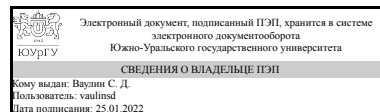


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Политехнический институт



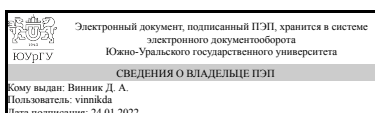
С. Д. Ваулин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П1.04 Материалы электронной техники
для направления 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
уровень Бакалавриат
профиль подготовки Перспективные материалы и технологии
форма обучения очная
кафедра-разработчик Материаловедение и физико-химия материалов

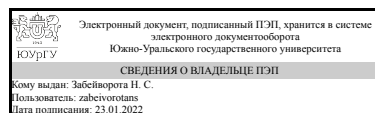
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, утверждённым приказом Минобрнауки от 02.06.2020 № 701

Зав.кафедрой разработчика,
Д.ХИМ.Н., доц.



Д. А. Винник

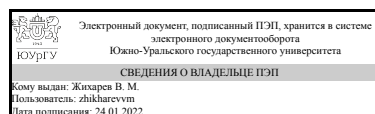
Разработчик программы,
к.техн.н., доц., доцент



Н. С. Забейворота

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной
программы
к.техн.н., доц.



В. М. Жихарев

1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является усвоение фундаментальных знаний в области материалов электронной техники. Задачей дисциплины является получение навыков в применении полученных знаний для использования их при проектировании и технологии электронной техники с учетом индивидуальных особенностей материалов.

Краткое содержание дисциплины

Материалы электронной техники (ЭТ). Понятие: материал, вещество, свойство, параметр, характеристика, качество. Классификация материалов ЭТ. Состав и структура материалов. Химический состав материала и роль примесей в нем. Структура материала. Кристаллическое строение материала. Дефекты кристаллического строения, их связь со свойствами. Сплавы. Состав и строение фаз: твердые растворы, механические смеси, химические соединения. Интерметаллические соединения. Влияние типа диаграммы состояния на характер изменения свойств сплава. Основные свойства материалов, их параметры и характеристики: механические, теплофизические, оптические, электрические, химические и др. Испытания материалов. Требования к материалам. Выбор материалов в зависимости от назначения и условий эксплуатации, стоимости. Элементы зонной теории. Энергетическая диаграмма зонной теории. Понятие о диффузионной способности материалов. Проводниковые материалы. Физическая природа электропроводности. Основные свойства, влияние на них различных факторов: природы материала, примесей, температуры, структуры. Требования к проводниковым материалам. Применение металлов в ЭТ в зависимости от их функций: электротехнических, конструкционных, адгезионных, вентильных, барьерных, защитных. Особенности тонкопленочных металлических проводниковых материалов. Классификация проводниковых материалов: с малым и большим удельным электрическим сопротивлением; материалы для термопар; жаростойкие проводниковые материалы; проводящие модификации углерода; сверхпроводники; криопроводники; стеклоэмали; материалы для электрических контактов; композиционные проводниковые материалы. Характеристика основных названных групп проводниковых материалов, их применение в ЭТ. Полупроводниковые материалы, основные отличия от проводниковых материалов и диэлектриков. Классификация полупроводников (ПП) по природе, составу, чистоте. Легирование. Донорные и акцепторные ПП. Собственные, примесные, компенсированные ПП. Основные свойства элементарных ПП, полупроводниковых соединений типа АІІІВV, АІІВVI, и их применение. Методы получения чистых материалов ПП: выращивание из расплава, зонной тигельной плавки, бестигельной зонной плавки. Суть методов, преимущества, недостатки. Диэлектрические материалы. Классификация диэлектриков (Д.) по назначению, постоянству свойств, агрегатному состоянию, природе, химическому составу. Основные свойства Д., поляризация Д., ее виды. Спонтанная (самопроизвольная) поляризация. Влияние различных факторов на поляризацию, использование в ЭТ; электропроводность Д., ее виды, влияние различных факторов на электропроводность Д.. Объемная и поверхностная электропроводность; потери в Д., виды потерь, влияние различных факторов на потери в Д.; электрическая прочность Д., пробой, виды пробоя. Электрическая прочность пленок; нагревостойкость электроизоляционных материалов.

