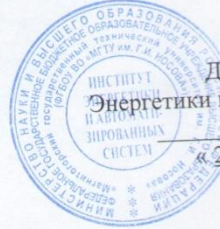




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Энергетики и автоматизированных систем
С.И. Лукьянов
«26» сентября 2018г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Материалы и элементы электронной техники

Направление подготовки
11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»
Направленность (профиль/ специализация) программы
«Электроника информационных и промышленных систем»
Уровень высшего образования – бакалавриат
Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения
Очная

Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра электроники и микроэлектроники
Курс - 3
Семестр – 5

Магнитогорск
2018 г.

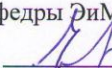
Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.03.2015 г. N 218.


Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры "Электроника и микроэлектроника" 06 сентября 2018 г., (протокол № 1).

Зав. кафедрой  С.И. Лукьянов



Рабочая программа одобрена методической комиссией института Энергетики и автоматизированных систем 28 сентября 2016 г. (протокол № 1).

Председатель  С.И. Лукьянов

Рабочая программа составлена: доцент кафедры ЭИМЭ канд. техн. наук
 / С.А. Евдокимов /

Рецензент:
Начальник отдела инновационных разработок ЗАО «КОНСОМ ГРУПП», канд. техн. наук
 / А.Н. Панов /

Лист регистрации изменений и дополнения

№ п/п	Раздел программы	Краткое содержание изменения/дополнения	Дата. № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой
1.	8	Актуализация учебно - методического и информационного обеспечения дисциплины	05.09.2019 г. протокол №1	
2.	8	Актуализация учебно - методического и информационного обеспечения дисциплины	31.08.2020 г. протокол №1	

1. Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины (модуля) материалы и элементы электронной техники являются: приобретение студентом способностей использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности; выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием; выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники; учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности; налаживать, испытывать, проверять работоспособность измерительного, диагностического, технологического оборудования, используемого для решения различных научно-технических, технологических и производственных задач в области электроники и нанoeлектроники.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки бакалавра

Дисциплина «Материалы и элементы электронной техники» входит в базовую часть образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника» и преподается в течении 5-го семестра. Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения: физики, химии, математики, физики конденсированного состояния.

Студент, приступивший к изучению дисциплины «Материалы и элементы электронной техники», должен:

- знать и уметь использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;
- представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики;
- уметь выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;
- владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных.

Знания, полученные студентом при изучении курса «Материалы и элементы электронной техники» будут необходимы для освоения следующих дисциплин: «Физика конденсированного состояния», «Магнитные элементы электронных устройств», «Технологические датчики», «Компоненты электронной техники»

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины «Материалы и элементы электронной техники» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-1: способность	представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики
Знать	– фундаментальные законы природы и основные физические законы в области механики, термодинамики, электричества и магнетизма; – физическую сущность процессов и явлений, протекающих в проводниковых, полупроводниковых, диэлектрических и магнитных

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	<p>материалах в различных условиях эксплуатации;</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные характеристики материалов: электрические, оптические, тепловые, механические и т.д.; – физические и математические модели процессов и явлений, основные законы и закономерности, на которых основано применение различных материалов в электронных приборах; – современными тенденции развития электроники и наноэлектроники.
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> – пользоваться различными законами и закономерностями для объяснения физических принципов функционирования электронных приборов; – выбирать и использовать для расчета параметров исследуемого материала конкретные методы, сравнивать результаты расчета, полученные различными методами; – измерять основные параметры проводящих, полупроводниковых, диэлектрических и магнитных материалов.
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> – навыками анализа физических процессов и явлений в приборах и устройствах электронной техники; – особенностями использования электронных приборов в радиоэлектронной аппаратуре; - способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды.
ПК-1- способность строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования.	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> – методы расчета основных параметров элементов электронной техники; – простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения; – общие свойства различных групп материалов, используемых в электронных приборах и устройствах;
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> - строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок, используемых для решения различных научно-технических, технологических и производственных задач в области электроники и наноэлектроники; - прогнозировать изменение свойств материалов при изменении внешних условий или воздействий: давления, температуры, электрических и магнитных полей, освещения, радиационных воздействий; - использовать для решения проблем возникающих в ходе своей профессиональной деятельности соответствующий физико-математический аппарат. Осуществлять сбор и анализ исходных данных

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	для расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения.
Владеть	- принципами построения и реализации электронных приборов; - навыками работ с измерительной и вычислительной техникой при анализе и исследованиях материалов и элементов электронной техники; - навыками выбора электронных материалов и элементов для обеспечения заданных свойств и технических характеристик приборов и устройств электронной техники.

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 72 акад. часа:
 - аудиторная – 68 акад. часов;
 - внеаудиторная - 4 акад. часа;
- самостоятельная работа – 36,3 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. часов.

