МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Материалы и компоненты электронных средств

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки / специальность: **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль) / специализация: **Радиоэлектронные системы космических комплексов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **4**
Семестр: **8**
Учебный план набора 2017 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	8 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	24	24	часов
2	Практические занятия	16	16	часов
3	Лабораторные работы	24	24	часов
4	Всего аудиторных занятий	64	64	часов
5	Самостоятельная работа	44	44	часов
6	Всего (без экзамена)	108	108	часов
7	Общая трудоемкость	108	108	часов
		3.0	3.0	З.Е.

Зачет: 8 семестр

Томск 2018

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 23.08.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Согласована на портале № 47037

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 210 от «30» 11 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, утвержденного 11.08.2016 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КУДР «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

Доцент каф. КУДР _____ М. Г. Кистенева

Заведующий обеспечивающей каф. КУДР _____ А. Г. Лощилов

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ _____ К. Ю. Попова

Заведующий выпускающей каф. РТС _____ С. В. Мелихов

Эксперты:

Доцент кафедры конструирования узлов и деталей радиоэлектронной аппаратуры (КУДР) _____ С. А. Артищев

Доцент кафедры радиотехнических систем (РТС) _____ В. А. Громов

Согласована на портале № 47037

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью преподавания дисциплины является

подготовка подготовка бакалавров в области создания и обеспечения функционирования компонентов электронных средств,

формирование способности выполнять исследования новых процессов и явлений в радиотехнике, позволяющих повысить эффективность радиоэлектронных систем и устройств,

формирование способности решать задачи оптимизации существующих и новых технических решений в условиях априорной неопределенности с применением пакетов прикладных программ.

1.2. Задачи дисциплины

- Основными задачами изучения дисциплины являются:
- – получение необходимых знаний по вопросам материаловедения;
- – получение необходимых знаний по методам расчета основных параметров электротехнических материалов;
- – получение необходимых знаний по физико-химическим и теоретическим основам современной элементной базы радиоэлектронной аппаратуры;
- – получение необходимых знаний по методам расчета основных параметров и характеристик материалов и компонентов электронных средств.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Материалы и компоненты электронных средств» (Б1.В.ОД.6) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Математика, Основы теории цепей, Радиотехнические цепи и сигналы, Физика, Электродинамика.

Последующими дисциплинами являются: Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ПК-10 способностью решать задачи оптимизации существующих и новых технических решений в условиях априорной неопределенности с применением пакетов прикладных программ;
- ПК-12 способностью выполнять исследования новых процессов и явлений в радиотехнике, позволяющих повысить эффективность радиоэлектронных систем и устройств;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- **знать** свойства материалов электронных средств, основные проводниковые, диэлектрические и магнитные материалы, методы и критерии выбора материала при разработке конкретного электронного устройства
- **уметь** применять методы и средства измерения физических величин; рационально использовать материалы при разработке радиоэлектронной аппаратуры с учетом влияния окружающей среды и условий эксплуатации
- **владеть** методами экспериментального исследования материалов электронных средств

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		8 семестр

Согласована на портале № 47037

Аудиторные занятия (всего)	64	64
Лекции	24	24
Практические занятия	16	16
Лабораторные работы	24	24
Самостоятельная работа (всего)	44	44
Оформление отчетов по лабораторным работам	14	14
Проработка лекционного материала	14	14
Написание рефератов	4	4
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	12
Всего (без экзамена)	108	108
Общая трудоемкость, ч	108	108
Зачетные Единицы	3.0	3.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
8 семестр						
1 Классификация и основные свойства электротехнических материалов	2	0	0	2	4	ПК-10, ПК-12
2 Проводниковые материалы и металлические сплавы	6	6	0	4	16	ПК-10, ПК-12
3 Резисторы	2	2	4	6	14	ПК-10, ПК-12
4 Диэлектрические материалы	6	4	12	10	32	ПК-10, ПК-12
5 Конденсаторы	2	2	4	8	16	ПК-10, ПК-12
6 Магнитные материалы	4	2	0	8	14	ПК-10, ПК-12
7 Катушки индуктивности	2	0	4	6	12	ПК-10, ПК-12
Итого за семестр	24	16	24	44	108	
Итого	24	16	24	44	108	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			
1 Классификация и основные свойства электротехнических материалов	Электротехнические материалы, классификация электротехнических материалов: проводники, полупроводники, диэлектрики, магнитные материалы. Физико-хими-	2	ПК-10, ПК-12