Электроизоляционные материалы; материалы органической природы: полярные (фторопласт-3, оргстекло, поливинилхлорид, лавсан, полиуретан и др.) и неполярные (полиэтилен, полипропилен, полистирол, фторопласт-4 и др.), термопласты; материалы неорганической природы: стекла, ситаллы, кварц, керамика техническая и электротехническая (установочная и конденсаторная); активные диэлектрики: пьезокерамика (пьезоэлектрики), пирозлектрики, сегнетоэлектрики, электреты; Назначение диэлектрических и изоляционных материалов, основные свойства и характеристики, состав, применение в ЭТ. Магнитные материалы. Ферро- и ферримагнетизм. Основные магнитные характеристики. Намагничивание и перемагничивание. Классификация магнитных материалов. Отличительные свойства и применение магнитных материалов разных групп. Применение магнитомягких материалов (МММ). Магнитотвердые материалы (МТМ) различных групп. МТМ из порошков. МТМ на основе редкоземельных металлов. Основные характеристики, применение. Материалы специального назначения. Материалы нанoeлектроники.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-9 способен на основе знания основных типов неорганических и органических материалов различного назначения, в том числе наноматериалов, проводить выбор материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения.	Знает: требования к материалам и изделиям электронной техники; - общую технологическую схему производства интегральных микросхем микроэлектронике; - основные характеристики оборудования в технологических процессах, в микроэлектронике. физические и физико-химические основы технологии производства изделий электроники Умеет: осуществлять выбор материалов для изделий электронной техники Имеет практический опыт: выбора материалов для приборов контроля технологических процессов, сырья и продукции

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Не предусмотрены

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

Нет

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 36,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам
		в часах
		Номер семестра
		7
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
Аудиторные занятия:	32	32
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
Самостоятельная работа (СРС)	35,75	35,75
с применением дистанционных образовательных технологий	0	
Подготовка к семинарам	16	16
Подготовка к зачету	19,75	19.75
Консультации и промежуточная аттестация	4,25	4,25
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	Введение в материалы электронной техники.	4	2	2	0
2	Основы материаловедения.	4	2	2	0
3	Проводниковые материалы.	4	2	2	0
4	Полупроводниковые материалы.	4	2	2	0
5	Диэлектрические материалы.	4	2	2	0
6	Магнитные материалы.	4	2	2	0
7	Материалы специального назначения.	4	2	2	0
8	Материалы нанoeлектроники.	4	2	2	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Материалы электронной техники. Понятие: материал, вещество, свойство, параметр, характеристика, качество. Классификация материалов ЭТ. Состав и структура материалов. Химический состав материала и роль примесей в нем.	2
2	2	Структура материала. Кристаллическое строение материала. Дефекты кристаллического строения, их связь со свойствами. Сплавы. Состав и строение фаз: твердые растворы, механические смеси, химические соединения. Интерметаллические соединения. Влияние типа диаграммы состояния на характер изменения свойств сплава. Основные свойства материалов, их параметры и характеристики: механические, теплофизические, оптические, электрические, химические и др. Испытания материалов. Требования к материалам. Выбор материалов в зависимости от назначения и условий эксплуатации, стоимости. Элементы зонной теории. Энергетическая диаграмма зонной теории. Понятие о диффузионной способности материалов.	2

