	26	часов
2	Практические занятия	22	22	часов
3	Лабораторные занятия	20	20	часов
4	Всего аудиторных занятий	68	68	часов
5	Из них в интерактивной форме	62	62	часов
6	Самостоятельная работа	76	76	часов
7	Всего (без экзамена)	144	144	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
9	Общая трудоемкость	180	180	часов
		5.0	5.0	3.E

Экзамен: 6 семестр

Рассмотрена	и од	обрена на	за	седании	кафедр	ы
протокол №	41	от « <u>31</u>	<b>&gt;&gt;</b>	8	:	20 <u>16</u> г.

# ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

	ier coranicobinii	.111
Рабочая программа составлена образовательного стандарта высшего (специальности) $11.03.04$ Электроник рассмотрена и утверждена на заседа $N_2$ .	образования (ФГС ка и наноэлектрони	ика, утвержденного 2015-03-12 года,
Разработчики:		
профессор каф. ПрЭ		_ Михальченко С. Г.
доцент каф. ПрЭ		_ Скворцов В. А.
Заведующий обеспечивающей каф. Пр	Э	_ Михальченко С. Г.
Рабочая программа согласована о направления подготовки (специальност		илирующей и выпускающей кафедрами
Декан ФЭТ		_ Воронин А. И.
Заведующий выпускающей каф. ЭП		_ Шандаров С. М.
Эксперты:		
профессор каф. ПрЭ		_ Легостаев Н. С.
доцент каф. ФЭ		_ Чистоедова И. А.

#### 1. Цели и задачи дисциплины

#### 1.1. Цели дисциплины

формирование навыков проектирования ключевых и аналогово-цифровых узлов электронной аппаратуры на базе дискретных элементов, микросхем, операционных усилителей, логических элементов

#### 1.2. Задачи дисциплины

- изучение работы электронных ключей в дискретном и интегральном исполнении, мультивибраторов, генераторов импульсов специальной формы, цифроаналоговых и аналогоцифровых преобразователей;
  - приобретение навыков анализа и расчета характеристик электрических цепей;
- исследование простейших физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.

#### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Схемотехника» (Б1.Б.16) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Компоненты электронных схем, Микросхемотехника, Теоретические основы электротехники, Элементы электронной техники.

Последующими дисциплинами являются: Выпускная квалификационная работа, Основы проектирования электронной компонентной базы.

#### 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ПК-1 способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования;
- ПК-5 готовностью выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;

В результате изучения дисциплины студент должен:

- **знать** эквивалентные схемы активных элементов; методы анализа частотных и переходных характеристик; принципы действия и методы расчета усилителей, генераторов, стабилизаторов и преобразователей электрических сигналов; элементную базу аналоговой и цифровой техники, принципы действия и методы расчета элементов аналоговых и цифровых интегральных схем.
- уметь проводить анализ цепей при постоянных и синусоидальных воздействиях, а также при воздействии сигналов произвольной формы, импульсных сигналов; анализировать воздействия сигналов на линейные и не линейные цепи, производить расчет усилителей, генераторов, стабилизаторов и преобразователей электрических сигналов; осуществлять выбор элементной базы аналоговых и цифровых интегральных схем; синтезировать аналоговые и цифровые устройства на основе данных об их функциональном назначении, электрических параметрах и условиях эксплуатации.
- **владеть** методами анализа переходных процессов в линейных и нелинейных цепях; стандартными программными средствами компьютерного моделирования электрических цепей; техникой диагностики электронных схем.

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1. Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		6 семестр
Аудиторные занятия (всего)	68	68

Лекции	26	26
Практические занятия	22	22
Лабораторные занятия	20	20
Из них в интерактивной форме	62	62
Самостоятельная работа (всего)	76	76
Оформление отчетов по лабораторным работам	14	14
Проработка лекционного материала	34	34
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	28	28
Всего (без экзамена)	144	144
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость час	180	180
Зачетные Единицы Трудоемкости	5.0	5.0

