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.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Проектирование ключевых устройств

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Промышленная электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
1	Практические занятия	108	108	часов
2	Всего аудиторных занятий	108	108	часов
3	Из них в интерактивной форме	20	20	часов
4	Самостоятельная работа	108	108	часов
5	Всего (без экзамена)	216	216	часов
6	Общая трудоемкость	216	216	часов
		6.0	6.0	З.Е

Дифференцированный зачет: 7 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 18149

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 44 от «31» 3 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 12 марта 2015 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

профессор каф. ПрЭ	_____	С. Г. Михальченко
доцент каф. ПрЭ	_____	В. А. Скворцов
Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ	_____	С. Г. Михальченко

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

Декан ФЭТ	_____	А. И. Воронин
Заведующий выпускающей каф. ПрЭ	_____	С. Г. Михальченко

Эксперты:

профессор каф. ПрЭ	_____	Н. С. Легостаев

Согласована на портале № 18149

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

ознакомление с основными направлениями современной схемотехники ключевых устройств; приобретение навыков схемотехнического моделирования и проектирования микросхем различной степени интеграции; знаний по расчету, моделированию и разработке импульсно-модуляционных преобразователей и систем управления коммутационными элементами.

1.2. Задачи дисциплины

– формирование знаний о предмете, принципах, современных и перспективных направлениях, математическом аппарате схемотехники ключевых устройств;

– приобретение знаний о назначении, характеристиках и параметрах цифровых и аналоговых интегральных микросхем различной степени интеграции;

– формирование навыков синтеза, расчета, анализа и моделирования систем управления коммутационными элементами и импульсно-модуляционными преобразователями с использованием средств автоматизированного проектирования и экспериментальных исследований.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Проектирование ключевых устройств» (Б1.В.ДВ.7.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Аналоговая электроника, Методы анализа и расчета электронных схем, Микропроцессорные устройства и системы, Схемотехника.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, Основы преобразовательной техники, Энергетическая электроника.

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

– ПК-7 готовностью осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** предмет и принципы схемотехники ключевых устройств как раздела микроэлектроники; функциональное назначение, характеристики, параметры и конструктивно-технологическое исполнение аналоговых и цифровых интегральных микросхем, коммутационных полупроводниковых приборов; особенности применения интегральных микросхем в качестве систем управления полупроводниковыми приборами различного функционального назначения.

– **уметь** решать задачи анализа, синтеза, расчета и оптимизации характеристик электрических цепей импульсно-модуляционного типа; определять характеристики и параметры интегральных микросхем, используемых в цепях управления ключевыми устройствами; выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств импульсно-модуляционного типа в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.

– **владеть** методами схемотехнического проектирования микроэлектронных устройств с использованием средств автоматизированного проектирования; методиками экспериментальных исследований микроэлектронных устройств; методами контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам в области силовой и информационной электроники.

Согласована на портале № 18149

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		7 семестр
Аудиторные занятия (всего)	108	108
Практические занятия	108	108
Из них в интерактивной форме	20	20
Самостоятельная работа (всего)	108	108
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	108	108
Всего (без экзамена)	216	216
Общая трудоемкость ч	216	216
Зачетные Единицы	6.0	6.0

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	Практические занятия	Самостоятельная работа	Всего часов (без экз.)	Формируемые компетенции
7 семестр				
1 Схемы включения полупроводников транзисторов	10	10	20	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
2 Режимы работы усилительных каскадов	10	10	20	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
3 Операционный усилитель. Схемы включения ОУ и их свойства	12	10	22	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
4 Компаратор	10	10	20	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
5 Таймер, его структура и схемы включения	10	10	20	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
6 Ключи коммутаторы аналоговых сигналов для цифроаналоговых и аналого-цифровых преобразователей	8	12	20	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
7 Одноключевые преобразователи параметров электрической энергии, принцип работы и характеристики	16	12	28	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
8 Полумостовой преобразователь параметров электрической энергии, алгоритм управления	12	12	24	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
9 Драйверы для одноключевых и полумостовых преобразователей	8	10	18	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
10 Принципы проектирования драйверов для управления полевым транзистором и биполярным транзистором	12	12	24	ОПК-3, ПК-5, ПК-7

Согласована на портале № 18149

Итого за семестр	108	108	216	
Итого	108	108	216	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Не предусмотрено РУП