3	3	Проводниковые материалы. Физическая природа электропроводности. Основные свойства, влияние на них различных факторов: природы материала, примесей, температуры, структуры. Классификация проводниковых материалов: с малым и большим удельным электрическим сопротивлением; материалы для термопар; жаростойкие проводниковые материалы; проводящие модификации углерода; сверхпроводники; криопроводники; стеклоэмали; материалы для электрических контактов; композиционные проводниковые материалы. Требования к проводниковым материалам. Применение металлов в ЭТ в зависимости от их функций: электротехнических, конструкционных, адгезионных, вентильных, барьерных, защитных. Особенности тонкопленочных металлических проводниковых материалов.	2
4	4	Полупроводниковые материалы, основные отличия от проводниковых материалов и диэлектриков. Классификация полупроводников (ПП) по природе, составу, чистоте. Легирование. Донорные и акцепторные ПП. Собственные, примесные, компенсированные ПП. Методы получения чистых материалов ПП: выращивание из расплава, зонной тигельной плавки, бестигельной зонной плавки. Суть методов, преимущества, недостатки.	2
5	5	Диэлектрические материалы. Классификация диэлектриков (Д.) по назначению, постоянству свойств, агрегатному состоянию, природе, химическому составу. Основные свойства Д.: поляризация, ее виды. Спонтанная (самопроизвольная) поляризация. Влияние различных факторов на поляризацию, использование в ЭТ; электропроводность Д., ее виды, влияние различных факторов на электропроводность Д.. Объемная и поверхностная электропроводность; потери в Д., виды потерь, влияние различных факторов на потери в Д.; электрическая прочность Д., пробой, виды пробоя. Электрическая прочность пленок; нагревостойкость электроизоляционных материалов. Электроизоляционные материалы: материалы органической природы: полярные (фторопласт-3, оргстекло, поливинилхлорид, лавсан, полиуретан и др.) и неполярные (полиэтилен, полипропилен, полистирол, фторопласт-4 и др.), термопласты; материалы неорганической природы: стекла, ситаллы, кварц, керамика техническая и электротехническая (установочная и конденсаторная); активные диэлектрики: пьезокерамика (пьезоэлектрики), пироэлектрики, сегнетоэлектрики, электреты; слюда и материалы из нее; смолы: фенолоальдегидные, эпоксидные, кремний органические, глифталевые и др., и материалы на их основе. Природные смолы: шеллак, канифоль, янтарь; каучук и резины; пленкообразующие материалы: клеи, герметики, лаки, компаунды; волокнистые материалы; пластические массы; слоистые пластики. Композиционные материалы; материалы для изоляционных пленок микроэлектроники. Назначение диэлектрических и изоляционных материалов, основные свойства и характеристики, состав, применение в ЭТ.	2
6	6	Магнитные материалы. Ферро- и ферримагнетизм. Основные магнитные характеристики. Намагничивание и перемагничивание. Классификация магнитных материалов. Отличительные свойства и применение магнитных материалов разных групп. Магнитомягкие материалы (МММ) для: – постоянных и низкочастотных цепей; – для высоких и сверхвысоких частот; – с прямоугольной петлей гистерезиса и др. Применение МММ. Магнитотвердые материалы (МТМ) различных групп. МТМ из порошков. Ферриты. МТМ на основе редкоземельных металлов. Основные характеристики. Применение.	2
7	7	Материалы специального назначения. Сегнетоэлектрики, пьезоэлектрики, пироэлектрики, электреты	2
18	8	Материалы нанoeлектроники, технологии их получения.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Введение в материалы электронной техники.	2
2	2	Основы материаловедения.	2
3	3	Проводниковые материалы.	2
4	4	Полупроводниковые материалы.	2
5	5	Диэлектрические материалы.	2
6	6	Магнитные материалы.	2
7	7	Материалы специального назначения.	2
8	8	Материалы нанoeлектроники.	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	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к семинарам	Материалы кафедры: учебное пособие - "материалы электронной техники", авторы : Забейворота Н.С., Подгорнов Ф.В., Винник Д.А. Лекции Сорокин, В. С. Материалы и элементы электронной техники [Текст] Т. 1 Проводники, полупроводники, диэлектрики учеб. для вузов : в 2 т. В. С. Сорокин, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. - М.: Академия, 2006. - 439, [1] с. ил. (Страницы 47-150) Сорокин, В. С. Материалы и элементы электронной техники [Текст] Т. 2 Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники учеб. для вузов : в 2 т. В. С. Сорокин, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. - М.: Академия, 2006. - 376, [1] с. ил. (Страницы 107-285)	7	16
Подготовка к зачету	Лекции Сорокин, В. С. Материалы и элементы электронной техники [Текст] Т. 1 Проводники, полупроводники, диэлектрики учеб. для вузов : в 2 т. В. С. Сорокин, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. - М.: Академия, 2006. - 439, [1] с. ил. (Страницы 47-150) Сорокин, В. С. Материалы и элементы электронной техники [Текст] Т. 2 Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники учеб. для вузов : в 2 т. В. С. Сорокин, Б. Л.	7	19,75