Согласована на портале № 47037

	ческие вопросы строения вещества и связь с электрическими и магнитными свойствами материалов. Химические связи. Кристаллы. Дефекты в кристаллах.		
	Итого	2	
2 Проводниковые материалы и металлические сплавы	Проводниковые материалы, их назначение и классификация. Строение металлов, основные электрические свойства металлов. Основные понятия и параметры: тепловая и дрейфовая скорости электронов; подвижность; проводимость; удельное сопротивление.Факторы, влияющие на удельное сопротивление металлических проводниковых материалов: температура, примеси, дефекты кристаллической решетки. Температурозависимая и остаточная составляющие удельногосопротивления. Механические и электрические свойства сплавов. Электрофизические свойства тонких металлических пленок. Влияние частоты тока на сопротивление металлов. Применение проводниковых материалов в электронных средствах.	6	ПК-10, ПК-12
	Итого	6	
3 Резисторы	Резисторы, их классификация и разновидности Резисторы постоянного и переменного сопротивлений, зависимость сопротивления от материала, конструкции и внешних условий. Основные характеристики и эквивалентные схемы. Рядыноминальных значений резисторов, устанавливаемых ГОСТами, разброс значений, маркировка, надежность.	2	ПК-10, ПК-12
	Итого	2	
4 Диэлектрические материалы	Диэлектрические материалы, их назначение и классификация. Общие сведения о пассивных газообразных, жидких, твердых диэлектрических материалах. Процессы поляризации в диэлектриках. Поляризованность и диэлектрическаяпроницаемость. Зависимость основных параметров от температуры и частоты.Особенности электропроводности газообразных, жидких и твердых диэлектриков. Диэлектрические потери. Виды потерь. Зависимость тангенса угладиэлектрических потерь от температуры и частоты.Пробой в диэлектриках. Электрическая прочность.Диэлектрические материалы с особыми свойствами. Спонтанная поляризация. Сегнетоэлектрики. Их основные свойства и область применения. Пьезоэф-	6	ПК-10, ПК-12

Согласована на портале № 47037

	фект. Основные свойства и параметры пьезоэлектриков. Пироэлектрики. Электреты. Применение диэлектрических материалов в электронных средствах		
	Итого	6	
5 Конденсаторы	Конденсаторы, их классификация. Конденсаторы постоянной и переменной емкости и разновидности их конструкций. Основные характеристики конденсаторов, параметры и их зависимость от режимов работы и внешних условий. Эквивалентные схемы. Надежность, маркировка	2	ПК-10, ПК-12
	Итого	2	
6 Магнитные материалы	Величины, характеризующие магнитное поле и магнитные свойства материалов. Виды магнетиков. Магнитомягкие материалы - ферромагнетики: электротехническая сталь, пермаллои и другие сплавы. Влияние различных типов обработки (прокат, текстуры и др.) на магнитные свойства и их стабильность. Магнитодиэлектрики. Ферриты. Структурно-химический состав. Особенности свойств. Магнитотвердые материалы. Характеристики и параметры. Магнитные материалы с особыми свойствами. Магнитные экраны. Магнитострикционные материалы. Магнитные материалы для запоминающих устройств. Магнитные пленки. Цилиндрические магнитные домены. Применение магнитных материалов в электронных средствах.	4	ПК-10, ПК-12
	Итого	4	
7 Катушки индуктивности	Классификация и конструкции катушек индуктивности. Основные параметры. Типы катушек индуктивности, маркировка	2	ПК-10, ПК-12
	Итого	2	
Итого за семестр		24	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин						
	1	2	3	4	5	6	7
Предшествующие дисциплины							
1 Математика	+	+	+	+	+	+	+