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	6	7	8	9	10
Предшествующие дисциплины										
1 Аналоговая электроника	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Методы анализа и расчета электронных схем	+	+		+	+					+
3 Микропроцессорные устройства и системы				+	+					+
4 Схемотехника	+		+							+
Последующие дисциплины										
1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Основы преобразовательной техники	+	+				+	+	+	+	+
3 Энергетическая электроника	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

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
	Практические занятия	Самостоятельная работа	
ОПК-3	+	+	Расчетная работа, Отчет по практическому занятию
ПК-5	+	+	Расчетная работа, Отчет по практическому занятию
ПК-7	+	+	Расчетная работа, Отчет по практическому занятию

Согласована на портале № 18149

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	Всего
7 семестр		
Презентации с использованием интерактивной доски с обсуждением	8	8
Исследовательский метод	6	6
Решение ситуационных задач	6	6
Итого за семестр:	20	20
Итого	20	20

7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП

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)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Схемы включения полупроводников транзисторов	Расчет схем включения транзисторов ОК, ОЭ, ОБ и их свойства	4	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
	Моделирование схем включения транзисторов ОК, ОЭ, ОБ при вариации их свойств и параметров	6	
	Итого	10	
2 Режимы работы усилительных каскадов	Расчет схем усилительных каскадов реализующих режимы А, АВ, В, Д. Свойства и специфика работы.	4	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
	Моделирование схем усилительных каскадов реализующих режимы А, АВ, В, Д.	6	
	Итого	10	
3 Операционный усилитель. Схемы включения ОУ и их свойства	Свойства и характеристики операционного усилителя. Схемотехника применения ОУ. Расчет обратных связей.	6	ПК-5, ПК-7, ОПК-3
	Моделирование схем, включающих операционные усилители. Типовые применения ОУ.	6	
	Итого	12	
4 Компаратор	Компаратор, принцип работы. Расчет компаратора на операционном	4	ОПК-3, ПК-5, ПК-

Согласована на портале № 18149

	усилителе.		7
	Различные варианты реализации компаратора на операционном усилителе. Моделирование и расчет.	6	
	Итого	10	
5 Таймер, его структура и схемы включения	Схемотехника таймера, методика расчета и схемы включения	4	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
	Варианты реализации таймера на аналоговых элементах. Моделирование	6	
	Итого	10	
6 Ключи коммутаторы аналоговых сигналов для цифроаналоговых и аналого-цифровых преобразователей	Схемотехника ключей – коммутаторов аналоговых сигналов и методика расчета и схемы включения	8	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
	Итого	8	
7 Одноключевые преобразователи параметров электрической энергии, принцип работы и характеристики	Работа одноключевых преобразователей и формирование их алгоритмов управления. Реализация аналоговых схем управления непосредственными преобразователями. Математическая модель. Расчет силовых и частотных параметров.	8	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
	Моделирование одноключевых преобразователей напряжения. Система управления, принципы модуляции.	8	
	Итого	16	
8 Полумостовой преобразователь параметров электрической энергии, алгоритм управления	Работа полумостовых преобразователей и формирование их алгоритмов управления	6	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
	Моделирование полумостовых преобразователей и формирование их алгоритмов управления	6	
	Итого	12	
9 Драйверы для одноключевых и полумостовых преобразователей	Схемотехника драйверов, методика расчета и схемы включения. Свойства, характеристики, структура	8	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
	Итого	8	
10 Принципы проектирования драйверов для управления полевым транзистором и биполярным транзистором	Свойства полевого транзистора и комплекс мероприятий по обеспечению режима Д	6	ОПК-3, ПК-5, ПК-7
	Моделирование системы управления преобразователем с полевыми транзисторами в качестве ключей	6	
	Итого	12	
Итого за семестр		108	