# 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	Практич еские занятия	Лаборат орные работы	Самос тоятел ьная работа	Всего часов (без экз.)	Формируемые компетенции
1	Параметры и характеристики импульсных сигналов	2	0	4	6	12	ПК-1, ПК-5
2	RC и LR цепи в импульсных устройствах	2	0	4	6	12	ПК-1, ПК-5
3	Ключевые устройства, разновидности ключей, переходные процессы в ключевых устройствах	2	2	4	6	14	ПК-1, ПК-5
4	Основные параметры цифровых интегральных схем и их схемотехника	2	0	0	4	6	ПК-1, ПК-5
5	Триггер Шмидта и RS-триггер на дискретных элементах; варианты схем управления	2	4	4	6	16	ПК-1, ПК-5
6	Заторможенные и автоколебательные мультивибраторы	2	0	0	4	6	ПК-1, ПК-5
7	Мультивибраторы с трансформаторной связью и блокинг генераторы	2	2	0	4	8	ПК-1, ПК-5
8	Интегральный таймер и его применение	2	0	0	4	6	ПК-1, ПК-5
9	Устройства на полупроводниковых приборах с S и N характеристиками	2	4	0	6	12	ПК-1, ПК-5

10	Генераторы линейно нарастающего напряжения	1	2	4	6	13	ПК-1, ПК-5
11	Генераторы линейно падающего напряжения	1	2	0	6	9	ПК-1, ПК-5
12	Синтез сигналов специальной формы на базе ЦАП	2	2	0	6	10	ПК-1, ПК-5
13	Способы регулирования напряжения и тока в устройствах преобразовательной техники	2	2	0	6	10	ПК-1, ПК-5
14	Источники питания на основе ключевых схем, формирование алгоритмов управления	2	2	0	6	10	ПК-1, ПК-5
	Итого	26	22	20	76	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	Трудое мкость, ч	Формируе мые компетенц ии
	6 семестр		
1 Параметры и характеристики импульсных сигналов	Импульс. Импульсная последовательность. Частота, скважность, относительная длительность.	2	ПК-1
	Итого	2	
2 RC и LR цепи в импульсных устройствах	Переходные процессы, апериодические звенья	2	ПК-5
	Итого	2	
3 Ключевые устройства, разновидности ключей, переходные процессы в ключевых устройствах	Ключ с ОЭ. Ключ звезда. Процессы в биполярном транзисторе в режиме ключа. Насыщение транзистора. Многокаскадные усилители класса D и методика их расчетов.	2	ПК-1
	Итого	2	
4 Основные параметры цифровых интегральных схем и их	Основные параметры цифровых интегральных схем.	2	ПК-5
схемотехника	Итого	2	
5 Триггер Шмидта и RS-триггер на дискретных элементах; варианты схем управления	Триггер с эммитерной связью. Формирование логических уровней RS- триггер на дискретных элементах. Варианты схем управления. Методика проектирования.	2	ПК-5
	Итого	2	
6 Заторможенные и автоколебательные	Ждущий мультивибратор на биполярных транзисторах. Принцип	2	ПК-1

мультивибраторы	действия, методика расчета Варианты схем автоколебательных мультивибраторов. Принцип действия, методика расчета.		
	Итого	2	
7 Мультивибраторы с трансформаторной связью и блокинг генераторы	Мультивибраторы с трансформаторной связью и блокинг генераторы. Режимы работы. Варианты схем, методика расчета.	2	ПК-5
	Итого	2	
8 Интегральный таймер и его	Однотактный таймер 1006ВИ1	2	
применение	Итого	2	
9 Устройства на полупроводниковых приборах с S и N характеристиками	Элементы с отрицательным сопротивлением. Однопереходный транзистор и его применение. Варианты схем на ОПТ, методики расчета.	2	ПК-1
	Итого	2	
10 Генераторы линейно нарастающего напряжения	Схемотехнические решения, принцип действия и методики расчета.	1	ПК-1
	Итого	1	
11 Генераторы линейно падающего напряжения	Схемотехнические решения, принцип действия и методики расчета.	1	ПК-1
	Итого	1	
12 Синтез сигналов специальной формы на базе ЦАП	Матрицы ЗУ, преобразование кода в напряжение.	2	ПК-1, ПК- 5
	Итого	2	
13 Способы регулирования напряжения и тока в устройствах преобразовательной техники	ШИМ преобразователь. Схемотехнические решения, принцип действия и методики расчета.	2	ПК-1, ПК- 5
	Итого	2	
14 Источники питания на основе ключевых схем, формирование алгоритмов управления	Источники питания на основе ключевых схем. Схемотехнические решения, принцип действия и методики расчета. Формирование алгоритмов управления ключевыми источниками питания.	2	ПК-1, ПК-5
	Итого	2	
Итого за семестр		26	

# 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 представ-лены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

