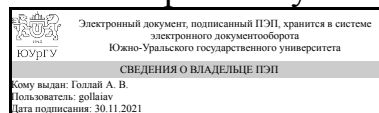


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Высшая школа электроники и
компьютерных наук



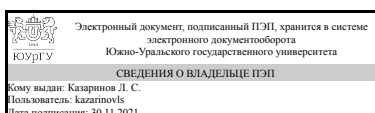
А. В. Голлай

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины ДВ.1.07.02 Силовые электронные преобразователи для направления 27.03.04 Управление в технических системах уровень бакалавр тип программы Академический бакалавриат профиль подготовки Управление и информатика в технических системах форма обучения заочная кафедра-разработчик Автоматика и управление

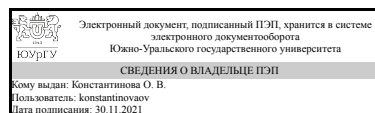
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах, утверждённым приказом Минобрнауки от 20.10.2015 № 1171

Зав.кафедрой разработчика,
д.техн.н., проф.



Л. С. Казаринов

Разработчик программы,
старший преподаватель (-)



О. В. Константинова

1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Силовые электронные преобразователи» является теоретическая и практическая подготовка студентов в области электронной техники в виде формирования у них знаний и умений анализа, синтеза и исследования типовых электронных преобразователей, а также выработки положительной мотивации к самостоятельной деятельности. Основная задача дисциплины – формирование знаний о принципах работы силовых электронных преобразователей, умения анализировать работу электронных устройств, производить расчет режимов работы элементов этих устройств, разумно выбирать из имеющегося набора серийно выпускающихся элементов необходимые,

Краткое содержание дисциплины

Основными разделами курса являются: силовые транзисторные ключи, методы улучшения характеристик транзисторных ключей; импульсные электронные преобразователи, импульсные силовые преобразователи для управления двигателем постоянного тока, операционные усилители, компараторы напряжения, мультивибраторы, генераторы треугольного и пилообразного напряжения; усилители мощности: усилители с трансформаторной связью, бестрансформаторные усилители мощности, источники питания электронной аппаратуры: выпрямители, сглаживающие фильтры, стабилизаторы тока и напряжения;

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ОПК-3 способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей	Знать: методы решения задач анализа и расчета характеристик электрических цепей
	Уметь: анализировать работу электронных устройств
	Владеть: основными подходами к решению задач анализа и расчета характеристик электронных устройств.
ПК-6 способностью производить расчеты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматизации, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием	Знать: Методы расчета отдельных блоков электронных устройств систем автоматизации и управления.
	Уметь: Формулировать требования к выбору элементов схемы на основе расчетных данных, разумно выбирать из имеющегося набора серийно выпускающихся элементов необходимые, производить синтез заданных параметров электронных устройств
	Владеть: способностью производить расчеты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматизации, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием

ОПК-7 способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	Знать:основные параметры полупроводниковых приборов, современные тенденции развития электроники
	Уметь:формулировать требования к выбору полупроводниковых приборов для применения в электронных устройствах; использовать современную полупроводниковую элементную базу при разработке электронных схем;
	Владеть:способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники,навыками работы со справочно-информационной литературой.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.17 Основы микроэлектроники, Б.1.21 Теоретические основы электротехники	В.1.11 Технические средства автоматизации и управления, ДВ.1.03.01 Промышленные сети и системы связи

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Б.1.17 Основы микроэлектроники	Знать: полупроводниковую элементную базу электронных цепей, основные параметры полупроводниковых приборов, современные тенденции развития электроники. Уметь: правильно выбрать полупроводниковые приборы для применения в электротехнических и электронных устройствах; использовать современную полупроводниковую элементную базу при разработке электронных схем; Владеть: навыками работы со справочно-информационной литературой, способностью учитывать современные тенденции развития электроники
Б.1.21 Теоретические основы электротехники	Знать: основы теории электрического поля, законы Ома и Кирхгофа Уметь: применять методы расчета линейных и нелинейных цепей, основные законы теории электрического поля для решения конкретных задач. Владеть: способностью использовать основные закономерности теории электрического поля.