Согласована на портале № 47037

2 Основы теории цепей			+		+		+
3 Радиотехнические цепи и сигналы			+		+		+
4 Физика	+	+		+		+	
5 Электродинамика				+		+	
Последующие дисциплины							
1 Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств		+	+	+	+	+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-10	+	+	+	+	Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Тест, Реферат
ПК-12	+	+	+	+	Контрольная работа, Конспект самоподготовки, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Тест, Реферат

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			
3 Резисторы	Исследование характеристик резисторов постоянного сопротивления	4	ПК-10, ПК-12
	Итого	4	
4 Диэлектрические материалы	Исследование температурной зависимости электропроводности твердого диэлектрика	4	ПК-10, ПК-12
	Исследование влияния влаги на поверхностное и объемное сопротивления диэлектриков	4	

Согласована на портале № 47037

	Исследование сегнетоэлектриков	4	
	Итого	12	
5 Конденсаторы	Исследование характеристик постоянных конденсаторов при разной температуре	4	ПК-10, ПК-12
	Итого	4	
7 Катушки индуктивности	Исследование влияния конструктивных и технологических факторов на параметры высокочастотных катушек индуктивности	4	ПК-10, ПК-12
	Итого	4	
Итого за семестр		24	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			
2 Проводниковые материалы и металлические сплавы	Электрические свойства проводниковых материалов. Зависимость удельного сопротивления от температуры. Правило Маттиссена. Температурный коэффициент сопротивления удельного сопротивления. Влияние частоты напряжения на сопротивление проводников. Электрические свойства сплавов. Температурный коэффициент удельного сопротивления сплавов. Закон Нордгейма. Влияние частоты тока на сопротивление металлов. Сопротивление тонких металлических пленок.	6	ПК-10, ПК-12
	Итого	6	
3 Резисторы	Решение задач о зависимости сопротивления резисторов от материала, конструкции и внешних условий.	2	ПК-10, ПК-12
	Итого	2	
4 Диэлектрические материалы	Поляризация. Поляризованность. Диэлектрическая проницаемость. Температурный коэффициент диэлектрической проницаемости. Электропроводность диэлектриков. Зависимость электропроводности диэлектриков от температуры. Диэлектрические потери. Тангенс угла диэлектрических потерь. Зависимость тангенса угла диэлектрических потерь диэлектриков от температуры.	4	ПК-10, ПК-12
	Итого	4	
5 Конденсаторы	Решение задач о влиянии на основные характеристики конденсаторов и их параметры режимов работы и внешнихусловий.	2	ПК-10, ПК-12

Согласована на портале № 47037

	Итого	2	
6 Магнитные материалы	Напряженность и индукция магнитного поля. Намагниченность. Относительная магнитная проницаемость. Диа- и парамагнетики, ферро- и ферримагнетики. Процессы при намагничивании ферромагнетиков. Характеристики и параметры магнитных материалов.	2	ПК-10, ПК-12
	Итого	2	
Итого за семестр		16	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
8 семестр				
1 Классификация и основные свойства электротехнических материалов	Проработка лекционного материала	2	ПК-10, ПК-12	Конспект самоподготовки, Тест
	Итого	2		
2 Проводниковые материалы и металлические сплавы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-10, ПК-12	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	4		
3 Резисторы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-10, ПК-12	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Собеседование, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	6		
4 Диэлектрические материалы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-10, ПК-12	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Собеседование, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	10		
5 Конденсаторы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-10, ПК-12	Конспект самоподготовки, Контрольная работа, Опрос

Согласована на портале № 47037

	Проработка лекционного материала	2		на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Собеседование, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	8		
6 Магнитные материалы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-10, ПК-12	Выступление (доклад) на занятии, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Тест
	Написание рефератов	4		
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	8		
7 Катушки индуктивности	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-10, ПК-12	Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Собеседование, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	6		
Итого за семестр		44		
Итого		44		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
8 семестр				
Выступление (доклад) на занятии	2	4	4	10
Конспект самоподготовки	2	2	2	6
Контрольная работа	4	8	8	20
Опрос на занятиях	2	2	2	6
Отчет по лабораторной работе	4	8	8	20
Реферат		6	6	12
Собеседование	2	2	2	6
Тест	4	8	8	20

Согласована на портале № 47037

Итого максимум за период	20	40	40	100
Нарастающим итогом	20	60	100	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Радиоматериалы и радиокомпоненты [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Солдатова Л. Ю., Кузебных Н. И. - 2012. 177 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2733 (дата обращения: 27.11.2018).

