

ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления

ЮУрГУ	Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП	
Кому выдан: Юрасова Е. В. Пользователь: начзачадец Дата подписания: 08.07.2024	

Е. В. Юрасова

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.Ф.08 Физические основы электроники
для направления 12.03.01 Приборостроение
уровень Бакалавриат
форма обучения очная
кафедра-разработчик Информационно-измерительная техника**

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 945

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

ЮУрГУ	Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП	
Кому выдан: Самодурова М. Н. Пользователь: самодуровамн Дата подписания: 05.07.2024	

М. Н. Самодурова

Разработчик программы,
доцент

ЮУрГУ	Электронный документ, подписанный ПЭП, хранится в системе электронного документооборота Южно-Уральского государственного университета
СВЕДЕНИЯ О ВЛАДЕЛЬЦЕ ПЭП	
Кому выдан: Константинов В. И. Пользователь: konstantinovvi Дата подписания: 04.07.2024	

В. И. Константинов

Челябинск

1. Цели и задачи дисциплины

Глобальной целью изучения дисциплины «Физические основы электроники» является теоретическая и практическая подготовка студентов в области электронной техники в виде формирования у них знаний и умений анализа механизмов работы полупроводниковых элементов их характеристик, используемых в приборостроении. Основная задача дисциплины – формирование знаний о принципах работы электронных элементов, умения анализировать их работу, производить расчет режимов работы элементов, разумно выбирать из имеющегося набора серийно выпускающихся элементов необходимые.

Краткое содержание дисциплины

Основными разделами курса являются: Физические основы электропроводности полупроводников; электронно-дырочный переход и его свойства: вольтамперная характеристика перехода, пробой перехода, влияние температуры на вольтамперную характеристику, ёмкости перехода; поолупроводниковые диоды характеристики и параметры: выпрямительные, высокочастотные, импульсные, диоды Шоттки, опорные, туннельные и обращенные, вариакапы, фотодиоды, светодиоды, оптоэлектронные пары; полевые транзисторы: с управляющим переходом: принцип действия, характеристики и параметры, полевые транзисторы с изолированным затвором и индуцированным каналом: принцип действия, характеристики и параметры; полевые транзисторы с изолированным затвором и встроенным каналом: принцип действия, характеристики и параметры; биполярные транзисторы: принцип действия, токораспределение, схемы включения, характеристики и параметры в схеме включения с общей базой, характеристики и параметры в схеме включения с общим эмиттером, влияние температуры на характеристики и параметры биполярного транзистора, переходные и частотные характеристики биполярных транзисторов, транзисторы Шоттки; тиристоры: двухэлектродные приборы - динисторы принцип действия и характеристики, трехэлектродные приборы - триисторы принцип действия и характеристики, четырехэлектродные приборы - полностью управляемые тиристоры; симисторы: принцип действия и характеристики;

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способность разрабатывать и моделировать схемы отдельных аналоговых и цифровых блоков и всего сложнофункционального блока	Знает: физические основы электропроводности полупроводников; электронно-дырочный переход и его свойства; полупроводниковые диоды характеристики и параметры: выпрямительные, высокочастотные, импульсные, диоды Шоттки, опорные, туннельные и обращенные, вариакапы, фотодиоды, светодиоды, оптоэлектронные пары; полевые транзисторы: с управляющим переходом: принцип действия, характеристики и параметры, полевые транзисторы с изолированным затвором и индуцированным каналом: принцип действия, характеристики и

	<p>параметры; полевые транзисторы с изолированным затвором и встроенным каналом: принцип действия, характеристики и параметры; биполярные транзисторы: принцип действия, токораспределение, схемы включения, характеристики и параметры в схеме включения с общей базой, характеристики и параметры в схеме включения с общим эмиттером, влияние температуры на характеристики и параметры биполярного транзистора, переходные и частотные характеристики биполярных транзисторов, транзисторы Шоттки; тиристоры: двухэлектродные приборы - динисторы; трехэлектродные приборы - триисторы; четырехэлектродные приборы - полностью управляемые тиристоры; симисторы. Необходимые для проектирования предельные эксплуатационные характеристики полупроводниковых приборов.</p> <p>Умеет: различать полупроводниковые приборы по их условным графическим обозначениям; искать аналоги полупроводниковых приборов. Имеет практический опыт: самостоятельного обучения новым методам исследования в профессиональной области; методами пошаговой детализации решения задачи; использования базы данных со справочными материалами о характеристиках и параметрах полупроводниковых приборов.</p>
ПК-3 Способность проводить измерения и выполнять измерительные эксперименты по заданной методике с выбором средств измерений и обработкой результатов измерений, оформлением результатов исследований и разработок	<p>Знает: методы определения эксплуатационных характеристик полупроводниковых приборов. Умеет: экспериментально определять работоспособность и параметры полупроводниковых приборов. Имеет практический опыт: работы с соответствующим измерительным оборудованием.</p>