N	Наименование		№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин												
	дисциплин	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
				Пред	шеств	ующі	ие дис	сципл	ины						
1	Компоненты электронных схем	+	+	+	+	+	+	+	+	+					+
2	Микросхемотехник а	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	Теоретические основы электротехники	+	+	+	+									+	+
4	Элементы электронной техники	+			+			+		+			+		+
				Пос	следуі	ощие	дисц	иплин	ны						
1	Выпускная квалификационная работа	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	Основы проектирования электронной компонентной базы		+		+		+		+		+	+		+	+

# 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

Компетен		Виды з				
ции	Лекции	Практически е занятия	Лабораторны е занятия	Самостоятель ная работа	Формы контроля	
ПК-1	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Расчетная работа	
ПК-5	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, 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	Интеракт ивные лекции	Всего							
	6 семестр										

Презентации с использованием интерактивной доски с обсуждением	8	8	8	24
Решение ситуационных задач	4	4	4	12
Исследовательский метод	4	4	4	12
Поисковый метод	4	2	4	10
Выступление студента в роли обучающего			4	4
Итого за семестр:	20	18	24	62
Итого	20	18	24	62

# 7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

Названия разделов	Содержание лабораторных работ	Трудое мкость, ч	Формируе мые компетенц ии
	6 семестр		
1 Параметры и характеристики импульсных сигналов	Генерация импульсной последовательности. Частота, скважность, относительная длительность. Измерение высокочастотных сигналов	4	ПК-1, ПК- 5
	Итого	4	
2 RC и LR цепи в импульсных устройствах	RC-цепи в импульсных устройствах (Формирующие цепи)	4	ПК-1, ПК- 5
	Итого	4	
3 Ключевые устройства, разновидности ключей, переходные процессы в ключевых устройствах	Ключевые устройства, разновидности ключей, переходные процессы в ключевых устройствах (Электронный ключ).	4	ПК-1, ПК- 5
	Итого	4	
5 Триггер Шмидта и RS-триггер на дискретных элементах; варианты	Триггер- формирователь (триггер Шмидта).	4	ПК-1, ПК- 5
схем управления	Итого	4	
10 Генераторы линейно нарастающего напряжения	Генераторы линейно нарастающего напряжения (ГЛИН).	4	ПК-1, ПК- 5
	Итого	4	
Итого за семестр		20	

# 8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудое мкость, ч	Формируе мые компетенции
	6 семестр		
3 Ключевые устройства, разновидности ключей, переходные процессы в ключевых устройствах	Ключевые устройства, разновидности ключей, переходные процессы в ключевых устройствах. Многокаскадные усилители класса D.	2	ПК-1, ПК- 5
	Итого	2	
5 Триггер Шмидта и RS-триггер на дискретных элементах; варианты схем управления	Триггер-формирователь (триггер Шмидта). Принцип действия, методика расчета.	4	ПК-1, ПК- 5
	Итого	4	
7 Мультивибраторы с трансформаторной связью и	Мультивибраторы с трансформаторной связью.	2	ПК-1
блокинг генераторы	Итого	2	
9 Устройства на полупроводниковых приборах с S и	Однопереходный транзистор и его применение в ключевых устройствах.	4	ПК-1, ПК- 5
N характеристиками	Итого	4	
10 Генераторы линейно нарастающего напряжения	Генераторы линейно нарастающего напряжения, принцип действия и методики расчета.	2	ПК-1
	Итого	2	
11 Генераторы линейно падающего напряжения	Генераторы линейно падающего напряжения, принцип действия и методики расчета.	2	ПК-1
	Итого	2	
12 Синтез сигналов специальной формы на базе ЦАП	Синтез сигналов специальных форм на базе ЦАП. Расчетная работа. Анализ временных характеристик ЦАП.	2	
	Итого	2	
13 Способы регулирования напряжения и тока в устройствах преобразовательной техники	Способы регулирования напряжения и тока в устройствах преобразовательной техники. Контрольная работа.	2	ПК-1
	Итого	2	
14 Источники питания на основе ключевых схем, формирование алгоритмов управления	Источники питания на основе ключевых схем. Импульсные источники питания, виды модуляции.	2	ПК-1
	Итого	2	
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