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 з.е., 288 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах

		Номер семестра	
		6	7
Общая трудоёмкость дисциплины	288	144	144
<i>Аудиторные занятия:</i>	32	16	16
Лекции (Л)	12	12	0
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	12	4	8
Лабораторные работы (ЛР)	8	0	8
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	256	128	128
Изучение теоретического материала	72	52	20
Оформление отчетов по лабораторным работам	32	0	32
Решение задач	50	40	10
Подготовка к зачету	36	36	0
Подготовка к лабораторным работам	16	0	16
Выполнение курсовой работы	30	0	30
Подготовка к экзамену	20	0	20
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	экзамен, КР

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
01	Ключевой режим работы транзисторов. Методы повышения быстродействия транзисторных ключей	2	1	1	0
02	Силовые транзисторные ключи. Влияние коммутационных потерь. Транзисторный ключ с нагрузкой индуктивного характера.	2	1	1	0
03	Импульсные электронные преобразователи. Виды преобразователей. Импульсные преобразователи напряжения сети. Импульсные преобразователи постоянного напряжения.	3	2	1	0
04	Импульсные преобразователи для управления двигателем постоянного тока	2	1	1	0
05	Основные характеристики и параметры усилителей. Многокаскадные усилители. Обратные связи в усилителях	2	1	1	0
06	Аналоговые электронные усилители. Усилительные каскады на биполярных и полевых транзисторах.	5	2	1	2
07	Операционные усилители и компараторы.	6	2	2	2
08	Генераторы электрических сигналов	2	0	1	1
09	Усилители мощности. Усилители с трансформаторной связью. Бестрансформаторные усилители. Энергетические показатели.	4	1	2	1
10	Источники питания электронной аппаратуры.	4	1	1	2

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1.1	01	Ключевой режим работы биполярного транзистора. Повышение быстродействия. Ненасыщенный ключ. Ключи на полевых транзисторах. Ключ с линейной нагрузкой. Ключ на комплементарных МДП транзисторах.	1

1.2	02	Силовые транзисторные ключи. Влияние коммутационных потерь. Транзисторный ключ с нагрузкой индуктивного характера.	1
2	03	Импульсные преобразователи энергии. Виды преобразователей. Повышающий преобразователь. Понижающий преобразователь. Инвертирующий преобразователь. Прямоходовый и обратноходовый преобразователи. Преобразователи напряжения сети. Перспективные структуры преобразователей электрической энергии.	2
3.1	04	Импульсные преобразователи для управления двигателем постоянного тока. Работа транзисторного ключа при широтно-импульсном управлении. Реверсивные ключевые усилители. Мостовые схемы ключевых усилителей. Способы управления. Особенности работы	1
3.2	05	Основные технические показатели усилителей. Многокаскадные усилители. Обратные связи в усилителях. Влияние на основные характеристики и параметры	1
4	06	Аналоговые электронные усилители. Принцип действия простейшего усилительного каскада. Режимы работы усилительного каскада. Классы усиления. Простейшие усилительные каскады на биполярных транзисторах (с общей базой, с общим эмиттером, с общим коллектором). Усилительные каскады на полевых транзисторах. Режим покоя. Схема замещения. Основные параметры.	2
5	07	Усилители постоянного тока (УПТ). Особенности. Дрейф УПТ. Методы уменьшения дрейфа. Дифференциальный усилительный каскад как основа операционного усилителя. Операционные усилители (ОУ). Структура. Основные характеристики и параметры. Схема замещения. Инвертирующий и неинвертирующий усилители. Интегратор и дифференцирующее устройство устройство на операционном усилителе. Компараторы на ОУ.	2
6.1	09	Усилители мощности. Усилители с трансформаторной связью. Двухтактные бестрансформаторные усилители мощности. Двухтактный повторитель напряжения. Двухтактный каскад с усилением по напряжению.	1
6.2	10	Источники электропитания. Структура, основные характеристики и параметры. Схемы выпрямления. Сглаживающие фильтры. Стабилизаторы напряжения.	1