6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

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	7	Текущий контроль	Выступление и сдача конспекта семинара по теме "Введение в материалы электронной техники."	2	3	За содержательное выступление с презентацией, отражающее полноту раскрытия темы на семинарском занятии или активное участие в обсуждении многих (более трёх) вопросов семинара, а также сдаче конспекта по теме семинара начисляется 3 балла. За подготовку и сдачу конспекта по вопросам семинара и участие в обсуждении вопросов начисляется 2 балла. За подготовку и сдачу конспекта по вопросам семинара начисляется 1 балл. За отсутствие конспекта по вопросам семинара и не участие в работе на семинаре начисляется 0 баллов.	зачет
2	7	Текущий контроль	Выступление и сдача конспекта семинара по теме "Основы материаловедения."	2	3	За содержательное выступление с презентацией, отражающее полноту раскрытия темы на семинарском занятии или активное участие в обсуждении многих (более трёх) вопросов семинара, а также сдаче конспекта по теме семинара начисляется 3 балла. За подготовку и сдачу конспекта по вопросам семинара и участие в обсуждении вопросов начисляется 2 балла. За подготовку и сдачу конспекта по вопросам семинара начисляется 1 балл. За отсутствие конспекта по вопросам семинара и не участие в работе на семинаре начисляется 0 баллов.	зачет
3	7	Текущий контроль	Выступление и сдача конспекта семинара по теме	2	3	За содержательное выступление с презентацией, отражающее полноту раскрытия темы на семинарском	зачет

			"Проводниковые материалы."			занятии или активное участие в обсуждении многих (более трёх) вопросов семинара, а также сдаче конспекта по теме семинара начисляется 3 балла. За подготовку и сдачу конспекта по вопросам семинара и участие в обсуждении вопросов начисляется 2 балла. За подготовку и сдачу конспекта по вопросам семинара начисляется 1 балл. За отсутствие конспекта по вопросам семинара и не участие в работе на семинаре начисляется 0 баллов.	
4	7	Текущий контроль	Выступление и сдача конспекта семинара по теме "Полупроводниковые материалы."	1	3	За содержательное выступление с презентацией, отражающее полноту раскрытия темы на семинарском занятии или активное участие в обсуждении многих (более трёх) вопросов семинара, а также сдаче конспекта по теме семинара начисляется 3 балла. За подготовку и сдачу конспекта по вопросам семинара и участие в обсуждении вопросов начисляется 2 балла. За подготовку и сдачу конспекта по вопросам семинара начисляется 1 балл. За отсутствие конспекта по вопросам семинара и не участие в работе на семинаре начисляется 0 баллов.	зачет
5	7	Текущий контроль	Выступление и сдача конспекта семинара по теме "Диэлектрические материалы."	1	3	За содержательное выступление с презентацией, отражающее полноту раскрытия темы на семинарском занятии или активное участие в обсуждении многих (более трёх) вопросов семинара, а также сдаче конспекта по теме семинара начисляется 3 балла. За подготовку и сдачу конспекта по вопросам семинара и участие в обсуждении вопросов начисляется 2 балла. За подготовку и сдачу конспекта по вопросам семинара начисляется 1 балл. За отсутствие конспекта по вопросам семинара и не участие в работе на семинаре начисляется 0 баллов.	зачет
6	7	Текущий контроль	Выступление и сдача конспекта семинара по теме "Магнитные материалы."	1	3	За содержательное выступление с презентацией, отражающее полноту раскрытия темы на семинарском занятии или активное участие в обсуждении многих (более трёх)	зачет

						вопросов семинара, а также сдаче конспекта по теме семинара начисляется 3 балла. За подготовку и сдачу конспекта по вопросам семинара и участие в обсуждении вопросов начисляется 2 балла. За подготовку и сдачу конспекта по вопросам семинара начисляется 1 балл. За отсутствие конспекта по вопросам семинара и не участие в работе на семинаре начисляется 0 баллов.	
7	7	Текущий контроль	Выступление и сдача конспекта семинара по теме "Материалы специального назначения."	1	3	За содержательное выступление с презентацией, отражающее полноту раскрытия темы на семинарском занятии или активное участие в обсуждении многих (более трёх) вопросов семинара, а также сдаче конспекта по теме семинара начисляется 3 балла. За подготовку и сдачу конспекта по вопросам семинара и участие в обсуждении вопросов начисляется 2 балла. За подготовку и сдачу конспекта по вопросам семинара начисляется 1 балл. За отсутствие конспекта по вопросам семинара и не участие в работе на семинаре начисляется 0 баллов.	зачет
8	7	Текущий контроль	Выступление и сдача конспекта семинара по теме "Материалы нанoeлектроники."	1	3	За содержательное выступление с презентацией, отражающее полноту раскрытия темы на семинарском занятии или активное участие в обсуждении многих (более трёх) вопросов семинара, а также сдаче конспекта по теме семинара начисляется 3 балла. За подготовку и сдачу конспекта по вопросам семинара и участие в обсуждении вопросов начисляется 2 балла. За подготовку и сдачу конспекта по вопросам семинара начисляется 1 балл. За отсутствие конспекта по вопросам семинара и не участие в работе на семинаре начисляется 0 баллов.	зачет
9	7	Промежуточная аттестация	Зачет	-	4	Зачет в форме письменных ответов на вопросы приведенные в билете. Билет содержит 4 вопроса. За вопрос начисляется по 1 баллу. Максимальная оценка 4 баллов. Минимальная оценка 0 баллов. 4 балла выставляется студенту,	зачет

