

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет энергетики

“УТВЕРЖДАЮ”

Декан ФЭН

профессор, к.т.н. Сидоркин  
Юрий Михайлович

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Материаловедение. Технология конструкционных материалов

ООП: специальность 140201.65 Высоковольтная электроэнергетика и электротехника

Шифр по учебному плану: ОПД.Ф.3

Факультет: энергетики очная форма обучения

Курс: 3, семестр: 5

Лекции: 36

Практические работы: - Лабораторные работы: 18

Курсовой проект: - Курсовая работа: - РГЗ: 5

Самостоятельная работа: 126

Экзамен: - Зачет: 5

Всего: 180

Новосибирск

2011

Рабочая программа составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению (специальности): 650900 Электроэнергетика.(№ 214 тех/дс от 27.03.2000)

ОПД.Ф.3, дисциплины федерального компонента

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры учебно-научная лаборатория "Электротехническое материаловедение" протокол № 7 от 21.06.2011

Программу разработал

профессор, д.т.н.

Целебровский Юрий Викторович

Заведующий кафедрой

Ответственный за основную образовательную программу

доцент, к.т.н.

Лавров Юрий Анатольевич

## 1. Внешние требования

Индекс	Наименование дисциплин и их основные разделы	Всего часов
ОПД.Ф.02	<p>Материаловедение. Технология конструкционных материалов:</p> <p>основы материаловедения; типы твердых тел, их свойства; атомно-кристаллическое строение, фазово-структурный состав сплавов; типовые диаграммы состояния; деформация, термическая обработка, наклеп, рекристаллизация; металлические материалы; новые металлические и неметаллические материалы; электроматериаловедение; классификация электротехнических материалов; диэлектрики, их электропроводность, пробой газов, жидких и твердых диэлектриков; теплопроводность; радиационная стойкость материалов; жидкие диэлектрики; полимеры; неорганические электроизоляционные материалы; проводниковые и сверхпроводниковые материалы.</p>	200

## 2. Особенности (принципы) построения дисциплины

Таблица 2.1

### Особенности (принципы) построения дисциплины

Особенность (принцип)	Содержание
Основания для введения дисциплины в учебный план по направлению или специальности	Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 140200.62 Электроэнергетика.
Адресат курса	Студенты инженерной подготовки по специальности "Высоковольтная электроэнергетика и электротехника"
Основная цель (цели) дисциплины	<p>Основными целями курса являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирование у студента "электрического" видения мира и цельного представления о месте и роли материалов в развитии науки, техники и технологии;</li> <li>- углубление и конкретизация представлений об основах физики и основных механических, тепловых, магнитных и электрических свойствах веществ и материалов, о взаимосвязи этих свойств и их природе, что позволит научить студента использовать основные законы для описания поведения электротехнических материалов при различных условиях;</li> <li>- получение сведений об основных типах и свойствах конструкционных, изоляционных, полупроводящих, проводниковых, магнитных и сверхпроводящих материалах, применяемых в электроэнергетике и электротехнике;</li> <li>- освоение понятий "старение" и "коррозия" материалов с учетом как природных, так и техногенных воздействий;</li> <li>- накопление опыта расчета параметров и выбора материалов для простейших электротехнических устройств, закрепление навыков измерений параметров и использования справочной литературы применительно к электроматериаловедению.</li> </ul>