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.Ф.13 Материалы электронных средств, 1.О.07 Физика	1.О.18 Электроника и микропроцессорная техника, 1.Ф.12 Методы и средства измерений, 1.О.17 Теория автоматического управления, 1.Ф.11 Интеллектуальные средства измерений, ФД.02 Современные проблемы теплотехнических измерений

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

Дисциплина	Требования
1.O.07 Физика	<p>Знает: фундаментальные законы физики, подходы и методы механики, физики колебаний и волн, термодинамики, классической и квантовой статистики, молекулярной физики, поведения веществ в электрическом и магнитном полях, волновой и квантовой оптики., методы и средства измерения физических величин. Умеет: применять математические модели и методы, физические модели и законы для решения прикладных задач; применять основные законы механики, термодинамики, молекулярно-кинетической теории, электродинамики, оптики, физики атома, ядра для решения возникающих задач; применять математические методы, физические законы и вычислительную технику для решения практических задач., работать в составе бригады (рабочей группы) в процессе выполнения лабораторных работ; уметь выполнять порученную часть общего объема работ всей бригады, отвечать за общий результат наравне с другими., применять математические методы, физические законы и вычислительную технику для решения практических задач; работать с измерительными приборами; выполнять физический эксперимент, обрабатывать результаты измерений, строить графики и проводить графический анализ опытных данных; рассчитывать систематические и случайные ошибки прямых и косвенных измерений, инструментальные погрешности; применять современное физическое оборудование и приборы при решении практических задач., выполнять физический эксперимент, обрабатывать результаты измерений, строить графики и проводить графический анализ опытных данных; применять современное физическое оборудование и приборы при решении практических задач; использовать справочную литературу для выполнения расчетов. Имеет практический опыт: применения фундаментальных понятий и основных законов классической и современной физики; проведения расчетов, как при решении задач, так и при научном эксперименте., коммуникации, необходимой для защиты отчетов по лабораторным работам посредством собеседования всех студентов бригады с преподавателем., организации, планирования, проведения и обработки результатов экспериментов и экспериментальных исследований; проведения физического эксперимента и умения применять конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей специальности; проведения расчетов,</p>

	как при решении задач, так и при научном эксперименте; навыками оформления отчетов по результатам исследований; работы с измерительной аппаратурой, в том числе с цифровой измерительной техникой; обработки экспериментальных данных и оценки точности измерений., оформления отчетов по результатам исследований; работы с измерительной аппаратурой, в том числе с цифровой измерительной техникой; обработки экспериментальных данных и оценки точности измерений; выполнения анализа полученных результатов, как решения задач, так и эксперимента и измерений; навыками работы с учебной, научной и справочной литературой.
1.Ф.13 Материалы электронных средств	Знает: природу электромагнитного поля; особенности поведения различных веществ в электромагнитном поле., основные свойства диэлектрических, проводниковых и магнитных материалов электронной техники; марки и характеристики основных материалов; закономерности изменения основных свойств материалов при их взаимодействии с внешним электрическим и магнитным полем. Умеет: интерпретировать полученные в процессе измерений результаты, проводить их анализ, оформлять протоколы измерений., выбирать материалы для использования в аппаратуре электронной техники с учетом характеристик материалов и влияния на их свойства внешних факторов. Имеет практический опыт: измерения характеристик материалов; работы с информацией о технологии материалов электронных средств, об областях применения различных классов материалов в изделиях электронной аппаратуры., навыками работы с графиками, таблицами, диаграммами; методами корректной оценки погрешностей при проведении измерений с образцами материалов.