					глубоко и прочно усвоившему программный и дополнительный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагающему; в ответе которого тесно увязывается теория с практикой. При этом студент не затрудняется в ответе при видоизменении задания; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, правильно обосновывает принятия решения, владеет разносторонними навыками и приёмами выполнения практических задач. 3 балла выставляется студенту, твердо знающему программный материал, грамотно и по существу излагающему его, который не допускает существенных неточностей в ответе на вопросы, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, хорошо владеет необходимыми практическими навыками. 2 балла выставляется студенту, который имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения последовательности в изложении программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических навыков. 1 балл выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические навыки. 0 баллов выставляется студенту, который не знает программного материала и у него отсутствуют ответы на вопросы.	
--	--	--	--	--	--	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Билеты к зачёту составляются на основе учебной программы. Билет включает 4 вопроса . Преподаватель напоминает общие рекомендации по подготовке ответов, письменному ответу по вопросам билета, а также по ответам на дополнительные вопросы. Студенты берут билет, называют его номер и занимают индивидуальные места за столами для подготовки ответов. На подготовку ответов на билет студенту отводится 1	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

	час, 20 минут. Студент, подготовившись к ответу, садится за экзаменационный стол. . Прохождение контрольных мероприятий по промежуточной аттестации обязательно.	
--	--	--

6.3. Оценочные материалы

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
ПК-9	Знает: требования к материалам и изделиям электронной техники; - общую технологическую схему производства интегральных микросхем в микроэлектронике; - основные характеристики оборудования в технологических процессах, в микроэлектронике. физические и физико-химические основы технологии производства изделий электроники	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-9	Умеет: осуществлять выбор материалов для изделий электронной техники	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-9	Имеет практический опыт: выбора материалов для приборов контроля технологических процессов, сырья и продукции	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

Не предусмотрена

б) дополнительная литература:

1. Пасынков, В. В. Полупроводниковые приборы Учеб. пособие для вузов В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. - 8-е изд., испр. - СПб. и др.: Лань, 2006. - 478 с.

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

1. Портал: "Электронные компоненты" - www.elcomdesign.ru

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Методические рекомендации для проведения семинарских занятий
2. Материалы кафедры: учебное пособие - "Материалы электронной техники", авторы : Забейворота Н.С., Подгорнов Ф.В., Винник Д.А.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Методические рекомендации для проведения семинарских занятий
2. Материалы кафедры: учебное пособие - "Материалы электронной техники", авторы : Забейворота Н.С., Подгорнов Ф.В., Винник Д.А.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
---	----------------	--	----------------------------

1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Сорокин, В. С. Материалы и элементы электронной техники [Текст] Т. 2 Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники учеб. для вузов : в 2 т. В. С. Сорокин, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. - М.: Академия, 2006. - 376, [1] с. ил. https://e.lanbook.com/book/168894
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Сорокин, В. С. Материалы и элементы электронной техники [Текст] Т. 1 Проводники, полупроводники, диэлектрики учеб. для вузов : в 2 т. В. С. Сорокин, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. - М.: Академия, 2006. - 439, [1] с. ил. https://e.lanbook.com/book/168852
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Земсков Ю.П. Материаловедение [Текст] Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2013. - 200, [1] с. ил. https://e.lanbook.com/book/72035
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Пасынков, В. В. Полупроводниковые приборы : учебное пособие / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. — 9-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 480 с. — ISBN 978-5-8114-0368-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/167773 (дата обращения: 03.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Мигаль, Ю. Ф. Материаловедение (радиотехническое) : учебное пособие / Ю. Ф. Мигаль. — Ростов-на-Дону : РГУПС, 2016. — 46 с. — ISBN 978-5-88814-554-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. https://e.lanbook.com/book/129314

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -Thr Cambridge Cristallographic Data Centre(бессрочно)
2. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)
3. -Информационные ресурсы ФИПС(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Зачет, диф. зачет	314 (1)	Компьютер, проектор.
Практические занятия и семинары	314 (1)	Компьютер, проектор.
Лекции	314 (1)	Компьютер, проектор.