Согласована на портале № 18149

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	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
7 семестр				
1 Схемы включения полупроводников транзисторов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ОПК-3, ПК-5, ПК-7	Отчет по практическому занятию, Расчетная работа
	Итого	10		
2 Режимы работы усилительных каскадов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ОПК-3, ПК-5, ПК-7	Отчет по практическому занятию, Расчетная работа
	Итого	10		
3 Операционный усилитель. Схемы включения ОУ и их свойства	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ОПК-3, ПК-5, ПК-7	Отчет по практическому занятию, Расчетная работа
	Итого	10		
4 Компаратор	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ОПК-3, ПК-5, ПК-7	Отчет по практическому занятию, Расчетная работа
	Итого	10		
5 Таймер, его структура и схемы включения	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ОПК-3, ПК-5, ПК-7	Отчет по практическому занятию, Расчетная работа
	Итого	10		
6 Ключи коммутаторы аналоговых сигналов для цифроаналоговых и аналого-цифровых преобразователей	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ОПК-3, ПК-5, ПК-7	Отчет по практическому занятию, Расчетная работа
	Итого	12		
7 Одноключевые преобразователи параметров электрической энергии, принцип работы и характеристики	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ОПК-3, ПК-5, ПК-7	Отчет по практическому занятию, Расчетная работа
	Итого	12		
8 Полумостовой преобразователь параметров электрической энергии, алгоритм управления	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ОПК-3, ПК-5, ПК-7	Отчет по практическому занятию, Расчетная работа
	Итого	12		
9 Драйверы для одноключевых и полумостовых	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ОПК-3, ПК-5, ПК-7	Отчет по практическому занятию, Расчетная работа

Согласована на портале № 18149

преобразователей	Итого	10		
10 Принципы проектирования драйверов для управления полевым транзистором и биполярным транзистором	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ОПК-3, ПК-5, ПК-7	Отчет по практическому занятию, Расчетная работа
	Итого	12		
Итого за семестр		108		
Итого		108		

9.1. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

1. Схемотехника ключей – коммутаторов аналоговых сигналов для ЦАП и АЦП. Методика расчета и схемы включения
2. Схемотехника драйверов, методика расчета и схемы включения. Свойства, характеристики, структура
3. Расчет и моделирование схем включения транзисторов ОК, ОЭ, ОБ при вариации их свойств и параметров
4. Расчет и моделирование схем усилительных каскадов реализующих режимы А, АВ, В, Д. Свойства и специфика работы.
5. Свойства и характеристики операционного усилителя. Схемотехника применения ОУ. Расчет обратных связей. Моделирование схем, включающих операционные усилители. Типовые применения ОУ.
6. Компаратор. Принцип работы. Различные варианты реализации компаратора на операционном усилителе. Моделирование и расчет.
7. Схемотехника таймера, методика расчета и схемы включения. Варианты реализации таймера на аналоговых элементах.
8. Свойства полевого транзистора и комплекс мероприятий по обеспечению режима Д. Моделирование системы управления преобразователем с полевыми транзисторами в качестве ключей
9. Работа одноключевых преобразователей и формирование их алгоритмов управления. Реализация аналоговых схем управления непосредственными преобразователями. Математическая модель. Расчет силовых и частотных параметров.
10. Работа полумостовых преобразователей. Расчет и моделирования полумостовых преобразователей, формирование их алгоритмов управления

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				
Отчет по практическому занятию	16	16	18	50
Расчетная работа	16	16	18	50
Итого максимум за период	32	32	36	100

Согласована на портале № 18149

Нарастающим итогом	32	64	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)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Элементы аналоговой схемотехники: Учебное пособие / Шарыгина Л. И. - 2015. 75 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/4965, дата обращения: 07.04.2017.

2. Саюн В.М., Топор А.В., Шарапов А.В. Аналоговая схемотехника: Учебное пособие. - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. - 193 с. [Электронный ресурс]. - http://www.ie.tusur.ru/docs/ac.zip.

12.2. Дополнительная литература

1. Учебное пособие «Микросхемотехника Аналоговая микросхемотехника»: 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, дата обращения: 07.04.2017.

2. Шарапов А.В. Микроэлектроника: Уч. пособие. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007 – 138 с. [Электронный ресурс]. - http://www.ie.tusur.ru/docs/mel.zip.

3. Введение в процессы интегральных микро- и нанотехнологий [Текст] : учебное пособие для вузов: в 2 т. / ред. Ю. Н. Коркишко. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010 - . - (Нанотехнологии). - ISBN 978-5-9963-0341-0. Т. 1 : Физико-химические основы технологии микроэлектроники / Ю. Д. Чистяков, Ю. П. Райнова. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 392 с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 386-389. - ISBN 978-5-9963-0335-9 (наличие в библиотеке ТУСУР - 45 экз.)