Раздел/тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
1. Раздел 1. Введение	5	2	4/3И	-	2	Выполнение задания и оформление лабораторной работы	Выполнение и защита лабораторной работы	ПК-1 - Зув ОПК-1-Зув
1.1 Цели и задачи курса, его место в ряду других дисциплин и его роль в формировании инженера электронной техники.		0,4				Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	Текущий контроль успеваемости	ПК-1 - Зув ОПК-1-Зув

1.2. Роль материалов и материаловедения в развитии электронных и микроэлектронных приборов.		0,4	1			Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	Текущий контроль успеваемости	ПК-1 - Зув ОПК-1-Зув
1.3. Основные понятия и определения.		0,4	1/1И			Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	Текущий контроль успеваемости	ПК-1 - Зув ОПК-1-Зув
1.4. Классификация материалов и элементов электронной техники.		0,4	1/1И			Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	Текущий контроль успеваемости	ПК-1 - Зув ОПК-1-Зув
1.5. Значение электрических, магнитных, тепловых, механических и других свойств материалов и компонентов при создании высококачественной электронной аппаратуры.		0,4	1/1И			Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	Текущий контроль успеваемости	ПК-1 - Зув ОПК-1-Зув
2. Раздел 2. Проводниковые и резистивные материалы	5	8	6/2И	-	10	Выполнение задания и оформление лабораторной работы	Выполнение и защита лабораторной работы	ПК-1 - Зув ОПК-1-Зув
2.1. Определение и классификация проводников. Свойства проводников. Их структура		1	1		2	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	Текущий контроль успеваемости	ПК-1 - Зув ОПК-1-Зув
2.2. Материалы высокой проводимости. Тугоплавкие и благородные металлы. Сплавы высокого сопротивления.		2	1/1И		2	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	Текущий контроль успеваемости	ПК-1 - Зув ОПК-1-Зув
2.3. Изделия из металлических проводников.		1	1		2	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	Текущий контроль успеваемости	ПК-1 - Зув ОПК-1-Зув

2.4. Резистивные материалы, требования, предъявляемые к ним, классификация и характеристики Классификация резисторов, типы и параметры..		2	2/1И		2	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	Текущий контроль успеваемости	ПК-1 - Зув ОПК-1-Зув
2.5. Припой и флюсы, их назначение и классификация.		2	2		2	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	Текущий контроль успеваемости	ПК-1 - Зув ОПК-1-Зув
3. Раздел 3. Диэлектрики и материалы для конденсаторов	5	8	8/2И	-	8	Выполнение задания и оформление лабораторной работы	Выполнение и защита лабораторной работы	ПК-1 - Зув ОПК-1-Зув
3.1. Физические процессы в диэлектриках и их свойства. Параметры поляризации и их зависимость от температуры и частоты		2	2/1И		2	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	Текущий контроль успеваемости	ПК-1 - Зув ОПК-1-Зув
3.2. Классификация конденсаторов, основные параметры и характеристики, конструктивные особенности и область применения.		3	3		3	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	Текущий контроль успеваемости	ПК-1 - Зув ОПК-1-Зув
3.3. Конденсаторы интегральных микросхем и микросборок.		3	3/1И		3	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	Текущий контроль успеваемости	ПК-1 - Зув ОПК-1-Зув
4. Раздел 4. Полупроводниковые материалы	5	8	8/3И	-	8	Выполнение задания и оформление лабораторной работы	Выполнение и защита лабораторной работы	ПК-1 - Зув ОПК-1-Зув
4.1. Физические процессы в полупроводниках, свойства и характеристики полупроводниковых материалов..		2	2/1И		2	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	Текущий контроль успеваемости	ПК-1 - Зув ОПК-1-Зув
4.2. Собственные и примесные полу-		2	2/1И		2	Чтение лекций, просмотр презентаций.	Текущий контроль успеваемости	ПК-1 - Зув ОПК-1-

проводники, основные и не основные носители заряда. Температурная зависимость удельного сопротивления полупроводников						таций. Чтение дополнительной литературы.	мости	Зув
4.3. Классификация полупроводниковых материалов. Простые полупроводники: германий, кремний. Их свойства, технология получения монокристаллического кремния.		2	2		2	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	Текущий контроль успеваемости	ПК-1 - Зув ОПК-1-Зув
4.4. Сложные полупроводники. Стеклообразные и аморфные полупроводники. Методы получения гидrogenизированного аморфного кремния, область применения.		2	2/1И		2	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	Текущий контроль успеваемости	ПК-1 - Зув ОПК-1-Зув
5. Раздел 5. Магнитные материалы	5	6	8/2И	-	8	Выполнение задания и оформление лабораторной работы	Выполнение и защита лабораторной работы	ПК-1 - Зув ОПК-1-Зув
5.1. Физические процессы в магнитных материалах и их свойствах. Классификация веществ по магнитным свойствам. Статистические и динамические характеристики магнитных материалов.		2	1		1,3	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	Текущий контроль успеваемости	ПК-1 - Зув ОПК-1-Зув
5.2. Методы снятия характеристик магнитных материалов. Виды магнитных материалов и область их применения.		1	2/1И		1	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	Текущий контроль успеваемости	ПК-1 - Зув ОПК-1-Зув