Таолица 9.1 - Виды самост	гоятельной работы, трудое	мкость и	формируем	лые компетенции
Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудое мкость ч	Формиру емые компетен ции	Формы контроля
	6 семес	тр		
1 Параметры и характеристики	Проработка лекционного материала	2	ПК-1, ПК-5	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной
импульсных сигналов	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		работе
	Итого	6		
2 RC и LR цепи в импульсных устройствах	Проработка лекционного материала	2	ПК-5, ПК-1	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		работе
	Итого	6		
3 Ключевые устройства, разновидности ключей, переходные процессы в	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-1, ПК-5	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа
ключевых устройствах	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	6		
4 Основные параметры цифровых интегральных	Проработка лекционного материала	4	ПК-1, ПК-5	Опрос на занятиях
схем и их схемотехника	Итого	4		
5 Триггер Шмидта и RS- триггер на дискретных элементах; варианты	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-5, ПК-1	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной
схем управления	Проработка лекционного материала	2		работе
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	6		
6 Заторможенные и автоколебательные	Проработка лекционного материала	4	ПК-1, ПК-5	Опрос на занятиях
мультивибраторы	Итого	4		
7 Мультивибраторы с трансформаторной связью и блокинг	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-1, ПК-5	Опрос на занятиях, Расчетная работа
генераторы	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	4		
8 Интегральный таймер	Проработка лекционного	4	ПК-1,	Опрос на занятиях

и его применение	материала		ПК-5	
	Итого	4		
9 Устройства на полупроводниковых приборах с S и N	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-1, ПК-5	Контрольная работа, Опрос на занятиях
характеристиками	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	6		
10 Генераторы линейно нарастающего напряжения	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-1, ПК-5	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	6		
11 Генераторы линейно падающего напряжения	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-1, ПК-5	Опрос на занятиях, Расчетная работа
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	6		
12 Синтез сигналов специальной формы на базе ЦАП	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-5, ПК-1	Опрос на занятиях, Расчетная работа
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	6		
13 Способы регулирования напряжения и тока в	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-1, ПК-5	Контрольная работа, Опрос на занятиях
устройствах преобразовательной техники	Проработка лекционного материала	2		
Teximan	Итого	6		
14 Источники питания на основе ключевых схем, формирование	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ПК-1, ПК-5	Опрос на занятиях, Расчетная работа
алгоритмов управления	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	6		
Итого за семестр		76		
	Подготовка к экзамену	36		Экзамен
Итого		112		

# Не предусмотрено РУП

#### 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

#### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Бальные 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
	6	семестр		
Контрольная работа	7	6	6	19
Опрос на занятиях	3	4	3	10
Отчет по лабораторной работе	7	7	7	21
Расчетная работа	7	7	6	20
Итого максимум за период	24	24	22	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	24	48	70	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	А (отлично)
	85 - 89	В (очень хорошо)
4 (хорошо) (зачтено)	75 - 84	С (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	<i>D</i> (удовлетворительно)
з (удовлетворительно) (зачтено)	60 - 64	Е (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

#### 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### 12.1. Основная литература

- 1. Герасимов В. М., Скворцов В. А. Электронные цепи и микросхемотехника. Схемотехника ключевых устройств формирования и преобразования сигналов: Учебное пособие / Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра промышленной электроники. Томск: ТУСУР, 2007. 208 с.: ил., табл. Библиогр.: с. 207-208. 189.10 р. (наличие в библиотеке ТУСУР 92 экз.)
- 2. Учебное пособие «Микросхемотехника. Аналоговая микросхемотехника» [Электронный ресурс] : для направления подготовки 210100.62 «Электроника и наноэлектроника». Профиль: «Промышленная электроника» / Легостаев Н. С., Четвергов К. В. 2014. 238 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/4289, свободный.