2. Материалы и элементы электронной техники. Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники [Электронный ресурс] [Электронный ресурс]: учебник / В. С. Сорокин, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева ; рец.: Ю. Е. Калинин, С. А. Немов. - 2-е изд., испр. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Лань, 2016. - on-line : ил., рис., табл. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 372-374. - ISBN 978-5-8114-2002-5 : Б. ц. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/reader/book/71735/#1 (дата обращения: 27.11.2018).

3. Сорокин В. С. Материалы и элементы электронной техники. Проводники, полупроводники, диэлектрики [Электронный ресурс]: [учебник для студентов вузов по направлениям "Электроника и наноэлектроника" и "Конструирование и технология электронных средств"]. [Т. 1] / В. С. Сорокин, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. - Изд. 2-е, испр. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2015. 448 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/67462#book_name (дата обращения: 27.11.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Битнер, Л. Р. Материалы и элементы электронной техники : Учебное пособие для студентов специальности 210106, 210104, и направления 210100 / Л. Р. Битнер ; Федеральное агент-

Согласована на портале № 47037

ство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 214 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 213-214. - (наличие в библиотеке ТУСУР - 46 экз.)

2. Нефедцев, Евгений Валерьевич. Радиоматериалы и радиокомпоненты : учебное пособие / Е. В. Нефедцев ; Министерство образования Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТМЦДО, 2000. - 289 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 289. (наличие в библиотеке ТУСУР - 28 экз.)

3. Антипов, Борис Львович. Материалы электронной техники: Задачи и вопросы : Учебное пособие для вузов / Б. Л. Антипов, В. С. Сорокин, В. А. Терехов. - 3-е изд., стереотип. - СПб. : Лань, 2003. - 206[2] с. : ил., табл. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 207. - ISBN 5-8114-0410-7 (наличие в библиотеке ТУСУР - 101 экз.)

4. Трубицын, Александр Михайлович. Электрорадиоматериалы: Диэлектрики : Учебное пособие (для автоматизированной технологии обучения) / А. М. Трубицын ; Томская государственная академия систем управления и радиоэлектроники. - Томск : [б. и.], 1995. - 76 с. : рис. - Библиогр.: с. 76. - ISBN 5-86889-021-3 (наличие в библиотеке ТУСУР - 22 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Радиоматериалы и радиокомпоненты [Электронный ресурс]: Методические указания и задания для проведения практических занятий по дисциплине / Солдатова Л. Ю. - 2012. 29 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1327 (дата обращения: 27.11.2018).

2. Материалы и компоненты электронных средств [Электронный ресурс]: Методические указания и задания для проведения аудиторных занятий и самостоятельной работы студентов / Солдатова Л. Ю. - 2013. 16 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2927 (дата обращения: 27.11.2018).

3. Радиоматериалы и радиокомпоненты [Электронный ресурс]: Методические указания по самостоятельной работе студентов / Солдатова Л. Ю. - 2012. 7 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1489 (дата обращения: 27.11.2018).

4. Исследование резисторов постоянного сопротивления [Электронный ресурс]: Методические указания к выполнению лабораторной работы / Кузебных Н. И. - 2012. 24 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1245 (дата обращения: 27.11.2018).

5. Исследование конденсаторов постоянной емкости [Электронный ресурс]: Методические указания к выполнению лабораторной работы / Кузебных Н. И. - 2012. 25 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1246 (дата обращения: 27.11.2018).

6. Исследование высокочастотных катушек индуктивности [Электронный ресурс]: Методические указания по выполнению лабораторной работы / Кузебных Н. И. - 2011. 28 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/341 (дата обращения: 27.11.2018).