Согласована на портале № 18149

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Шарапов А.В. Аналоговая схемотехника. Руководство к организации самостоятельной работы. - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. - 83 с. Лабораторный практикум: стр.18 – 38. Практические занятия: стр. 38 – 50. [Электронный ресурс]. - http://www.ie.tusur.ru/docs/ac.zip.
2. Легостаев Н.С. Микросхемотехника: руководство к организации самостоятельной работы для студентов специальности 210104 / Н.С. Легостаев, К.В. Четвергов. – Томск: ТУСУР, 2007. – 46 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 51 экз.)

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. Патентная база РФ по топологиям интегральных схем: http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru/inform_resources/inform_retrieval_system/.
2. Информационно-справочная и поисковая система: www.complexdoc.ru.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. 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. 320. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска интерактивная с проектором; Коммутатор; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron - 12 шт. Специализированные стенды для проведения практических работ по моделированию ключевых преобразователей и их систем управления - 12 шт. Измерительное оборудование - 12 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft Office Access 2003. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 74, 3 этаж, ауд. 320. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска интерактивная с проектором; Коммутатор; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron - 12 шт. Специализированные стенды для проведения практических работ по моделированию ключевых преобразователей и их систем управления - 12 шт. Измерительное оборудование - 12 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft Office Access 2003. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Согласована на портале № 18149

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 видеоувеличителей 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.

Лабораторный практикум необходимо проводить в специализированной лаборатории. Этому требованию отвечает лаборатория 302 корпуса ФЭТ (12 раб.мест) и аудитория 311 корпуса ФЭТ (16 раб. мест), специально выделенные для проведения занятий со студентами по практической электронике, оснащена рабочими столами, источниками питания, осциллографами, паяльными станциями и другим оборудованием.

При выполнении индивидуального задания необходимо пользоваться справочным порталом: www.complexdoc.ru

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

Согласована на портале № 18149

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.

Согласована на портале № 18149

Приложение 1

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

Проектирование ключевых устройств

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Промышленная электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**
Курс: **4**
Семестр: **7**

Учебный план набора 2015 года

Разработчики:

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

Дифференцированный зачет: 7 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 18149

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
ПК-7	готовностью осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	Должен знать предмет и принципы схемотехники ключевых устройств как раздела микроэлектроники; функциональное назначение, характеристики, параметры и конструктивно-технологическое исполнение аналоговых и цифровых интегральных микросхем, коммутационных полупроводниковых приборов; особенности применения интегральных микросхем в качестве систем управления полупроводниковыми приборами различного функционального назначения; Должен уметь решать задачи анализа, синтеза, расчета и оптимизации характеристик электрических цепей импульсно-модуляционного типа; определять характеристики и параметры интегральных микросхем, используемых в цепях управления ключевыми устройствами; выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств импульсно-модуляционного типа в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования; Должен владеть методами схемотехнического проектирования микроэлектронных устройств с использованием средств автоматизированного проектирования; методиками экспериментальных исследований микроэлектронных устройств; методами контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам в области силовой и информационной электроники;
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	
ОПК-3	способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей	

Согласована на портале № 18149

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 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
Удовлетворительно (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-7

ПК-7: готовностью осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

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	факты, принципы, процессы, общие понятия в области контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам в части проектирования ключевых устройств	осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам при проектировании ключевых устройств	методами контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам в части проектирования ключевых устройств
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Практические занятия; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Практические занятия; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Самостоятельная работа;

Согласована на портале № 18149

Используемые средства оценивания	• Расчетная работа; • Отчет по практическому занятию; • Дифференцированный зачет;	• Расчетная работа; • Отчет по практическому занятию; • Дифференцированный зачет;	• Расчетная работа; • Отчет по практическому занятию; • Дифференцированный зачет;

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)	• Знает факты, принципы, процессы, различные методы контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам в части проектирования ключевых устройств;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем при контроле соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам при проектировании ключевых устройств;	• Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам в части проектирования ключевых устройств;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в области контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам в части проектирования ключевых устройств;	• Умеет осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам при проектировании ключевых устройств;	• Владеет основными способами контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам в части проектирования ключевых устройств;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Збладает базовыми общими знаниями в области контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам в части проектирования ключевых устройств;	• Обладает базовыми умениями, требуемыми для осуществления контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам при проектировании ключевых устройств;	• При прямом наблюдении осуществляет контроль соответствия разрабатываемых ключевых устройств требованиям нормативных документов и технического задания;