#### 12.2. Дополнительная литература

- 1. Цифровые устройства и микропроцессорные системы : Учебник для средних специальных учебных заведений связи / Б. А. Калабеков. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Горячая линия-Телеком, 2007. 336 с. : ил., табл. (Учебник. Специальность для техникумов). Библиогр.: с. 334. ISBN 5-93517-008-6 (наличие в библиотеке ТУСУР 135 экз.)
- 2. Схемотехника аналоговых электронных устройств: учебное пособие для вузов / В. Н. Павлов. М.: Академия, 2008. 287, [1] с.: ил., табл. (Высшее профессиональное образование. Радиотехника) (Учебное пособие). Библиогр.: с. 284. ISBN 978-5-7695-2702-9 (наличие в библиотеке ТУСУР 26 экз.)
- 3. Микросхемотехника и наноэлектроника [Текст] : учебное пособие для вузов / А. Н. Игнатов. СПб. : Лань, 2011. 528 с. : ил. (Учебники для вузов. Специальная литература). Библиогр.: с. 515-522. ISBN 978-5-8114-1161-0 (наличие в библиотеке ТУСУР 4 экз.)
- 4. Электронные цепи и микросхемотехника: Учебник для вузов / Ю. А. Быстров, И. Г. Мироненко. М.: Высшая школа, 2002. 384 с.: ил. Библиогр.: с. 382. ISBN 5-06-004040-2 (в пер.) (наличие в библиотеке ТУСУР 101 экз.)
- 5. Основные схемотехнические структуры цифровой интегральной микроэлектроники: Презентация / Легостаев Н. С. 2015. 27 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/5585, свободный.
- 6. Классификация интегральных микросхем. Система обозначений интегральных микросхем: Презентация / Легостаев Н. С. 2015. 30 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/5579, свободный.
- 7. Искусство схемотехники [Текст] : монография / П. Хоровиц, У. Хилл. 7-е изд. М. : БИНОМ, 2014. 704 с. : табл., рис. Пер. с англ. ISBN 978-5-9518-0351-1 (наличие в библиотеке ТУСУР 1 экз.)

#### 12.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

- 1. Легостаев Н.С. Микросхемотехника. Руководство к организации самостоятельной работы для студентов специальности 210104.65 «Микроэлектроника и твердотельная электроника» / Н.С. Легостаев, К.В.Четвергов. Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2012. 46 с. [Электронный ресурс]. http://www.ie.tusur.ru/docs/lns/mst.zip
- 2. Башкиров В. Н., Орлов А. А. Лабораторный практикум по дисциплине «Микросхемотехника» для студентов специальности 210104.65 «Микроэлектроника и твердотельная электроника» [Электронный ресурс]. http://ie.tusur.ru/docs/lns/l mst.rar
- 3. Микросхемотехника. Цифровая микросхемотехника: учебно-методическое пособие / Н. С. Легостаев, К. В. Четвергов; ред. П. Е. Троян; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. Томск: ТУСУР, 2007. 123[1] с.: ил., табл. (Приоритетные национальные проекты. Образование). Библиогр.: с. 6-7. ISBN 978-5-86889-450-3: 48.53 р. (наличие в библиотеке ТУСУР 98 экз.)
- 4. Схемотехника: Методические указания для проведения практических занятий / Масалов Е. В., Озеркин Д. В. 2011. 22 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1200, свободный.

#### 12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Патентная база РФ по топологиям интегральных схем:

http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\_ru/ru/inform\_resources/inform\_retrieval\_system/

#### 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения лабораторных работ учебные места должны быть оборудованы лабораторными макетами-стендами:

- RC цепи в импульсных устройствах;
- Ключевые устройства» (Электронный ключ);
- Триггер- формирователь» (триггер Шмидта);
- Генераторы линейно нарастающего напряжения;
- Генераторы сигналов специальных форм.
- В качестве измерительного оборудования лаборатория оснащается вторичными источкиками электропитания, мультиметрами и двухлучевыми осциллографами.

### 14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

**15.** Методические рекомендации по организации изучения дисциплины Без рекомендаций.

#### МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

# Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

	УТВІ	ЕРЖДАЮ
Пр	оректор п	о учебной работе
		П. Е. Троян
<b>«</b>		20 г.

# ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

#### Схемотехника

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Направление подготовки (специальность): 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность (профиль): Квантовая и оптическая электроника

Форма обучения: очная

Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники** Кафедра: **ЭП, Кафедра электронных приборов** 

Курс: **3** Семестр: **6** 

Учебный план набора 2013 года

#### Разработчики:

- профессор каф. ПрЭ Михальченко С. Г.
- доцент каф. ПрЭ Скворцов В. А.

Экзамен: 6 семестр

Томск 2016

#### 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

Таблица 1	<ul> <li>Перечень закрепленных за дисциплиной ком</li> </ul>	петенций
Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ПК-1	способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования готовностью выполнять расчет и	Должен знать эквивалентные схемы активных элементов; методы анализа частотных и переходных характеристик принципы действия и методы расчета усилителей, генераторов, стабилизаторов и преобразователей электрических сигналов; элементную базу аналоговой и цифровой техники,
	проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	принципы действия и методы расчета элементов аналоговых и цифровых интегральных схем.; Должен уметь проводить анализ цепей при постоянных и синусоидальных воздействиях, а также при воздействии сигналов произвольной формы, импульсных сигналов; анализировать воздействия сигналов на линейные и не линейные цепи, производить расчет усилителей, генераторов, стабилизаторов и преобразователей электрических сигналов; осуществлять выбор элементной базы аналоговых и цифровых интегральных схем; синтезировать аналоговые и цифровые устройства на основе данных об их функциональном назначении, электрических параметрах и условиях эксплуатации.; Должен владеть методами анализа переходных процессов в линейных и нелинейных цепях; стандартными программными средствами компьютерного моделирования электрических цепей; техникой диагностики электронных схем.;