Ядро дисциплины	<p>Структура курса:</p> <p>1. Физико-химическое строение и общие свойства конструкционных материалов. Строение. Тепловые свойства. Электромагнитные свойства. Механические свойства.</p> <p>2. Виды конструкционных материалов и их специфические свойства. Материалы для механических конструкций. Изоляционные материалы. Полупроводящие материалы. Проводниковые материалы. Магнитные материалы. Сверхпроводники.</p> <p>3. Долговечность материалов и методы повышения долговечности. Старение материалов. Коррозия материалов.</p>
Связи с другими учебными дисциплинами основной образовательной программы	<p>В основе курса лежат знания, полученные студентами в курсах физики, химии, механики, электротехники.</p> <p>Знания, полученные в курсе, необходимы для освоения таких дисциплин, как: "Электромеханика", "Изоляция и перенапряжения", "Электрические системы и сети".</p>
Требования к первоначальному уровню подготовки обучающихся	Успешное освоение программы 1-го и 2-го курсов.
Особенности организации учебного процесса по дисциплине	<p>Основными принципами построения курса являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- системный подход к построению лекций, основанный на противоречивых требованиях к материалам, выдвигаемых при создании техники, и показывающий компромиссные пути для решения поставленных проблем;</li> <li>- постоянная конкретизация задач материаловедения применительно к потребностям энергетики и электротехники;</li> <li>- использование пути "от общего к частному" при раскрытии проблем и задач материаловедения;</li> <li>- использование пути "от общего к частному" при изучении конкретных материалов, применяемых в электроэнергетике и электротехнике;</li> <li>- закрепление пройденного материала в деятельности, организуемой на лекциях (формулировка вопросов в письменном виде), при выполнении РГЗ (поиск недостающих сведений в справочниках) и лабораторных работах (самостоятельные постановка и поиск путей решения задачи);</li> <li>- предоставление широкого спектра индивидуальных форм работы по получению и закреплению знаний: составление реферативных обзоров по свойствам веществ и материалов, самостоятельное изготовление и измерение параметров новых материалов на производственном участке, разработка и освоение установок по определению параметров материалов и технологических процессов, экспериментальные работы по изучению свойств конкретных материалов, участие в работе научных групп кафедры, подготовка выпускных бакалаврских и дипломных работ, магистерских диссертаций.</li> </ul>

### 3. Цели учебной дисциплины

Таблица 3.1

После изучения дисциплины студент будет

иметь представление	
1	о роли материаловедения и новых материалов в обеспечении технического прогресса
2	о применении различных материалов в электрических машинах, аппаратах и конструкциях
3	о процессах старения и коррозии материалов и методах повышения долговечности материалов и конструкций
знать	
4	атомно-молекулярное строение газообразных, жидких и твёрдых материалов, виды химических связей, дефекты в строении твёрдых материалов и связь строения с электромагнитными и механическими свойствами материалов
5	принципы создания сплавов и композиционных материалов, связь их свойств с составом и строением
6	основные теплофизические свойства материалов
7	основные электромагнитные свойства материалов
8	основные механические свойства материалов
9	назначение и классы основных конструкционных материалов
10	специфические свойства материалов в каждом из классов
11	примеры и свойства конкретных материалов каждого класса
уметь	
12	проводить экспериментальное определение электромагнитных и механических параметров различных материалов
13	выполнять расчёты простейших электротехнических устройств и конструкций с использованием необходимых материалов
14	оформлять расчётно-пояснительные записки и библиографические ссылки
иметь опыт (владеть)	
15	работы со справочной литературой по свойствам материалов для поиска необходимых сведений по расчёту электротехнических устройств и конструкций

### 4. Содержание и структура учебной дисциплины

Лекционные занятия

Таблица 4.1

(Модуль), дидактическая единица, тема	Часы	Ссылки на цели
Семестр: 5		
Дидактическая единица: Строение материалов		
Строение атома, молекулы, химические связи, влияние на электромагнитные свойства	2	1, 4
Строение твёрдых тел, дефекты строения кристаллических тел, влияние на электромагнитные	2	1, 2, 4

и механические свойства		
Сплавы. Композиционные материалы	2	2, 5
Дидактическая единица: Общие свойства электротехнических материалов		
Теплофизические свойства материалов	2	2, 6
Электропроводность материалов	2	2, 7
Диэлектрическая проницаемость материалов	2	2, 7
Магнитная проницаемость материалов	2	2, 7
Механические свойства	4	2, 8
Дидактическая единица: Виды электротехнических материалов и их специфические свойства		
Материалы для механических конструкций. Сталь, чугун, бетон	2	10, 2, 9
Диэлектрические материалы	4	10, 2, 9
Полупроводящие материалы, применяемые в электроэнергетике	2	10, 2, 9
Проводниковые материалы	2	10, 2, 9
Магнитные материалы	2	10, 2, 9
Сверхпроводники. Сверхпроводящая керамика	2	10, 2, 9
Дидактическая единица: Долговечность материалов		
Старение материалов. Природные и техногенные факторы	2	3
Коррозия материалов. Грунтовая коррозия стали и бетона, контактная коррозия, электрокоррозия.	2	3