5.3. Компоненты электронных цепей с магнитными материалами. Силовые и согласующие трансформаторы. Катушки индуктивности и дроссели. Конструкции магнитных сердечников, их параметры и характеристики, расчет электромагнитных устройств.		1	2/II		2	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	Текущий контроль успеваемости	ПК-1 - Зув ОПК-1-Зув
5.4. Магнитные ленты и диски, их использование в качестве носителей информации.		1	2		2	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	Текущий контроль успеваемости	ПК-1 - Зув ОПК-1-Зув
5.5. Методы получения магнитных кристаллов и пленок.		1	1		2	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	Текущий контроль успеваемости	ПК-1 - Зув ОПК-1-Зув
6. Заключение	5	2	-	-		Подготовка к экзамену	Текущий контроль успеваемости	ПК-1 - Зув ОПК-1-Зув
Итого за семестр:	5	34	34/ 14И	-	36,3		Промежуточная аттестация: экзамен	ПК-1 - Зув ОПК-1-Зув
Итого по дисциплине:		34	34/ 14И		36,3		35,7	

5. Образовательные и информационные технологии:

Образовательные технологии – это целостная модель образовательного процесса, системно определяющая структуру и содержание деятельности обеих сторон этого процесса (преподавателя и студента), имеющая целью достижение планируемых результатов с поправкой на индивидуальные особенности его участников. Технологичность учебного процесса состоит в том, чтобы сделать учебный процесс полностью управляемым.

Проведение лекционных занятий по дисциплине рекомендуется сопровождать с использованием мультимедийных презентаций, включающих в себя слайды различных схем, фотографий изделий, иллюстраций технологических процессов производств материалов и элементов электронной техники. Презентации способствуют структурированию лекций, экономии лекционного времени, затрачиваемого на построение схем и графиков на доске. Высвобожденное таким образом время целесообразно использовать для диалогового общения с группами студентов, включать в лекционные часы элементы практических занятий, проводить небольшие опросы с целью поддержания работоспособности студентов в течении всего курса.

При проведении лабораторного практикума необходимо создать условия для самостоятельной работы каждого студента, показать студентам важность оформления полученных результатов работ в соответствии с ГОСТ и СТП предприятия.

Поэтому проведение лабораторных работ разделяется на следующие этапы:

1. Усвоение студентом целей и задач лабораторной работы, хода выполнения работы, приборов и элементов изучаемых в данной лабораторной работе. Данный этап работы каждый студент выполняет самостоятельно. Результатом самостоятельной работы является шаблон отчета выполнения работы, выполненный в электронном виде.
2. Перед выполнением работы преподаватель проверяет соответствие оформления шаблона отчета лабораторной работы на соответствие СТП и ГОСТ. Бегло проверяет у студентов глубину усвоения целей и задач лабораторной работы и хода выполнения работ. По результатам опроса студент может быть не допущен до выполнения лабораторной работы.
3. Выполнение студентами лабораторной работы. При выполнении лабораторных работ рекомендуются имитации нештатных ситуаций (намеренный выход из строя отдельных элементов схемы, например по превышению выделяемой мощности, измерение емкостей и индуктивностей номиналы которых заведомо не входят в диапазоны измерений приборов). Преодоление нештатных ситуаций формируют у студентов самостоятельность, стимулируют более глубокое усвоение материала.
4. Оформление отчета о выполнении лабораторной работы.
5. Защита результатов выполнения лабораторной работы. Защита лабораторной работы проводится индивидуально с каждым студентом в виде диалога. В ходе беседы обсуждаются результаты экспериментов, преподавателем задаются контрольные вопросы с целью выяснения глубины знаний студента по данному разделу, при этом пробелы в знаниях студента восполняются дополнительными пояснениями, комментариями преподавателя.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Раздел дисциплины	Виды самостоятельной работы	Кол-во часов	Формы контроля
1. Раздел 1. Введение		2	Защита лабораторной работы №1.
1.1. Цели и задачи курса, его место в ряду других дисциплин и его роль в формировании инженера электронной техники.			
1.2. Роль материалов и материаловедения в развитии электронных и микроэлектронных приборов.	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	0.5	

1.3. Основные понятия и определения.	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	0.5	
1.4. Классификация материалов и элементов электронной техники.	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	0.5	
1.5. Значение электрических, магнитных, тепловых, механических и других свойств материалов и компонентов при создании высококачественной электронной аппаратуры.	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	0.5	
2. Раздел 2. Проводниковые и резистивные материалы		10	Защита лабораторной работы №2
2.1. Определение и классификация проводников. Свойства проводников. Их структура	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	2	
2.2. Материалы высокой проводимости. Тугоплавкие и благородные металлы. Сплавы высокого сопротивления.	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	2	
2.3. Изделия из металлических проводников.	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	2	
2.4. Резистивные материалы, требования, предъявляемые к ним, классификация и характеристики Классификация резисторов, типы и параметры.	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	2	
2.5. Припои и флюсы, их назначение и классификация.	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	2	
3. Раздел 3. Диэлектрики и материалы для конденсаторов		8	Защита лабораторной работы №3.
3.1. Физические процессы в диэлектриках и их свойства. Параметры поляризации и их зависимость от температуры и частоты	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	2	
3.2. Классификация конденсаторов, основные параметры и характеристики, конструктивные особенности и область применения.	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	3	
3.3. Конденсаторы интегральных микросхем и микросборок.	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	3	

