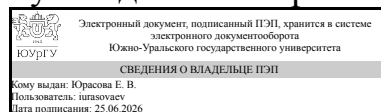


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



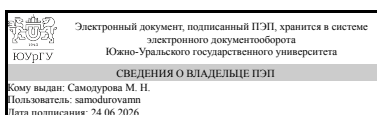
Е. В. Юрасова

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.02 Физические основы электроники
для направления 12.03.01 Приборостроение
уровень Бакалавриат
форма обучения очная
кафедра-разработчик Информационно-измерительная техника

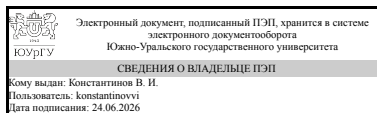
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 945

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



М. Н. Самодурова

Разработчик программы,
доцент



В. И. Константинов

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; 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 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 сложnofункционального 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, 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 - тринисторы; четырехэлектродные приборы - полностью управляемые тиристоры; симисторы. Необходимые для проектирования предельные эксплуатационные характеристики полупроводниковых приборов. 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.
ПК-2 Способность проводить измерения и выполнять измерительные эксперименты по заданной методике с выбором средств измерений и обработкой результатов измерений, оформлением результатов исследований и разработок	Знает: методы определения эксплуатационных характеристик полупроводниковых приборов. Умеет: экспериментально определять работоспособность и параметры полупроводниковых приборов. Имеет практический опыт: работы с соответствующим измерительным оборудованием.

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.Ф.01 Введение в приборостроение и измерительную технику, 1.О.07 Физика, 1.Ф.12 Материалы электронных средств	1.О.16 Теория автоматического управления, 1.О.17 Электроника и микропроцессорная техника, 1.Ф.11 Методы и средства измерений, 1.Ф.10 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.О.07 Физика	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 измерительной техники, а также особенности измерений и обработки экспериментальных данных различных электрических и неэлектрических 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., 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., 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., 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. Имеет практический опыт: 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., применения фундаментальных понятий и основных законов классической и современной физики; проведения расчетов, как при решении задач, так и при научном эксперименте.,

	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, 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., коммуникации, необходимой для защиты отчетов по лабораторным работам посредством собеседования всех студентов бригады с преподавателем.
1.Ф.12 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., работы с графиками, таблицами, диаграммами; методами корректной оценки погрешностей при проведении измерений с образцами материалов.
1.Ф.01 Введение в приборостроение и измерительную технику	Знает: наиболее распространенные поисковые системы и базы данных, содержащие научно-исследовательскую информацию; основные принципы поиска научно-технической информации; основные научные источники информации; основные способы анализа и обработки информации., историю развития измерительной техники, содержание учебного плана выбранной специальности, требования, предъявляемые к выпускнику вуза; основы разработки измерительных приборов., сущность коррупционного поведения, формы его проявления в различных сферах общественной жизни; основные меры по предупреждению коррупции; действующие правовые нормы,

	обеспечивающие борьбу с коррупцией в профессиональной деятельности и способы профилактики коррупции. Умеет: анализировать содержание библиографических источников и оценивать их содержательную ценность; отличать научные и ненаучные источники информации; сохранять и обрабатывать информацию в подходящем формате., собирать несложны принципиальные электрические схемы; разрабатывать программное обеспечение для микроконтроллерных устройств., анализировать, толковать и применять правовые нормы о противодействии коррупционному поведению. Имеет практический опыт: создания микроконтроллерных устройств.
--	--

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
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48
Лекции (Л)	24	24
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	24	24
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	53,75	53,75
Контрольная работа по характеристикам и параметрам тиристоров	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 полевых транзисторов	6	6
Подготовка к зачету	23,75	23.75
Контрольная работа по характеристикам и параметрам биполярных транзисторов	6	6
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 p-n переход. Прямое включение перехода. Обратное включение p-n перехода. Виды пробоя p-n перехода. Вольтамперная характеристика p-n перехода. Влияние температуры на ход ВАХ. Емкости p-n перехода.	2
3	2	Полупроводниковые диоды. Виды диодов, характеристика и классификация. Выпрямительные, высокочастотные, сверхвысокочастотные и импульсные диоды, диоды Шоттки. Опорные диоды, туннельные и обращенные диоды, варикапы, светодиоды, фотодиоды, оптоэлектронные пары.	3
4	3	Униполярные (полевые) транзисторы основные термины и обозначения. Полевые транзисторы с управляющим p-n переходом.	2
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 ресурс
Контрольная работа по характеристикам и параметрам тиристоров	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 полевых транзисторов	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
Контрольная работа по характеристикам и параметрам биполярных транзисторов	https://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000444539?base=SUSU_METHOD&

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-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается 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	зачет

						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.	
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 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.	зачет
5	4	Текущий контроль	Контрольная работа по тиристорам	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 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.	зачет
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	зачет

						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	
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 - тринисторы; 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-2	Знает: методы определения эксплуатационных характеристик полупроводниковых приборов.		+	+	+				+
ПК-2	Умеет: экспериментально определять работоспособность и параметры полупроводниковых приборов.		+	+	+				
ПК-2	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

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

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	Наименование	Библиографическое описание
---	-----	--------------	----------------------------

	литературы	ресурса в электронной форме	
1	Основная литература	Электронный каталог ЮУрГУ	Константинов, В. И. Электроника [Текст] Ч. 1 Полупроводниковые приборы Константинов, О. В. Константинова, Е. В. Вставская ; Юж.-Урал. гос. ун-т, ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2010. - 78, [1] с. ил. электрон. https://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000444539?base=SUSU_M

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 (3б)	Аудиовизуальный комплекс для лекций
Лабораторные занятия	716 (3б)	Специализированные стенды для проведения лабораторных работ, паспорт лаб 716. 2021