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	3:	нать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает ф и теоретиче		· ·	Контролирует работу, проводит оценку,

	знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительн о (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

#### 2 Реализация компетенций

#### 2.1 Компетенция ПК-1

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

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	Знает принципы построения простейших физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	Способен использовать стандартные программные средства и математические модели приборов и устройств для их компьютерного моделирования	Владеет способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения
Виды занятий	<ul> <li>Интерактивные практические занятия;</li> <li>Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>Интерактивные лекции;</li> <li>Практические занятия;</li> <li>Лабораторные занятия;</li> <li>Лекции;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> <li>Подготовка к</li> </ul>	<ul> <li>Интерактивные практические занятия;</li> <li>Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>Интерактивные лекции;</li> <li>Практические занятия;</li> <li>Лабораторные занятия;</li> <li>Лекции;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> <li>Подготовка к</li> </ul>	<ul> <li>Интерактивные практические занятия;</li> <li>Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>Лабораторные занятия;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> </ul>

	экзамену;	экзамену;	
Используемые средства оценивания	<ul> <li>Контрольная работа;</li> <li>Отчет по лабораторной работе;</li> <li>Опрос на занятиях;</li> <li>Расчетная работа;</li> <li>Экзамен;</li> </ul>	<ul> <li>Контрольная работа;</li> <li>Отчет по лабораторной работе;</li> <li>Опрос на занятиях;</li> <li>Расчетная работа;</li> <li>Экзамен;</li> </ul>	<ul><li>Отчет по лабораторной работе;</li><li>Расчетная работа;</li><li>Экзамен;</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)	• Обладает фактическими и теоретическими и теоретическими знаниями в построении физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для использования стандартных программных средств и математических моделей приборов и устройств для их компьютерного моделирования;	• Владеет способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, анализирует результат, делает выводы;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает принципы построения простейших физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения;	• Способен применять стандартные программные средства компьютерного моделирования приборов и устройств схемотехники;	• Владеет способностью строить простейшие физические и математические модели базового набора приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники;
Удовлетворительн о (пороговый уровень)	• Обладает базовыми общими знаниями в части построения простейших физических и математических моделей схемотехнических прмитивов;	• Способен использовать стандартные программные средства для компьютерного моделирования заданных электрических схем, под наблюдением;	• При прямом наблюдении способен строить простейшие физические и математические модели типовых схем;

#### 2.2 Компетенция ПК-5

ПК-5: готовностью выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.

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	Обладает знаниями в части расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	Выполняет расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования
Виды занятий	<ul> <li>Интерактивные практические занятия;</li> <li>Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>Интерактивные лекции;</li> <li>Практические занятия;</li> <li>Лабораторные занятия;</li> <li>Лекции;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> <li>Подготовка к экзамену;</li> </ul>	<ul> <li>Интерактивные практические занятия;</li> <li>Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>Интерактивные лекции;</li> <li>Практические занятия;</li> <li>Лабораторные занятия;</li> <li>Лекции;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> <li>Подготовка к экзамену;</li> </ul>	<ul> <li>Интерактивные практические занятия;</li> <li>Интерактивные лабораторные занятия;</li> <li>Лабораторные занятия;</li> <li>Самостоятельная работа;</li> </ul>
Используемые средства оценивания	<ul> <li>Контрольная работа;</li> <li>Отчет по лабораторной работе;</li> <li>Опрос на занятиях;</li> <li>Расчетная работа;</li> <li>Экзамен;</li> </ul>	<ul> <li>Контрольная работа;</li> <li>Отчет по лабораторной работе;</li> <li>Опрос на занятиях;</li> <li>Расчетная работа;</li> <li>Экзамен;</li> </ul>	<ul><li>Отчет по лабораторной работе;</li><li>Расчетная работа;</li><li>Экзамен;</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)	• Обладает фактическими и теоретическими и теоретическими знаниями в части расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного	• Выполняет расчет и проектирование широкого спектра электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с

	назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;	функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;	использованием наиболее подходящих средств автоматизации проектирования;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в части расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;	• Выполняет расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием САПР;
Удовлетворительн о (пороговый уровень)	• Обладает базовыми общими знаниями в части расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;	• Обладает основными умениями, требуемыми для расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;	• Выполняет расчет и проектирование изученных ранее электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием САПР;

#### 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 Темы опросов на занятиях

- Импульс. Импульсная последовательность. Частота, скважность, относительная длительность.
  - Переходные процессы, апериодические звенья
- Ключ с ОЭ. Ключ звезда. Процессы в биполярном транзисторе в режиме ключа. Насыщение транзистора. Многокаскадные усилители класса D и методика их расчетов.
  - Основные параметры цифровых интегральных схем.
- Триггер с эммитерной связью. Формирование логических уровней RS- триггер на дискретных элементах. Варианты схем управления. Методика проектирования.
- Ждущий мультивибратор на биполярных транзисторах. Принцип действия, методика расчета Варианты схем автоколебательных мультивибраторов. Принцип действия, методика

расчета.

- Мультивибраторы с трансформаторной связью и блокинг генераторы. Режимы работы.
   Варианты схем, методика расчета.
  - Однотактный таймер 1006ВИ1
- Элементы с отрицательным сопротивлением. Однопереходный транзистор и его применение. Варианты схем на ОПТ, методики расчета.
  - Схемотехнические решения, принцип действия и методики расчета.
  - Схемотехнические решения, принцип действия и методики расчета.
  - Матрицы ЗУ, преобразование кода в напряжение.
- ШИМ преобразователь. Схемотехнические решения, принцип действия и методики расчета.
- Источники питания на основе ключевых схем. Схемотехнические решения, принцип действия и методики расчета. Формирование алгоритмов управления ключевыми источниками питания.

#### 3.2 Экзаменационные вопросы

- 1. АЦП параллельного типа.
- 2. АЦП последовательного типа.
- 3. АЦП следящего типа.
- 4. АЦП двойного интегрирования.
- 5. Матричные АЦП.
- 6. Безматричные АЦП.
- 7. ЦАП с двоично взвешенными резисторами.
- 8. ЦАП с матрицей типа R 2R.
- 9. ЦАП безматричного типа.
- 10. Коды применяемые в ЦАП и АЦП.
- 11. Элементы и узлы, влияющие на точность АЦП двойного интегрирования.
- 12. Элементы, влияющие на точность АЦП параллельного типа.
- 13. Транзисторный ключ. Свойства, схемы включения, методика расчета.
- 14. Генератор линейно нарастающего напряжения. Принцип действия и методика расчета.
  - 15. Принцип работы ОПТ и методика расчета мультивибратора на ОПТ.
  - 16. ГЛИН со стабилизатором тока заряда. Принцип действия, методика расчета.
  - 17. Генераторы линейного изменяющегося напряжения со стабилизаторами тока.
  - 18. Несимметричный триггер. Принцип действия, медика расчета.
- 19. Методика расчета 2-х каскадных ключевых усилителей (базовые цепи с форсирующими RC цепями).
  - 20. Блокинг генератор в автоколебательном режиме.
  - 21. Генератор линейно падающего напряжения. Принцип действия, методика расчета.
- 22. Ждущий мультивибратор на биполярных транзисторах. Принцип действия, методика расчета.
  - 23. Автоколебательный мультивибратор. Принцип действия, методика расчета

#### 3.3 Темы контрольных работ

- Триггер- формирователь; Ключевые устройства;
- Симметричный мультивибратор на биполярных транзисторах с зарядом конденсатора;
- ГЛИН нарастающего типа с RC-цепью;
- Триггер Шмидта;
- ГЛИН нарастающего типа с токовым зеркалом в качестве источника тока;
- Симметричный мультивибратор на ОУ.

#### 3.4 Темы расчетных работ

- Классический мультивибратор Ройера;
- Двоично-десятичная взвешенная (1-2-4-8) матрица на 12 разрядов;

- Матрица R-2R 4 разряда на основе токового сумматора;
- Устройства на полупроводниковых приборах с S и N характеристиками;
- ШИМ преобразователь, принцип действия и методики расчета.