4. Раздел 4. Полупроводниковые материалы		8	Защита лабораторной работы №4.
4.1. Физические процессы в полупроводниках, свойства и характеристики полупроводниковых материалов..	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	2	
4.2. Собственные и примесные полупроводники, основные и не основные носители заряда. Температурная зависимость удельного сопротивления полупроводников	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	2	
4.3. Классификация полупроводниковых материалов. Простые полупроводники: германий, кремний. Их свойства, технология получения монокристаллического кремния.	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	2	
4.4 Сложные полупроводники. Стеклообразные и аморфные полупроводники. Методы получения гидрогенизированного аморфного кремния, область применения.	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	2	
5. Раздел 5. Магнитные материалы		8	Защита лабораторной работы №5
5.1. Физические процессоры в магнитных материалах и их свойствах. Классификация веществ по магнитным свойствам. Статистические и динамические характеристики магнитных материалов.	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	2	
5.2. Методы снятия характеристик магнитных материалов. Виды магнитных материалов и область их применения.	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	1,3	
5.3. Компоненты электронных цепей с магнитными материалами. Силовые и согласующие трансформаторы. Катушки индуктивности и дроссели. Конструкции магнитных сердечников, их параметры и характеристики, расчет электромагнитных устройств.	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	2	
5.4 Магнитные ленты и диски, их использование в качестве носителей информации.	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	2	
5.5. Методы получения магнитных кристаллов и пленок.	Чтение лекций, просмотр презентаций. Чтение дополнительной литературы.	1	
6. Экзамен		35,7	Экзамен

Контрольные вопросы для защиты лабораторных работ:

1. Классификация материалов по электрическим свойствам. Виды проводников, полупроводников, диэлектриков.
2. Классификация диэлектриков. Виды активных и пассивных диэлектриков. Краткое описание активных диэлектриков.
3. Классификация материалов по магнитным, структурным свойствам, агрегатному состоянию и типам химических связей.
4. Строение атома. Энергия атома. Принцип Паули. Квантовые числа.
5. Типы химических связей. Энергия связи.
6. Кристаллическая структура твердых тел.
7. Образование энергетических зон в кристаллах. Разрешенные и запрещенные зоны. Классификация кристаллов с точки зрения зонной теории.
8. Физические свойства металлов и сплавов. Влияние свободных электронов на физические свойства (теплоемкость, электропроводность, блеск). Типы сплавов.
9. Зонная теория металлов. Распределение электронов по энергиям. Энергия Ферми. Скорость дрейфа, подвижность электронов.
10. Электропроводность металлов. Зависимость тока от электрического поля. Механизмы рассеяния электронов.
11. Зонная структура собственных полупроводников. Процессы генерации и рекомбинации. Уровень Ферми.
12. Зонная структура примесных полупроводников. Донорные и акцепторные уровни. Генерация носителей в примесных полупроводниках.
13. Концентрация носителей заряда в собственных полупроводниках. Эффективные плотности состояний. Положение уровня Ферми. Температурная зависимость.
14. Концентрация носителей заряда в примесных полупроводниках. Закон действующих масс. Зависимость концентрации от уровня Ферми. Температурная зависимость.
15. Процессы переноса носителей заряда. Диффузионный и дрейфовый токи. Соотношение Эйнштейна. Удельное электрическое сопротивление.
16. Неравновесные носители заряда. Инжекция и экстракция. Время релаксации. Распределение концентрации во времени и пространстве.
17. Электропроводность в сильных электрических полях. Зависимость подвижности и скорости дрейфа от напряженности электрического поля. Виды ионизации. Эффект Зенера.
18. Электронно-дырочный переход. Образование потенциального барьера.
19. Влияние внешнего напряжения на p-n-переход. ВАХ p-n-перехода.

20. Физические свойства диэлектриков.
21. Электропроводность диэлектриков. Виды электропроводности. Механизмы переноса носителей заряда.
22. Поляризация диэлектриков. Виды поляризации. Диэлектрическая восприимчивость.
23. Сегнетоэлектрики. Образование доменной структуры. Зависимость электрической индукции от напряженности электрического поля. Механизм возникновения спонтанной поляризации.
24. Пьезоэлектрики. Прямой и обратный пьезоэлектрический эффекты. Механизм возникновения поляризации. Принцип работы кварцевого резонатора.
25. Пироэлектрики. Прямой и обратный пироэлектрический эффекты. Вторичный пироэффект. Применение пироэлектриков.
26. Электреты. Способы получения электретов. Применение электретов.
27. Жидкие кристаллы. Виды жидких кристаллов. Применение жидких кристаллов.
28. Магнитные материалы. Виды магнитных материалов. Образование спонтанной намагниченности. Магнитомягкие и магнитотвердые материалы. Их применение.