7. Исследование сегнетоэлектриков [Электронный ресурс]: Руководство к лабораторной работе для студентов специальности 211000 Конструирование и технология электронных средств / Кузебных Н. И. - 2015. 16 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4945 (дата обращения: 27.11.2018).

8. Исследование влияния влаги на поверхностное и объемное сопротивления диэлектриков [Электронный ресурс]: Руководство по лабораторной работе / Славникова М. М. - 2012. 15 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1312 (дата обращения: 27.11.2018).

9. Исследование температурной зависимости электрической проводимости твердых диэлектриков [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторной работе / Славникова М. М. - 2012. 13 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1314 (дата обращения: 27.11.2018).

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

Согласована на портале № 47037

– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Образовательный портал университета
2. Библиотека университета
3. Дополнительно к профессиональным базам данных рекомендуется использовать информационные, справочные и нормативные базы данных https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная аудитория

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 303 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория "Радиоматериалов и радиокомпонентов"

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 427 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Автономный аппарат психоэмоциональной коррекции;
- Блок питания БНВ-31;
- Источник питания Б5-49;
- Вольтметр В7-20;
- Вольтметр В7-23;
- Вольтметр В7-26;
- Вольтметр В7-38;
- Генератор Г3-104;
- Генератор Г3-112;
- Гигаомметр KEW 3123;

Согласована на портале № 47037

- Измеритель Е4-10 (2 шт.);
- Измеритель Е4-11 (2 шт.);
- Измеритель Е8-4;
- Измеритель Е9-4;
- Мегаомметр цифровой Е6-22;
- Мультиметр APPA 207;
- Ноутбук Asus K40 IN;
- Осциллограф RlGOL DS 1042 C;
- Осциллограф С1-72;
- Цифровой мультиметр APPA 103;
- Осциллограф С1-75;
- Осциллограф С1-76;
- Принтер HP-LASER;
- ПЭВМ "CELERON 366";
- ПЭВМ "ОПТИМ";
- Стационарный измеритель RLC AM -3004;
- Тераомметр Е6-13А;
- Цифровой осциллограф DSO-3202A;
- Цифровой осциллограф GDS-806S;
- Лабораторные стенды: "Функциональные узлы микроволновой техники", "Исследование конденсаторов постоянной емкости", "Исследование резисторов постоянного сопротивления", "Исследование ВЧ катушек индуктивности", "Исследование влияния влаги на поверхностное и объемное сопротивления диэлектриков", "Исследование фильтрующих характеристик конденсаторов";
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– Google Chrome
– Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
– Microsoft Windows

13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

Согласована на портале № 47037

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1. Увеличение сопротивления чистых металлов с ростом температуры обусловлено...
• увеличением концентрации электронов
• уменьшением концентрации электронов
• уменьшением длины свободного пробега электронов
• рассеянием электронов на статических дефектах
2. Дрейфовая подвижность электронов – это
• ускорение, с которым движется электрон в электрическом поле
• дрейфовая скорость электронов в поле единичной напряженности
• средняя дрейфовая скорость электронов
• максимальная дрейфовая скорость, приобретаемая электроном к концу свободного пробега
3. Остаточное удельное сопротивление металла – это
• сопротивление, которое остается в металле при его переходе в сверхпроводящее состояние
• сопротивление, обусловленное рассеянием носителей заряда на фононах
• сопротивление, обусловленное рассеянием носителей заряда на статических дефектах
• сопротивление, обусловленное разогревом металла при пропускании через него тока
4. Остаточное сопротивление, обусловленное рассеянием электронов на статических дефектах
• увеличивается с ростом температуры
• стремится к нулю при температуре, близкой к 0 К
• не зависит от температуры
• уменьшается с ростом температуры
5. Сопротивление чистых металлов с ростом температуры
• уменьшается из-за увеличения концентрации свободных носителей
• увеличивается из-за уменьшения концентрации свободных носителей
• увеличивается вследствие рассеяния носителей заряда на фононах
• увеличивается вследствие рассеяния носителей заряда на статических дефектах
6. Закон Нордгейма описывает
• изменение удельного сопротивления интерметаллических соединений
• изменение удельного сопротивления металла при наличии в нем примесей
• изменение остаточного сопротивления в сплавах, имеющих структуру твердого раствора