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1.1	01	Ключи на биполярных и полевых транзисторах. Решение задач.	1
1.2	02	Расчет работы силового ключа с учетом потерь на переключение. Расчет схемы транзисторного ключа с индуктивной нагрузкой. Решение задач	1
2.1	03	Импульсные преобразователи напряжения. Решение задач.	1
2.2	04	Ключевые усилители. Решение задач.	1
3.1	05	Расчет параметров многокаскадного усилителя. Расчет параметров усилителя с обратной связью	1
4.1	06	Расчет параметров простейших усилительных каскадов на биполярных и полевых транзисторах.	1
4.2	07	Расчет схем на операционных усилителях	1
5.1	07	Расчет схем компараторов	1
5.2	08	Расчет схем генераторов на базе операционных усилителей	1
6.1	09	Расчет бестрансформаторного усилителя мощности. Формирование требований к выбору транзисторов. Работа со справочной литературой	1
6.2	09	Расчет двухтактного каскада в режиме АВ. Расчет каскада с усилением по	1

		напряжению	
6.2	10	Расчет выпрямителей. Расчет линейных стабилизаторов	1

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1.2	06	Исследование усилительного каскада по схеме с общим коллектором	1
1.1	06	Исследование усилительного каскада по схеме с общим эмиттером	1
2.1	07	Исследование инвертирующего и неинвертирующего усилителя.	1
2.2	07	Исследование компараторов на операционном усилителе	1
3.1	08	Исследование RC-генератора	1
3.2	09	Исследование бестрансформаторного усилителя мощности	1
4.1	10	Исследование однополупериодного и двухполупериодного выпрямителей	1
4.2	10	Исследование стабилизаторов	1

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Выполнение курсовой работы	Основная [2] стр.220-280, дополнительная [7] стр. 3-79, дополнительная [9] стр. 5-42	30
Оформление отчетов по лабораторным работам	Силовые электронные преобразователи_методические указания к лабораторным, стр.1-108	32
Подготовка к зачету	Основная [1] стр.87-168	36
Решение задач	Основная [1] стр.89-160, дополнительная [8] стр.3-51	50
Подготовка к лабораторным работам	Силовые электронные преобразователи_методические указания к лабораторным, стр.1-108	16
Подготовка к экзамену	Основная, дополнительная	20
Изучение теоретического материала	основная, дополнительная	72

6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Программно-технический комплекс DELTA-PROFI	Лабораторные занятия	Исследование свойств электронных приборов и устройств	8

Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Инновационные формы обучения	Краткое описание и примеры использования в темах и разделах
Применение программно-аппаратного комплекса при проведении лабораторных и практических занятий	Исследование работы отдельных узлов электронных устройств с использованием натуральных образцов и математических моделей.

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: Результаты работ по НИЛ Электроники используются при проведении занятий по данной дисциплине.

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНЫ	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Ключевой режим работы транзисторов. Методы повышения быстродействия транзисторных ключей	ОПК-7 способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	текущий	Задачи_силовые электронные преобразователи 2.1-2.13
Операционные усилители и компараторы.	ОПК-3 способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей	текущий	Задачи_схемы на ОУ, 1-15
Все разделы	ПК-6 способностью производить расчеты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием	курсовая работа	варианты 1 - 20
Аналоговые электронные усилители. Усилительные каскады на биполярных и полевых транзисторах.	ОПК-3 способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей	текущий	Задачи_простейшие каскады на транзисторах, 1-20
Ключевой режим работы транзисторов. Методы повышения быстродействия транзисторных ключей	ОПК-7 способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	зачет	вопросы к зачету 1-5
Силовые транзисторные ключи. Влияние коммутационных потерь. Транзисторный ключ с нагрузкой индуктивного характера.	ПК-6 способностью производить расчеты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием	зачет	вопросы к зачету 6-9
Импульсные	ОПК-3 способностью решать задачи	зачет	вопросы к зачету 10-