7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Код и содержание компетенции: ПК-1- способность строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования.		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> - методы расчета основных параметров элементов электронной техники; – простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения; – общие свойства различных групп материалов, 	<p>Перечень теоретических вопросов для подготовки к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация полупроводниковых материалов. 2. Что такое полупроводник n-типа. 3. Простые полупроводники: германий, кремний. Их свойства, технология получения монокристаллического кремния. 4. Что такое ток дрейфа и ток диффузии в p-n переходе? 5. Влияние дефектов структуры и примесей на удельное сопротивление металлов. 6. Электропроводность металлов. Виды электропроводности. 7. Сложные полупроводники. Стеклообразные и аморфные полупроводники. 8. Тугоплавкие и благородные металлы, их при-

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	используемых в электронных приборах и устройствах;	<p>менения в электронике и микроэлектронике.</p> <ol style="list-style-type: none"> 9. Классификация веществ по магнитным свойствам. 10. Изделия из металлических проводников. Намоточные, монтажные и силовые провода и кабели. 11. Физические процессы в магнитных материалах и их свойства. 12. Сплавы высокого сопротивления, их параметры и характеристики. 13. Виды магнитных материалов и область их применения. 14. Классификация резисторов, типы и параметры. Ряд номиналов и его связь с доступным основным параметром. 15. Силовые трансформаторы. 16. Температурные и мощностные параметры резисторов, собственные шумы резисторов. 17. Строение сердечников индуктивностей, дросселей. 18. Схема замещения резистора в электронных устройствах. 19. Магнитомягкие и магнитотвердые материалы. 20. Переменные резисторы, их конструктивные особенности, схемы включения. 21. Тангенс диэлектрических потерь. Зависимость потерь в диэлектрике 22. Припой и флюсы, их назначение и классификация, особенности их применения. 23. Компоненты электронных цепей с магнитными материалами. 24. Физические основы поляризации диэлектриков. 25. Силовые провода и кабели. 26. Параметры поляризации и их зависимость от температуры и частоты. 27. Электропроводность диэлектриков, потери диэлектриков и их пробой. 28. Классификация конденсаторов, основные параметры и характеристики, конструктивные особенности и область применения. 29. Схема замещения конденсатора. 30. Полярные конденсаторы. Способы повышения удельной емкости. 31. Что такое полупроводник i-типа? 32. Материалы для печатных плат, требования, предъявляемых к ним. Однослойные и многослойные печатные платы.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		33. Активные диэлектрики. 34. Физические процессы в полупроводниках, свойства и характеристики полупроводниковых материалов. 35. Температурная зависимость удельного сопротивления полупроводников. 36. Скинэффект в проводниках.
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> – пользоваться различными законами и закономерностями для объяснения физических принципов функционирования электронных приборов; – выбирать и использовать для расчета параметров исследуемого материала конкретные методы, сравнивать результаты расчета, полученные различными методами; – измерять основные параметры проводящих, полупроводниковых, диэлектрических и магнитных материалов. 	Перечень практических вопросов для подготовки к экзамену: Вариант 1 1. На вход выпрямительного диодного моста подано напряжение $U = 5 \cdot \sin(15 \cdot t)$ нарисовать выходное напряжение. Вариант 2 1. Схема стабилизации напряжения $U = 10 \pm 0,5$ до $U = 10$ при помощи стабилитрона. Вариант 3 1. Диод последовательно с резистором подключен на источник напряжения $U = 5 \cdot \sin(15 \cdot t)$. Нарисовать осциллограмму напряжения резистора. Вариант 4 1. Стабилитрон последовательно с резистором подключен на источник напряжения $U = 5 \cdot \sin(15 \cdot t)$. Нарисовать осциллограмму напряжения резистора. Упр стабилитрона=4,8 В. Вариант 5 1. На вход выпрямительного моста из светодиодов подано напряжение $U = 5 \cdot \sin(15 \cdot t)$ нарисовать выходное напряжение. Вариант 6 1. Достоинство и недостатки варикапа

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>по сравнению с конденсаторами.</p> <p>Вариант 8</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Возможно ли применять биполярный транзистор как управляемое сопротивление? <p>Вариант 9</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое чистота полупроводника? Почему в интегральных микросхемах этот параметр особенно важен? <p>Вариант 10</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. За счет какой мощности происходит усиление мощности полезного сигнала при помощи транзистора? <p>Вариант 11</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Почему при подачи прямоугольных импульсов на транзистор выходное напряжение не будет ступенчатым? <p>Вариант 12</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Каково сопротивление Э – К? <p>Вариант 13</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Почему сопротивление р-п перехода при прямом смещении меньше, чем при обратном. <p>Вариант 14</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое мощность транзистора? <p>Вариант 15</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Что произойдет, если на два последовательно включенных стабилитрона с $U_{пр}=5 В$ подать напряжение $U=8В$? <p>Вариант 16</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Нарисовать ВАХ полевого транзистора при проводимости р типа. Выбрать точку работы в режиме усиления. <p>Вариант 17</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Можно ли применять транзистор КП919В для усиления полезного сиг-