Согласована на портале № 47037

• изменение остаточного сопротивления, которое наблюдается при температуре, близкой к 0 К

7. Плотность тока в проводнике на высоких частотах

• равномерно распределена по всему сечению проводника
• равна нулю в поверхностном слое проводника
• максимальна на поверхности и убывает по мере проникновения вглубь проводника

8. Сопротивление провода при прохождении по нему переменного тока высокой частоты

• больше сопротивления постоянному току из-за разогрева металла
• меньше сопротивления постоянному току из-за рассеяния электронов на дефектах
• равно сопротивлению постоянному току
• больше сопротивления постоянному току из-за уменьшения эффективного сечения проводника

9. Глубина проникновения поля в проводник на высоких частотах равна расстоянию, на котором

• плотность тока остается постоянной
• плотность тока уменьшается в е раз по отношению к своему значению на поверхности
• плотность тока возрастает в е раз по отношению к своему значению на поверхности
• плотность тока уменьшается до нуля

10. Глубина проникновения поля в проводник на высоких частотах

• увеличивается с ростом частоты поля
• уменьшается с ростом удельного сопротивления проводника
• увеличивается с ростом напряженности поля
• уменьшается с ростом частоты поля

11. Удельное сопротивление тонких металлических пленок

• равно сопротивлению объемных образцов
• больше сопротивления объемных образцов и не зависит от толщины пленки
• меньше сопротивления объемных образцов и увеличивается с ростом толщины пленки
• больше сопротивления объемных образцов и уменьшается с ростом толщины пленки

12. В результате поляризации в диэлектрике наблюдается

• электрический ток
• увеличение концентрации связанных зарядов
• появление нескомпенсированного связанного заряда на поверхности диэлектрика
• увеличение электрического поля внутри диэлектрика
• увеличение концентрации свободных зарядов

13. Следствием процесса поляризации в диэлектрике является

• электрический ток
• ослабление электрического поля внутри диэлектрика
• увеличение концентрации связанных зарядов
• увеличение электрического поля внутри диэлектрика
• увеличение концентрации свободных зарядов

14. Поляризованность равна

• электрическому моменту всего объема диэлектрика,
• поверхностной плотности связанных зарядов,
• суммарному объемному заряду диэлектрика,
• электрическому моменту всего объема диэлектрика

15. С ростом температуры диэлектрическая проницаемость в диэлектриках с электронно-упругой поляризацией

• увеличивается из-за увеличения концентрации атомов
• слабо уменьшается из-за уменьшения концентрации атомов
• не изменяется
• уменьшается из-за уменьшения поляризуемости

16. Ток сквозной электропроводности обусловлен

• током смещения при ионно-релаксационной поляризации

Согласована на портале № 47037

• перемещением свободных зарядов в диэлектрике
• током смещения при дипольно-упругой поляризации
• током смещения, связанным с мгновенными (электронной и ионной) видами поляризации
17. Ток абсорбции обусловлен
• током смещения, связанными с электронно- и ионно-упругой поляризации
• перемещением свободных ионов в диэлектрике
• током смещения, связанными с замедленными видами поляризации
• электронным током в диэлектрике
18. Плотность тока в газах в области средних полей
• линейно увеличивается с ростом напряженности поля
• зависит от напряженности поля по квадратичному закону
• увеличивается из-за увеличения концентрации ионов в газ
• достигает насыщения, величина которого определяется мощностью внешнего ионизатора
19. В неполярном диэлектрике с упругими видами поляризации наблюдаются
• потери на упругую поляризацию
• потери проводимости
• потери проводимости и потери на упругую поляризацию
• потери проводимости и миграционные потери
20. потерь в диэлектрике, в котором наблюдаются только потери проводимости,
• изменяется обратно пропорционально частоте
• экспоненциально растет с ростом частоты
• не зависит от частоты
• уменьшается по линейному закону с ростом частоты
21. Нелинейный участок на кривой поляризации сегнетоэлектриков обусловлен ...
• процессами релаксационной поляризации
• необратимым смещением границ доменов
• процессами упругой поляризации
• перестройкой кристаллической структуры при увеличении напряжения
22. При обратном пьезоэлектрическом эффекте деформация диэлектрика...
• зависит от напряженности поля по квадратичному закону
• не зависит от направления напряженности электрического поля
• линейно зависит от напряженности электрического поля
• линейно зависит от приложенного механического напряжения
23. Материалами для проволочных резисторов служат:
• медь
• вольфрам
• нихром
•алюминий.
24. Температурный коэффициент сопротивления проволочного резистора
• больше, нуля
• меньше нуля
• равен нулю
• знакопеременный
25. В чем безусловное преимущество ферритов перед ферромагнетиками ?
• низкие коэрцитивные силы;
• высокие индукции насыщения;
• низкие потери на вихревые токи
• низкие потери на гистерезис;
• начальный участок кривой намагничивания более линеен.
26. Какая величина определяет деление магнитных материалов на магнитомягкие и магнитотвердые ?
• индукция насыщения
• остаточная индукция
• коэрцитивная сила