Согласована на портале № 18149

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	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия, позволяющие выполнять расчет и проектирование ключевых устройств в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для расчета и проектирования ключевых устройств в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	Выполняет расчет и проектирование ключевых устройств в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Практические занятия; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Практические занятия; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Расчетная работа; • Отчет по практическому занятию; • Дифференцированный зачет;	• Расчетная работа; • Отчет по практическому занятию; • Дифференцированный зачет;	• Расчетная работа; • Отчет по практическому занятию; • Дифференцированный зачет;

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 знаниями, позволяющими выполнять расчет и проектированиеключевых устройств в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для расчета и проектирования ключевых устройств в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;	• Выполняет расчет и проектирование ключевых устройств и их систем управления в соответствии с техническим заданием, производит анализ, способен предлагать технологические решения;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает факты, принципы, процессы, общие понятия,	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для расчета	• Выполняет расчет и проектирование ключевых устройств и

Согласована на портале № 18149

	позволяющие выполнять расчет и проектирование ключевых устройств в соответствии с техническим заданием;	и проектирования ключевых устройств в соответствии с техническим заданием;	их систем управления в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Обладает базовыми общими знаниями в области расчета и проектирования ключевых устройств;	• Обладает основными умениями, требуемыми для расчета и проектирования ключевых устройств силовой электроники;	• При прямом наблюдении выполняет расчет и проектирование ключевых устройств и их систем управления с использованием средств автоматизации проектирования;

2.3 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 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в части анализа и расчета характеристик электрических цепей, синтеза, анализа и моделирования ключевых устройств и их систем управления с использованием средств автоматизированного проектирования, а также экспериментального исследования электронной аппаратуры	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения задач анализа и расчета характеристик электрических цепей, синтеза, анализа и моделирования ключевых устройств и их систем управления с использованием средств автоматизированного проектирования	Решает задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей, синтеза, анализа и моделирования ключевых устройств и их систем управления с использованием средств автоматизированного проектирования, владеет методами экспериментального исследования электронной аппаратуры
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Практические занятия; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Практические занятия; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Расчетная работа; • Отчет по практическому занятию; • Дифференцированный зачет;	• Расчетная работа; • Отчет по практическому занятию; • Дифференцированный зачет;	• Расчетная работа; • Отчет по практическому занятию; • Дифференцированный зачет;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.

Согласована на портале № 18149

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Обладает фактическими и теоретическими знаниями в части анализа и расчета характеристик электрических цепей, синтеза, анализа и моделирования ключевых устройств и их систем управления с использованием средств автоматизированного проектирования, а также экспериментального исследования электронной аппаратуры;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения задач анализа и расчета характеристик электрических цепей, синтеза, анализа и моделирования ключевых устройств и их систем управления с использованием средств автоматизированного проектирования, а также экспериментального исследования электронной аппаратурым;	• Решает задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей, синтеза, анализа и моделирования ключевых устройств и их систем управления с использованием средств автоматизированного проектирования, а также экспериментального исследования электронной аппаратуры;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в части анализа и расчета характеристик электрических цепей, синтеза, анализа и моделирования ключевых устройств и их систем управления;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения задач анализа и расчета характеристик электрических цепей, синтеза, анализа и моделирования ключевых устройств и их систем управления;	• Решает задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей, синтеза, анализа и моделирования ключевых устройств и их систем управления с использованием средств автоматизированного проектирования;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Обладает базовыми общими знаниями в части анализа и расчета характеристик электрических цепей, синтеза, анализа и моделирования ключевых устройств и их систем управления;	• Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач анализа и расчета характеристик электрических цепей, синтеза, анализа и моделирования ключевых устройств и их систем управления;	• При прямом наблюдении решает задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей, синтеза, анализа и моделирования ключевых устройств и их систем управления;

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 Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам

– Схемотехника ключей – коммутаторов аналоговых сигналов для ЦАП и АЦП. Методика расчета и схемы включения

– Схемотехника драйверов, методика расчета и схемы включения. Свойства, характеристики, структура

Согласована на портале № 18149

– Расчет и моделирование схем включения транзисторов ОК, ОЭ, ОБ при вариации их свойств и параметров

– Расчет и моделирование схем усилительных каскадов реализующих режимы А, АВ, В, Д. Свойства и специфика работы.

– Свойства и характеристики операционного усилителя. Схемотехника применения ОУ. Расчет обратных связей. Моделирование схем, включающих операционные усилители. Типовые применения ОУ.