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>нала частотой 25 МГц? Почему?</p> <p>Вариант 18 1. Транзистор КТ315А. Описать его основные электрические свойства.</p> <p>Вариант 19 1. Можно ли применять транзистор ГТ719В для усиления полезного сигнала частотой 25 МГц? Почему?.</p> <p>Вариант 20 1. Нарисовать ВАХ n-p-n транзистора. Выбрать точки работы в режиме усиления.</p> <p>Вариант 21 1. Нарисовать ВАХ n-p-n транзистора. Выбрать точки работы в режиме отсечки.</p> <p>Вариант 22 1. Нарисовать ВАХ p-n-p транзистора. Выбрать точки работы в режиме насыщения.</p> <p>Вариант 23 1. Нарисовать ВАХ МОП транзистора при проводимости n типа. Выбрать точку работы в режиме отсечки.</p> <p>Вариант 24 1. Принцип действия полевого транзистора с изолированным затвором.</p> <p>Вариант 25 1. Зачем необходима подложка у полевого транзистора с изолированным затвором?</p>
Владеть	- принципами построения и реализации	<p>Вопросы для защиты лабораторных работ:</p> <p>Вариант 1 1. Материалы электронной техники</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>электронных приборов;</p> <p>- навыками работ с измерительной и вычислительной техникой при анализе и исследованиях материалов и элементов электронной техники;</p> <p>- навыками выбора электронных материалов и элементов для обеспечения заданных свойств и технических характеристик приборов и устройств электронной техники.</p>	<p>делятся на электротехнические и конструкционные (специальные). Критерии классификации, примеры.</p> <p>2. Как вы считаете, почему в высокочастотных кабелях применяется медь, а не другой металл?</p> <p>Вариант 2</p> <p>1. Отличительные черты проводников, полупроводников и диэлектриков.</p> <p>2. Ряды резисторов.</p> <p>Вариант 3</p> <p>1. Виды химических связей. Вещества с какими типами связей относятся к проводникам, диэлектрикам, полупроводникам? Чем это можно объяснить?</p> <p>2. Можно ли применить дифференциальное включение сопротивления для регулирования тока в цепи?</p> <p>Вариант 4</p> <p>1. Типы электропроводности. Механизмы электропроводности.</p> <p>2. Назначение оплетки кабеля.</p> <p>Вариант 5</p> <p>1. Температурная зависимость удельного сопротивления металлических проводников</p> <p>2. Выбор мощности резистора.</p> <p>Вариант 6</p> <p>1. Влияние примесей на удельное сопротивление металлов. Правило Маттисена.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>2. Необходимо соединить алюминиевый и медный провод. Как это сделать?</p> <p>Вариант 8</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Скинэффект в проводниках 2. С ростом температуры удельная электропроводность большинства веществ растёт. Как это можно объяснить? <p>Вариант 9</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Си. Виды, свойства, применение. Ограничения в сфере применения. 2. Как вы считаете, сопротивление какого резистора на высоких частотах будет выше, тонкопленочного или проволочного? <p>Вариант 10</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Al. Виды, свойства, применение. Ограничения в сфере применения. 2. Протекает ли электрический ток в изоляции высокочастотных кабелей? <p>Вариант 11</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Бронзы и латунь. Виды, свойства, применение. Ограничения в сфере применения. 2. Почему в электролампах используют инертные газы? <p>Вариант 12</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Тугоплавкие металлы. Виды, свойства, применение. Ограничения в сфере применения. 2. Почему у металлов наблюдается эффект сверхпроводимости при низких температурах?

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Вариант 13</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Благородные металлы. Виды, свойства, применение. Ограничения в сфере применения. 2. Зачем нужны подстроечные резисторы? Можно ли вместо них применять переменные? <p>Вариант 14</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Резистивные материалы на основе кремния. Композиционные материалы. 2. Припой и флюсы. Назначение, область применения достоинства и недостатки. <p>Вариант 15</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Углеродистые материалы 2. Зачем резистивный элемент некоторых резисторов помещается в вакуумную среду? <p>Вариант 16</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация резисторов по назначению 2. Как паять алюминий ? <p>Вариант 17</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация резисторов по материалу резистивного элемента 2. Почему ножки микросхем покрывают золотом? <p>Вариант 18</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация резисторов по конструктивному исполнению 2. Что такое допуск омического сопротивления резистора?