Согласована на портале № 47037

• произведение индукции насыщения на коэрцитивную силу
• отношение индукции насыщения к коэрцитивной силе

14.1.2. Темы опросов на занятиях

Величины, характеризующие магнитное поле и магнитные свойства материалов.

Виды магнетиков. Магнитомягкие материалы - ферромагнетики: электротехническая сталь, пермаллои и другие сплавы.

Влияние различных типов обработки (прокат, текстуры и др.) на магнитные свойства и их стабильность.

Магнитодиэлектрики.

Ферриты. Структурно-химический состав. Особенности свойств.

Магнитотвердые материалы. Характеристики и параметры.

Магнитные материалы с особыми свойствами.

Магнитные экраны. Магнитострикционные материалы.

Магнитные материалы для запоминающих устройств. Магнитные пленки. Цилиндрические магнитные домены.

Применение магнитных материалов в электронных средствах.

14.1.3. Темы рефератов

Механические свойства электротехнических материалов.

Радиационные свойства электротехнических материалов.

Межмолекулярные виды связи.

Применение проводниковых материалов в робототехнике.

Механические свойства металлических сплавов.

Интерметаллические соединения.

Композиционные порошковые пластмассы.

Слоистые пластики.

Неорганические стекла.

Применение сегнетоэлектриков.

Применение пьезоэлектриков.

Применение жидких кристаллов.

Применение магнитомягких материалов.

Применение магнитотвердых материалов.

Магнитные материалы специального назначения.

14.1.4. Вопросы на собеседование

Активные диэлектрики: сегнетоэлектрики. Вариконды.

Активные диэлектрики: пьезоэлектрики. Пьезорезонаторы и пьезотрансформаторы.

Активные диэлектрики: электреты.

Активные диэлектрики: жидкие кристаллы. Типы жидких кристаллов. Применение жидких кристаллов.

Элементы на основе активных диэлектриков.

14.1.5. Вопросы на самоподготовку

Чем различаются проводники, полупроводники и диэлектрики?

Что такое энергия ионизации атома?

Что такое энергия сродства атома к электрону?

Что такое электроотрицательность?

Как возникает ионная, ковалентная связь?

Что такое металлическая связь?

Назовите виды межмолекулярных связей.

Основные электрические параметры металлов.

Как зависит удельное сопротивление металлов от температуры?

Как зависит удельное сопротивление металлов от примесей и других дефектов?

Что такое температурный коэффициент удельного сопротивления?

Основные электрические свойства металлических сплавов.

Что такое интерметаллические соединения?

Согласована на портале № 47037

Что такое поляризация?
Дайте определение поляризованности, поляризуемости, диэлектрической проницаемости.
Виды поляризации.
Как зависит диэлектрическая проницаемость от температуры?
Электропроводность диэлектриков.
Диэлектрические потери.
Что такое тангенс угла диэлектрических потерь?
Основные свойства сегнетоэлектриков.
Пьезоэлектрики.
Электреты.
Жидкие кристаллы.
Классификация магнитных материалов.
Диа- и парамагнетики.
Ферро- и ферримагнетики.
Кривая намагничивания.
Что такое магнитомягкие и магнитотвердые материалы?