– Компаратор. Принцип работы. Различные варианты реализации компаратора на операционном усилителе. Моделирование и расчет.

– Схемотехника таймера, методика расчета и схемы включения. Варианты реализации таймера на аналоговых элементах.

– Свойства полевого транзистора и комплекс мероприятий по обеспечению режима Д. Моделирование системы управления преобразователем с полевыми транзисторами в качестве ключей

– Работа одноключевых преобразователей и формирование их алгоритмов управления. Реализация аналоговых схем управления непосредственными преобразователями. Математическая модель. Расчет силовых и частотных параметров.

– Работа полумостовых преобразователей. Расчет и моделирования полумостовых преобразователей, формирование их алгоритмов управления

3.2 Темы расчетных работ

– Синтез и анализ микроэлектронных комбинационных цифровых устройств;
– Логические элементы. Шифраторы и дешифраторы;
– Мультиплексоры и демультиплексоры;
– Цифровые сумматоры;
– Цифровые компараторы;
– Синтез и анализ микроэлектронных последовательностных цифровых устройств;
– Триггеры;
– Регистры памяти и сдвига;
– Счетчики

3.3 Вопросы дифференцированного зачета

– Схемотехника как раздел силовой электроники, принципы и основные направления схемотехники, термины и определения.

– Этапы схемотехнического проектирования электронных устройств.

– Принципы аналоговой схемотехники, основные и специальные аналоговые функции, классификация аналоговых интегральных схем.

– Интегральные операционные усилители.
– Инструментальные аналоговые интегральные схемы.
– Транзисторный ключ. Свойства, схемы включения, методика расчета.
– Режимы работы усилительных каскадов.
– Составные транзисторы.
– Источники постоянного тока.
– Источники постоянного напряжения.
– Дифференциальные усилители.
– Интегральные операционные усилители.
– Основные свойства операционных усилителей.
– Характеристики и параметры операционных усилителей.

– Компараторы напряжения, характеристики компараторов, компараторы с положительной обратной связью.

– Схемотехника компараторов.
– Таймер, его структура и схемы включения.
– Ключи коммутаторы аналоговых сигналов.

Согласована на портале № 18149

– Коммутаторы аналоговых сигналов для цифро-аналоговых и аналого-цифровых преобразователей.
– Одноключевые преобразователи параметров электрической энергии.
– Полумостовой преобразователь параметров электрической энергии.
– Драйверы для одно ключевых и полумостовых преобразователей.
– Драйверы для управления полевым транзистором.
– Драйверы для управления биполярным транзистором.
– Формирование алгоритмов управления драйверами.

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. Элементы аналоговой схемотехники: Учебное пособие / Шарыгина Л. И. - 2015. 75 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/4965 свободный.
2. Саюн В.М., Топор А.В., Шарапов А.В. Аналоговая схемотехника: Учебное пособие. - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. - 193 с. [Электронный ресурс]. - http://www.ie.tusur.ru/docs/ac.zip

4.2. Дополнительная литература

1. Учебное пособие «Микросхемотехника Аналоговая микросхемотехника»: 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.
2. Шарапов А.В. Микроэлектроника: Уч. пособие. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007 – 138 с. [Электронный ресурс]. - http://www.ie.tusur.ru/docs/mel.zip.
3. Введение в процессы интегральных микро- и нанотехнологий [Текст] : учебное пособие для вузов: в 2 т. / ред. Ю. Н. Коркишко. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010 - . - (Нанотехнологии). - ISBN 978-5-9963-0341-0. Т. 1 : Физико-химические основы технологии микроэлектроники / Ю. Д. Чистяков, Ю. П. Райнова. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 392 с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 386-389. - ISBN 978-5-9963-0335-9 (наличие в библиотеке ТУСУР - 45 экз.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Шарапов А.В. Аналоговая схемотехника. Руководство к организации самостоятельной работы. - Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. - 83 с. Лабораторный практикум: стр.18 – 38. Практические занятия: стр. 38 – 50. [Электронный ресурс]. - http://www.ie.tusur.ru/docs/ac.zip.
2. Легостаев Н.С. Микросхемотехника: руководство к организации самостоятельной работы для студентов специальности 210104 / Н.С. Легостаев, К.В. Четвергов. – Томск: ТУСУР, 2007. – 46 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 51 экз.)

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/
2. Информационно-справочная и поисковая система: www.complexdoc.ru

Согласована на портале № 18149