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 54,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	4
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
Аудиторные занятия:	48	48	
Лекции (Л)	24	24	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды	24	24	

аудиторных занятий (ПЗ)		
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (CPC)</i>	53,75	53,75
Контрольная работа по характеристикам и параметрам полевых транзисторов	6	6
Контрольная работа по характеристикам и параметрам биполярных транзисторов	6	6
Контрольная работа по характеристикам и параметрам полупроводниковых диодов	6	6
Контрольная работа по физическим свойствам электронно-дырочного перехода	6	6
Контрольная работа по характеристикам и параметрам тиристоров	6	6
Подготовка к зачету	23,75	23.75
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	физические основы проводимости полупроводников, электронно-дырочный переход	6	4	2	0
2	полупроводниковые диоды	5	3	2	0
3	полевые транзисторы	7	3	4	0
4	биполярные транзисторы	8	4	4	0
5	тиристоры и симисторы	8	4	4	0
6	усилители основные технические характеристики и классификация	4	2	2	0
7	обратные связи в усилителях, их влияние на характеристики и параметры усилителей	6	2	4	0
8	основы алгебры логики, основные характеристики и параметры логических элементов	4	2	2	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Энергетическое состояние электрона в атоме и твердом теле. Проводимость чистых полупроводников. Примесные полупроводники. Закономерности движения носителей заряда, уравнения плотностей токов.	2
2	1	Изолированный р-п переход. Прямое включение перехода. Обратное включение р-п перехода. Виды пробоя р-п перехода. Вольтамперная характеристика р-п перехода. Влияние температуры на ход ВАХ. Емкости р-п перехода.	2
3	2	Полупроводниковые диоды. Виды диодов, характеристика и классификация. Выпрямительные, высокочастотные, сверхвысокочастотные и импульсные диоды, диоды Шоттки. Опорные диоды, тунNELьные и обращенные диоды, варикапы, светодиоды, фотодиоды, оптоэлектронные пары.	3
4	3	Униполярные (полевые) транзисторы основные термины и обозначения.	2

		Полевые транзисторы с управляющим р-п переходом.	
5	3	Полевые транзисторы с изолированным затвором и индуцированным каналом. Полевые транзисторы с изолированным затвором и встроенным каналом.	1
6	4	Биполярные транзисторы. Основные термины и определения. Принцип действия, токораспределение. Схемы включения. Статические характеристики в схеме с общей базой.	2
7	4	Биполярные транзисторы. Статические характеристики в схеме с общим эмиттером. Влияние температуры на характеристики и параметры биполярных транзисторов, переходные и частотные характеристики.	2
8	5	Тиристоры. Основные термины и определения. Диод - тиристоры. Принцип действия и основные характеристики.	2
9	5	Триод - тиристоры. Принцип действия, основные характеристики и параметры. Симметричный тиристор.	2
10	6	Усилители, основные технические характеристики и параметры. Классификация усилителей.	2
11	7	Обратные связи в усилителях, их влияние на характеристики и параметры усилителей	2
12	8	Основы алгебры логики, основные характеристики и параметры логических элементов	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Физические свойства электронно-дырочного перехода	2
2	2	характеристики диодов	2
3	3	характеристики полевых транзисторов	4
4	4	характеристики биполярных транзисторов	4
5	5	характеристики тиристоров и симисторов	4
6	6	основные технические характеристики и параметры, классификация усилителей	2
7	7	обратные связи в усилителях, их влияние на характеристики и параметры усилителей	4
8	8	основы алгебры логики, основные характеристики и параметры логических элементов	2

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС	
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ре
Контрольная работа по характеристикам и параметрам полевых	https://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000444539?base=SUSU_METHOD&

транзисторов	
Контрольная работа по характеристикам и параметрам биполярных транзисторов	https://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000444539?base=SUSU_METHOD&
Контрольная работа по характеристикам и параметрам полупроводниковых диодов	https://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000444539?base=SUSU_METHOD&
Контрольная работа по физическим свойствам электронно-дырочного перехода	https://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000444539?base=SUSU_METHOD&
Контрольная работа по характеристикам и параметрам тиристоров	https://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000444539?base=SUSU_METHOD&
Подготовка к зачету	Основная [1] стр.87-168, [3] стр.5-78

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-мestr	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется в ПА
1	4	Текущий контроль	Контрольная работа по свойствам полупроводникового перехода	1	22	Проверочная работа проводится на последнем занятии изучаемой темы. Студенту выдается задание, содержащее 12 вопросов, согласно приведенному примеру. Время, отведенное на опрос -30 минут При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам. Частично правильный ответ соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 24.	зачет