преобразователи для управления двигателем постоянного тока	анализа и расчета характеристик электрических цепей		13
Основные характеристики и параметры усилителей. Многокаскадные усилители. Обратные связи в усилителях	ОПК-7 способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	зачет	вопросы к зачету 14-23
Все разделы	ОПК-3 способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей	экзамен	вопросы к экзамену 5-9,13-18
Все разделы	ОПК-7 способностью учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	экзамен	вопросы к экзамену 3-4,10-12, 19
Все разделы	ПК-6 способностью производить расчеты и проектирование отдельных блоков и устройств систем автоматизации и управления и выбирать стандартные средства автоматики, измерительной и вычислительной техники для проектирования систем автоматизации и управления в соответствии с техническим заданием	экзамен	вопросы к экзамену 1,2,20-24

7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
текущий	результат решения задач	Отлично: задачи решены верно, получены правильные ответы Хорошо: ход решения верный, есть небольшие ошибки в вычислениях, которые исправлены после проверки Удовлетворительно: ход решения верный, есть ошибки в формулах, которые исправлены после проверки Неудовлетворительно: задача решена не верно
экзамен	Для допуска к экзамену оценки за все контрольные работы должны быть положительными. Форма проведения - письменный ответ на вопрос билета. В билете один вопрос. Время подготовки к ответу 45 минут.	Отлично: обладает твёрдым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями даны полные, развёрнутые ответы; логически, грамотно и точно излагает материал дисциплины, интерпретируя его самостоятельно, способен самостоятельно его анализировать и делать выводы Хорошо: знает материал дисциплины в запланированном объёме, некоторые моменты в ответе не отражены или в ответе имеются несущественные неточности; грамотно и по существу излагает материал Удовлетворительно: знает только основной

		материал дисциплины, не усвоил его деталей, дана только часть ответа на вопросы; в ответе имеются существенные ошибки; допускает неточности в изложении и интерпретации знаний; имеются нарушения логической последовательности Неудовлетворительно: не знает значительной части материала дисциплины; ответ не дан или допускает грубые ошибки при изложении ответа на вопрос; неверно излагает и интерпретирует знания; изложение материала логически не выстроено
зачет	Для допуска к зачету оценки за все контрольные работы должны быть положительными. Форма проведения - письменный ответ на вопрос билета. В билете один вопрос. Время подготовки к ответу 30 минут.	Зачтено: знает материал дисциплины в запланированном объеме, некоторые моменты в ответе не отражены или в ответе имеются несущественные неточности; грамотно и по существу излагает материал Не зачтено: не знает значительной части материала дисциплины; ответ не дан или допускает грубые ошибки при изложении ответа на вопрос; неверно излагает и интерпретирует знания; изложение материала логически не выстроено
курсовая работа	Преподаватель проверяет и оценивает выполнение курсовой работы, студент отвечает на вопросы преподавателя по теоретической и практической части курсовой работы	Отлично: обладает твёрдым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями даны полные, развёрнутые ответы; логически, грамотно и точно излагает материал дисциплины, интерпретируя его самостоятельно, способен самостоятельно его анализировать и делать выводы Хорошо: знает материал дисциплины в запланированном объеме, некоторые моменты в ответе не отражены или в ответе имеются несущественные неточности; грамотно и по существу излагает материал Удовлетворительно: знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей, дана только часть ответа на вопросы; в ответе имеются существенные ошибки; допускает неточности в изложении и интерпретации знаний; имеются нарушения логической последовательности Неудовлетворительно: не знает значительной части материала дисциплины; ответ не дан или допускает грубые ошибки при изложении ответа на вопрос; неверно излагает и интерпретирует знания; изложение материала логически не выстроено

7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
текущий	Задачи_простейшие усилительные каскады.pdf; Задачи_силовые электронные преобразователи.doc; Задачи_схемы на ОУ.pdf
экзамен	ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ Сил 6 семестр.pdf

зачет	Вопросы к зачету Силовые электронные преобразователи.pdf
курсовая работа	Варианты курсовой работы_Силовые электронные преобразователи.pdf; Методические указания к курсовой работе_Силовые электронные преобразователи.pdf