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Вариант 19</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Номинальная мощность резистора, номинальное сопротивление 2. У какого переменного резистора шумы скольжения будут больше, у проволочного или пленочного резистора из окиси железа? <p>Вариант 20</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Шумы резисторов 2. Почему телевизионный кабель коаксиальный, а телефонный плоский? <p>Вариант 21</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Схемы включения переменных резисторов. Назначение. 2. Почему применяется цветовая маркировка? <p>Вариант 22</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Радиочастотные кабели 2. Можно ли передавать телепередачу по алюминиевому силовому кабелю? <p>Вариант 23</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Кабели высокочастотной связи 3. Каков спектр частот у шумов скольжения? <p>Вариант 24</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Припой 2. Как вы считаете, с ростом частоты удельное сопротивление керметиков увеличивается или уменьшается? <p>Вариант 25</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Флюсы 2. Можно ли применять резисторы большей мощности, чем расчетная? Почему этого не делают?

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ОПК-1: способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики		
Знать	<ul style="list-style-type: none"> – фундаментальные законы природы и основные физические законы в области механики, термодинамики, электричества и магнетизма; – физическую сущность процессов и явлений, протекающих в проводниковых, полупроводниковых, диэлектрических и магнитных материалах в различных условиях эксплуатации; – основные характеристики материалов: электрические, оптические, тепловые, механические и т.д.; – физические и математические модели процессов и явлений, основные законы и закономерности, на которых основано применение различных материалов в электронных приборах; – современными тенденциями развития электроники и нанoeлектроники. 	<p style="text-align: center;">Теоретические вопросы к экзамену:</p> <p style="text-align: center;">Билет №1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Диэлектрические потери 2. Поляризация диэлектриков. Физические основы поляризации. <p style="text-align: center;">Билет №2</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Назовите примеры, когда диэлектрические потери используются в промышленности 2. Керамика <p style="text-align: center;">Билет №3</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Виды и механизмы поляризации 2. Материалы твердотельных лазеров <p style="text-align: center;">Билет №4</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Органические диэлектрики 2. Газообразные диэлектрики <p style="text-align: center;">Билет №5</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Неполярные (высокочастотные) органические диэлектрики. 2. Неорганические стёкла <p style="text-align: center;">Билет №6</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Виды пробоя диэлектриков. Механизмы их протекания 2. Жидкие диэлектрики <p style="text-align: center;">Билет №7</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Электреты 2. Электрические токи протекающие в теле диэлектрика при постоянном напряжении <p style="text-align: center;">Билет №8</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Пьезоэлектрики 2. Основные параметры конденсаторов <p style="text-align: center;">Билет №9</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Зависимость ϵ потерь диэлектрика от температуры 2. Слабо полярные (низкочастотные) полимеры <p style="text-align: center;">Билет №10</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Способы борьбы с пробоями диэлектрика в промышленности 2. Зависимость $\text{tg}\delta$ потерь диэлектрика от температуры <p style="text-align: center;">Билет №11</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Электрические токи протекающие в теле диэлектрика при переменном напряжении 2. Полярные низкочастотные полимеры <p style="text-align: center;">Билет №12</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сегнетоэлектрики

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>2. Жидкие кристаллы Билет №13</p> <p>1. Зависимость ϵ диэлектрика от частоты 2. Механические и физико-химические свойства диэлектриков Билет №14</p> <p>1. Конструкции конденсаторов с твердым диэлектриком 2. Классификация диэлектриков с примерами Билет №15</p> <p>1. Зависимость $\operatorname{tg}\delta$ потерь диэлектрика от частоты 2. Дайте определение электрической прочности диэлектрика. Приведите примеры на конкретных материалах Билет №16</p> <p>1. Электроизоляционные волокнистые и слоистые пластики, материалы печатных схем 2. Основные параметры конденсаторов Билет №17</p> <p>1. Маркировка конденсаторов 2. Конструкция электролитических конденсаторов Билет №18</p> <p>1. Конденсаторы большой емкости 2. Механические и физико-химические свойства диэлектриков</p>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> – пользоваться различными законами и закономерностями для объяснения физических принципов функционирования электронных приборов; – выбирать и использовать для расчета параметров исследуемого материала конкретные методы, сравнивать результаты расчета, полученные различными методами; – измерять основные параметры 	<p>Примеры тестовых заданий: <i>Пример тестов «Свойства материалов»</i></p> <p>1. Деление материалов на проводники, полупроводники и диэлектрики производится по воздействию на них</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Электрического поля ○ Магнитного поля ○ Электрического и магнитного полей ○ Гравитационного поля <p>2. Деление материалов на парамагнетики, ферромагнетики, антиферромагнетики и ферримагнетики производится по воздействию на них</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Электрического поля ● Магнитного поля

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>проводящих, полупроводниковых, диэлектрических и магнитных материалов.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Электрического и магнитного полей ○ Гравитационного поля <p>3. Материалы, состоящие из одинаковых кристаллических ячеек, расположенных в правильном порядке называют</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Монокристаллы ○ Поликристаллы ○ Аморфные ○ Смешанные <p>4. Материалы, состоящие из большого числа мелких кристалликов, хаотически ориентированных в разных направлениях, называют</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Монокристаллы ● Поликристаллы ○ Аморфные ○ Смешанные <p>5. Материалы, характеризующиеся хаотическим расположением атомов или ионов, называют</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Монокристаллы ○ Поликристаллы ● Аморфные ○ Смешанные <p style="text-align: center;"><i>Пример тестов «Полупроводники»</i></p> <p>6. Зона проводимости в полупроводниках лежит</p> <ul style="list-style-type: none"> ● выше валентной зоны и выше запрещенной зоны ○ ниже валентной зоны, но выше запрещенной зоны