2	4	Текущий контроль	Лабораторная и контрольная работы по полупроводниковым диодам	1	16	Проверочная работа проводится на последнем занятии изучаемой темы. Студенту выдается задание, содержащее 8 вопросов, согласно приведенному примеру. Время, отведенное на опрос -30 минут При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам. Частично правильный ответ соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 16.	зачет
3	4	Текущий контроль	Лабораторная и контрольная работы по полевым транзисторам	1	16	Проверочная работа проводится на последнем занятии изучаемой темы. Студенту выдается задание, содержащее 8 вопросов, согласно приведенному примеру. Время, отведенное на опрос -30 минут При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам. Частично правильный ответ соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 16.	зачет
4	4	Текущий контроль	Лабораторная и контрольная работы по биполярным транзисторам	1	16	Проверочная работа проводится на последнем занятии изучаемой темы. Студенту выдается задание, содержащее 8 вопросов, согласно приведенному примеру. Время, отведенное на опрос -30 минут При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам. Частично правильный ответ соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 16.	зачет
5	4	Текущий контроль	Контрольная работа по тиристорам	1	16	Проверочная работа проводится на последнем занятии изучаемой темы.	зачет

						Студенту выдается задание, содержащее 8 вопросов, согласно приведенному примеру. Время, отведенное на опрос -30 минут При оценивании результатов мероприятия ис-пользуется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам. Частично правильный ответ соответствует 1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 16.	
6	4	Текущий контроль	Контрольная работа по параметрам усилителей	1	11	Проводится на последнем занятии изучаемого раздела. Задание содержит 80 вопросов, согласно приведенному примеру. Время, отведенное на выполнение задания -30 минут При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179) Правильный ответ на вопрос соответствует 2 баллам. Частично правильный ответ соответствует 0,1 баллу. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. Максимальное количество баллов – 16	зачет
7	4	Промежуточная аттестация	Контрольная работа по свойствам электронно-дырочного перехода	-	4	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	зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Контрольная работа	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ						
		1	2	3	4	5	6	7
ПК-1	Знает: физические основы электропроводности полупроводников; электронно-дырочный переход и его свойства; полупроводниковые диоды характеристики и параметры: выпрямительные, высокочастотные, импульсные, диоды Шоттки, опорные, туннельные и обращенные, варикапы, фотодиоды, светодиоды, оптоэлектронные пары; полевые транзисторы: с управляющим переходом: принцип действия, характеристики и параметры, полевые транзисторы с изолированным затвором и индуцированным каналом: принцип действия, характеристики и параметры; полевые транзисторы с изолированным затвором и встроенным каналом: принцип действия, характеристики и параметры; биполярные транзисторы: принцип действия, токораспределение, схемы включения, характеристики и параметры в схеме включения с общей базой, характеристики и параметры в схеме включения с общим эмиттером, влияние температуры на характеристики и параметры биполярного транзистора, переходные и частотные характеристики биполярных транзисторов, транзисторы Шоттки; тиристоры: двухэлектродные приборы - динисторы; трехэлектродные приборы - триисторы; четырехэлектродные приборы - полностью управляемые тиристоры; симисторы. Необходимые для проектирования предельные эксплуатационные характеристики полупроводниковых приборов.	+	++++	+				
ПК-1	Умеет: различать полупроводниковые приборы по их условным графическим обозначениям; искать аналоги полупроводниковых приборов.	++++						
ПК-1	Имеет практический опыт: самостоятельного обучения новым методам исследования в профессиональной области; методами пошаговой детализации решения задачи; использования базы данных со справочными материалами о характеристиках и параметрах полупроводниковых приборов.	+	++	++				
ПК-3	Знает: методы определения эксплуатационных характеристик полупроводниковых приборов.	+++						+
ПК-3	Умеет: экспериментально определять работоспособность и параметры полупроводниковых приборов.	+++						
ПК-3	Имеет практический опыт: работы с соответствующим измерительным оборудованием.	++						

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

a) 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

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.

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 «ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ»

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ
ДИСЦИПЛИНЫ «ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ»

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Константинов, В. И. Электроника [Текст] Ч. 1 Полупроводниковые приборы : учебник / В. И. Константинов, О. В. Константинова, Е. В. Вставская ; Юж.-Урал. гос. ун-т. Челябинск : Издательский Центр ЮУрГУ, 2010. - 78, [1] с. или https://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000444539?base=SUSU
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Игумнов, Д.В. Основы полупроводниковой электроники. [Электронный ресурс] / Д.В. Игумнов, Г.П. Костюнина. — Электрон. дан. — М. : Горячая линия, 2010. — 120 с. — URL: http://e.lanbook.com/book/5157

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Linear Technology-LTspice IV(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для
-------------	--------	--

		различных видов занятий
Лекции	534 (36)	Аудиовизуальный комплекс для лекций
Лабораторные занятия	716 (36)	Специализированные стенды для проведения лабораторных работ, паспорт лаб 716. 2021