14.1.6. Темы докладов

Сверхпроводящие металлы и сплавы
Сплавы высокого сопротивления
Строение и свойства полимеров
Пластмассы и слоистые пластики
Неорганические стекла
Магнитомягкие и магнитотвердые материалы

14.1.7. Темы контрольных работ

Расчет электроотрицательности атомов. Расчет энергии ионной связи.

Зависимость удельного сопротивления от температуры. Температурный коэффициент сопротивления удельного сопротивления.

Правило Маттиссена. Закон Нордгейма.

Влияние частоты напряжения на сопротивление проводников.

Поляризация диэлектриков.

Электропроводность диэлектриков. Зависимость электропроводности диэлектриков от температуры. Диэлектрические потери. Тангенс угла диэлектрических потерь.

14.1.8. Темы лабораторных работ

Исследование характеристик резисторов постоянного сопротивления
Исследование температурной зависимости электропроводности твердого диэлектрика
Исследование влияния влаги на поверхностное и объемное сопротивления диэлектриков
Исследование сегнетоэлектриков
Исследование характеристик постоянных конденсаторов при разной температуре

Исследование влияния конструктивных и технологических факторов на параметры высокочастотных катушек индуктивности

14.1.9. Зачёт

1. Увеличение сопротивления чистых металлов с ростом температуры обусловлено...
• увеличением концентрации электронов
• уменьшением концентрации электронов
• уменьшением длины свободного пробега электронов
• рассеянием электронов на статических дефектах
2. Остаточное удельное сопротивление металла – это
• сопротивление, которое остается в металле при его переходе в сверхпроводящее состояние
• сопротивление, обусловленное рассеянием носителей заряда на фононах
• сопротивление, обусловленное рассеянием носителей заряда на статических дефектах
• сопротивление, обусловленное разогревом металла при пропускании через него тока
3. Закон Нордгейма описывает
• изменение удельного сопротивления интерметаллических соединений

Согласована на портале № 47037

• изменение удельного сопротивления металла при наличии в нем примесей
• изменение остаточного сопротивления в сплавах, имеющих структуру твердого раствора
• изменение остаточного сопротивления, которое наблюдается при температуре, близкой к 0 К

4. Глубина проникновения поля в проводник на высоких частотах
• увеличивается с ростом частоты поля
• уменьшается с ростом удельного сопротивления проводника
• увеличивается с ростом напряженности поля
• уменьшается с ростом частоты поля

5. Температурный коэффициент сопротивления проволочного резистора
• больше, нуля
• меньше нуля
• равен нулю
• знакопеременный

6. Следствием процесса поляризации в диэлектрике является
• электрический ток
• ослабление электрического поля внутри диэлектрика
• увеличение концентрации связанных зарядов
• увеличение электрического поля внутри диэлектрика
• увеличение концентрации свободных зарядов

7. Ток абсорбции обусловлен
• током смещения, связанными с электронно- и ионно-упругой поляризации
• перемещением свободных ионов в диэлектрике
• током смещения, связанными с замедленными видами поляризации
• электронным током в диэлектрике

8. Тангенс угла диэлектрических потерь в диэлектрике, в котором наблюдаются только потери проводимости,
• изменяется обратно пропорционально частоте
• экспоненциально растет с ростом частоты
• не зависит от частоты
• уменьшается по линейному закону с ростом частоты

9. Нелинейный участок на кривой поляризации сегнетоэлектриков обусловлен ...
• процессами релаксационной поляризации
• необратимым смещением границ доменов
• процессами упругой поляризации
• перестройкой кристаллической структуры при увеличении напряжения

10. Какая величина определяет деление магнитных материалов на магнитомягкие и магнитотвердые ?
• индукция насыщения
• остаточная индукция
• коэрцитивная сила
• произведение индукции насыщения на коэрцитивную силу
• отношение индукции насыщения к коэрцитивной силе

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету,	Преимущественно письменная проверка

Согласована на портале № 47037

	контрольные работы	
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 47037