#### 3.5 Темы лабораторных работ

- RC-цепи в импульсных устройствах (Формирующие цепи)
- Ключевые устройства, разновидности ключей, переходные процессы в ключевых устройствах (Электронный ключ).
  - Триггер- формирователь (триггер Шмидта).
  - Генераторы линейно нарастающего напряжения (ГЛИН).
- Генерация импульсной последовательности. Частота, скважность, относительная длительность. Измерение высокочастотных сигналов

#### 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. Герасимов В. М., Скворцов В. А. Электронные цепи и микросхемотехника. Схемотехника ключевых устройств формирования и преобразования сигналов: Учебное пособие / Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра промышленной электроники. Томск: ТУСУР, 2007. 208 с.: ил., табл. Библиогр.: с. 207-208. 189.10 р. (наличие в библиотеке ТУСУР 92 экз.)
- 2. Учебное пособие «Микросхемотехника. Аналоговая микросхемотехника» [Электронный ресурс] : для направления подготовки 210100.62 «Электроника и наноэлектроника». Профиль: «Промышленная электроника» / Легостаев Н. С., Четвергов К. В. 2014. 238 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/4289, свободный.

#### 4.2. Дополнительная литература

- 1. Цифровые устройства и микропроцессорные системы : Учебник для средних специальных учебных заведений связи / Б. А. Калабеков. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Горячая линия-Телеком, 2007. 336 с. : ил., табл. (Учебник. Специальность для техникумов). Библиогр.: с. 334. ISBN 5-93517-008-6 (наличие в библиотеке ТУСУР 135 экз.)
- 2. Схемотехника аналоговых электронных устройств: учебное пособие для вузов / В. Н. Павлов. М.: Академия, 2008. 287, [1] с.: ил., табл. (Высшее профессиональное образование. Радиотехника) (Учебное пособие). Библиогр.: с. 284. ISBN 978-5-7695-2702-9 (наличие в библиотеке ТУСУР 26 экз.)
- 3. Микросхемотехника и наноэлектроника [Текст] : учебное пособие для вузов / А. Н. Игнатов. СПб. : Лань, 2011. 528 с. : ил. (Учебники для вузов. Специальная литература). Библиогр.: с. 515-522. ISBN 978-5-8114-1161-0 (наличие в библиотеке ТУСУР 4 экз.)
- 4. Электронные цепи и микросхемотехника: Учебник для вузов / Ю. А. Быстров, И. Г. Мироненко. М.: Высшая школа, 2002. 384 с.: ил. Библиогр.: с. 382. ISBN 5-06-004040-2 (в пер.) (наличие в библиотеке ТУСУР 101 экз.)
- 5. Основные схемотехнические структуры цифровой интегральной микроэлектроники: Презентация / Легостаев Н. С. 2015. 27 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/5585, свободный.
- 6. Классификация интегральных микросхем. Система обозначений интегральных микросхем: Презентация / Легостаев Н. С. 2015. 30 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/5579, свободный.
- 7. Искусство схемотехники [Текст] : монография / П. Хоровиц, У. Хилл. 7-е изд. М. : БИНОМ, 2014. 704 с. : табл., рис. Пер. с англ. ISBN 978-5-9518-0351-1 (наличие в библиотеке ТУСУР 1 экз.)

#### 4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

- 1. Легостаев Н.С. Микросхемотехника. Руководство к организации самостоятельной работы для студентов специальности 210104.65 «Микроэлектроника и твердотельная электроника» / Н.С. Легостаев, К.В.Четвергов. Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2012. 46 с. [Электронный ресурс]. http://www.ie.tusur.ru/docs/lns/mst.zip
- 2. Башкиров В. Н., Орлов А. А. Лабораторный практикум по дисциплине «Микросхемотехника» для студентов специальности 210104.65 «Микроэлектроника и твердотельная электроника» [Электронный ресурс]. http://ie.tusur.ru/docs/lns/l mst.rar
- 3. Микросхемотехника. Цифровая микросхемотехника: учебно-методическое пособие / Н. С. Легостаев, К. В. Четвергов; ред. П. Е. Троян; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. Томск: ТУСУР, 2007. 123[1] с.: ил., табл. (Приоритетные национальные проекты. Образование). Библиогр.: с. 6-7. ISBN 978-5-86889-450-3: 48.53 р. (наличие в библиотеке ТУСУР 98 экз.)
- 4. Схемотехника: Методические указания для проведения практических занятий / Масалов Е. В., Озеркин Д. В. 2011. 22 с. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1200, свободный.

# 4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Патентная база РФ по топологиям интегральных схем: http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\_ru/ru/inform\_resources/inform\_retrieval\_system/