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Забродин, Ю. С. Промышленная электроника Текст учеб. пособие для энерг. и электромех. специальностей вузов Ю. С. Забродин. - Изд. 2-е, стер. - М.: Альянс, 2008. - 496 с. ил.
2. Гусев, В. Г. Электроника и микропроцессорная техника Текст учебник для вузов по направлению подгот. бакалавров и магистров "Биомед. инженерия" и др. В. Г. Гусев, Ю. М. Гусев. - 6-е изд., стер. - М.: КноРус, 2013
3. Волович, Г. И. Схемотехника аналоговых и аналогово-цифровых электронных устройств Г. И. Волович. - М.: Додэка-XXI, 2005. - 527, [1] с.

б) дополнительная литература:

1. Забродин, Ю. С. Промышленная электроника Учеб. пособ. для вузов. - М.: Высшая школа, 1982. - 496 с. ил.
2. Гусев, В. Г. Электроника Учеб. пособие для приборостроит. специальностей вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1991. - 621,[1] с. ил.
3. Казьмин, О. Н. Силовые транзисторные преобразователи Учеб. пособие ЧГТУ, Каф. Автоматика и телемеханика; О. Н. Казьмин, И. С. Пинчук, В. Ф. Постаушкин, А. Н. Салтыков. - Челябинск: ЧГТУ, 1993. - 78 с. ил.
4. Бриндли, К. Измерительные преобразователи Справ. пособие К. Бриндли; Под ред. Е. И. Сычева. - М.: Энергоатомиздат, 1991. - 143 с. ил.
5. Пейтон, А. Дж. Аналоговая электроника на операционных усилителях Практ. руководство Пер. с англ. В. Л. Григорьева; Ред. пер. А. П. Молодяну. - М.: Бином, 1994. - 349,[1] с. ил.
6. Титце, У. Полупроводниковая схемотехника Текст Т. 1 в 2 т.: пер. с нем. У. Титце, К. Шенк. - М.: Додэка-XXI : ДМК, 2008. - 827 с.
7. Гудилин, А. Е. Руководство к курсовому проектированию по электронным устройствам автоматики Метод. указ. ЧПИ им. Ленинского комсомола, Каф. Автоматика и телемеханика; Сост.: А. Е. Гудилин, О. Н. Казьмин, В. Н. Калинин, А. Д. Чесноков; Под ред. О. Н. Казьмина; ЮУрГУ. - Челябинск: ЧПИ, 1985. - 82 с.
8. Жмак, В. А. Электроника и микросхемотехника Контрольные вопросы и задачи ЧГТУ, Каф. Автоматика и телемеханика; В. А. Жмак, О. Н. Казьмин, В. И. Константинов и др.; Под ред. О. Н. Казьмина. - Челябинск: Издательство ЧГТУ, 1993. - 52 с. ил.
9. Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению : СТО ЮУрГУ 04-2008 : взамен СТП ЮУрГУ 04-2001 : введ. в действие с 01.09.08 Текст Н. В.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:
Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ «СИЛОВЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ»
2. Методические указания по курсовой работе
3. Силовые электронные преобразователи_методические указания к лабораторным

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ «СИЛОВЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ»
2. Методические указания по курсовой работе
3. Силовые электронные преобразователи_методические указания к лабораторным

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Игумнов, Д.В. Основы полупроводниковой электроники. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Д.В. Игумнов, Г.П. Костюнина. — Электрон. дан. — М. : Горячая линия-Телеком, 2011. — 394 с. http://e.lanbook.com/book/5157
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Волович, Г.И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2011. — 528 с. http://e.lanbook.com/book/61027
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Соколов, С.В. Электроника. [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С.В. Соколов, Е.В. Титов. — Электрон. дан. — М. : Горячая линия-Телеком, 2013. — 204 с. http://e.lanbook.com/book/63245

9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Linear Technology-LTspice IV(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лабораторные занятия	716 (3б)	Специализированные стенды для проведения лабораторных работ
Лекции	705 (3б)	проектор