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<ul style="list-style-type: none"> ○ выше валентной зоны, но ниже запрещенной зоны ○ ниже валентной зоны и ниже запрещенной зоны 7. Запрещенная зона в полупроводниках лежит ○ ниже валентной зоны и ниже зоны проводимости ○ выше валентной зоны и выше зоны проводимости ○ ниже валентной зоны, но выше зоны проводимости ● выше валентной зоны, но ниже зоны проводимости
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> – навыками анализа физических процессов и явлений в приборах и устройствах электронной техники; – особенностями использования электронных приборов в радиоэлектронной аппаратуре; - способами совершенствования профессиональных знаний и умений путем использования возможностей информационной среды. 	<ul style="list-style-type: none"> 8. Валентная зона в полупроводниках лежит ● ниже зоны проводимости и ниже запрещенной зоны ○ ниже зоны проводимости, но выше запрещенной зоны ○ выше зоны проводимости и выше запрещенной зоны ○ выше зоны проводимости, но ниже запрещенной зоны 9. Уровень Ферми в полупроводниках лежит ○ в зоне проводимости ● в запрещенной зоне ○ в валентной зоне ○ в разрешенной зоне

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Материалы и элементы электронной техники» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает теоретические и практические вопросы.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

– на оценку «отлично» (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку «хорошо» (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку «удовлетворительно» (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку «неудовлетворительно» (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку «неудовлетворительно» (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Сорокин, В. С. Материалы и элементы электронной техники. Проводники, полупроводники, диэлектрики: учебник / В. С. Сорокин, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург: Лань, 2015. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-2003-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/67462>

2. Сорокин, В. С. Материалы и элементы электронной техники. Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники: учебное пособие / В. С. Сорокин, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-2002-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71735>

б) Дополнительная литература:

1. Ансельм, А. И. Введение в теорию полупроводников: учебное пособие / А. И. Ансельм. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 624 с. — ISBN 978-5-8114-0762-0. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система.

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71742>

2. Лозовский, В. Н. Нанотехнологии в электронике. Введение в специальность : учебное пособие / В. Н. Лозовский, С. В. Лозовский. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 332 с. — ISBN 978-5-8114-3986-7. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система.

Режим доступа: URL: <https://e.lanbook.com/book/113943>

3. Борейшо, А. С. Лазеры: устройство и действие: учебное пособие / А. С. Борейшо, С. В. Ивакин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-2088-9. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система.

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93585>

4. Александров, С. Е. Технология полупроводниковых материалов : учебное пособие / С. Е. Александров, Ф. Ф. Греков. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 240 с. — ISBN 978-5-8114-1290-7. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система.

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3554>

5. Смирнов, Ю. А. Основы nano- и функциональной электроники : учебное пособие / Ю. А. Смирнов, С. В. Соколов, Е. В. Титов. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-1378-2. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система.

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5855>

6. Дудкин, А. Н. Электротехническое материаловедение: учебное пособие / А. Н. Дудкин, В. Ким. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 200 с. — ISBN 978-5-8114-2275-3. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система.

Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/96677>

в) Методические указания:

1. Суспицын, Е.С. Исследование материалов и элементов электронной техники средствами платформы NI ELVIS II [текст]: лабораторный практикум по дисциплине «Материалы и элементы электронной техники» для студентов направления 210100, специальности 210106 / Суспицын Е.С., Швидченко Д.В., Красильников С.С., Швидченко Н.В.; Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012 - 13 с.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
NI MultiSim Education	К-68-08 от 29.05.2008	бессрочно
Windows 7	Д-1227 от 8.10.2018 Д-757-17 от 27.06.2017 Д-593-16 от 20.05.2016 Д-1421-15 от 13.07.2015	11.10.2021 27.07.2018 20.05.2017 13.07.2016

7 Zip	Свободно распространяемое	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
NI Developer Suite	К-118-08 от 20.10.2008	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Для чтения лекций - помещение и технические средства для демонстрации примеров и способов проектирования, видео фильмов и презентаций: лекционная ауд. 458.	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.
Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.	1. Мультимедийные средства хранения, передачи и представления учебной информации. 2. Лабораторный практикум выполняется на базе платформы National Instruments ElvisII со специализированным программным обеспечением виртуальных измерительных приборов NI ELVISmx.
Компьютерные классы Центра информационных технологий ФГБОУ ВО «МГТУ» и специализированная ауд.373.	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Персональные компьютеры, объединенные в локальные сети с выходом в Internet, оснащенные современными программно-методическими комплексами для решения задач в области материалов и элементов электронной техники Multisim 11.1(EWB 5.12).