Лабораторная работа

Таблица 4.2

<b>(Модуль), дидактическая единица, тема</b>	<b>Учебная деятельность</b>	<b>Часы</b>	<b>Ссылки на цели</b>
Семестр: 5			
Дидактическая единица: Виды электротехнических материалов и их специфические свойства			
Измерение диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь различных диэлектриков.	Практическое исследование свойств различных диэлектрических материалов.	3	12, 13, 7
Определение электрической прочности воздуха и трансформаторного масла и знакомство с условиями возникновения частичных разрядов в твердом диэлектрике.	Практическое исследование свойств и условий, влияющих на долговечность диэлектрических материалов.	3	10, 12, 13, 7
Снятие основных кривых намагничивания и петель гистерезиса ферромагнитных и ферримагнитных материалов.	Практическое исследование свойств магнитных материалов.	3	10, 11, 12, 13, 7

Дидактическая единица: Общие свойства электротехнических материалов			
Определение удельного электрического сопротивления и температурного коэффициента удельного электрического сопротивления металлов.	Практическое исследование электропроводящих свойств различных металлов.	3	11, 12, 13, 6, 7
Определение твердости материалов.	Практическое исследование твердости по Бринеллю и Роквеллу.	3	10, 12, 13, 4, 5, 8, 9
Дидактическая единица: Долговечность материалов			
Изучение явления контактной коррозии металлов.	Практические измерения электродных потенциалов различных металлов в щелочной, нейтральной и кислой средах.	3	10, 11, 12, 3

## 5. Самостоятельная работа студентов

### Семестр- 5, Подготовка к зачету

Подготовка ответов на зачётные вопросы - 24 часа.

### Семестр- 5, РГЗ

Работа со справочной литературой. Выполнение расчётов простейших электротехнических конструкций из различных материалов.

Примеры РГЗ:

Тема 1. Опишите физические и электрические свойства поливинилхлорида и воздуха, области применения этих материалов. Решите с использованием найденных значений их диэлектрических проницаемостей задачу: Одножильный кабель, имеющий изоляцию из поливинилхлорида, имеет длину 1 км, диаметр жилы 5 мм и диаметр оболочки - 6 мм. Какую поверхность должен иметь плоский воздушный конденсатор с расстоянием между пластинами 0,5 мм и емкостью, равной емкости кабеля?

Тема 3. Опишите алюминий как материал для проводов линий электропередачи. Пользуясь найденными параметрами, определите значение тока короткого замыкания, при котором произошло расплавление провода, если время между началом замыкания и его отключением составило 0,12 с, а начальная температура провода была 40<sup>0</sup> С.

Тема 5. Опишите класс материалов, объединенных названием "кремнепласты", и выберите среди них материал с наименьшими диэлектрическими потерями при частоте 50 Гц и сравните эти потери с потерями при частоте 1 МГц и на постоянном токе.

При подготовке к РГЗ и выполнению его студент использует рекомендуемую литературу [5].

Пример выполнения РГЗ по теме 2

#### 1.Задание 2-61

Опишите свойства электроизоляционных кабельных резин. Проверьте, работает ли устройство защитного отключения (УЗО) при следующих условиях: Шахтный одножильный кабель диаметром 12 мм длиной 500 м, сечением жилы 35 мм<sup>2</sup>, с изоляцией из резины типа

РТИ-1 попал в воду. Напряжение на жиле - 380 В. УЗО срабатывает, если утечка через изоляцию превысит 10 мА.

2. Определение величин, необходимых для выполнения задания

Для того чтобы сработало УЗО необходимо, чтобы сопротивление изоляции провода было бы не более такого, при котором ток утечки был бы равен 10 мА. Найдём это сопротивление:

$$R_{\text{из.}} \leq \frac{380 \text{ В}}{0,01 \text{ А}} = 38000 \text{ Ом.}$$

Поскольку ток через изоляцию стекает с жилы, поле тока можно принять радиально-цилиндрическим, и сопротивление изоляции будет равно [1]:

$$R_{\text{из.}} = \rho_{\text{резины}} \cdot \frac{\ln \frac{r_2}{r_1}}{2\pi l}$$

Неизвестным параметром в этом выражении является удельное сопротивление резины –  $\rho_{\text{резины}}$ .

Удельное электрическое сопротивление  $\rho$  - это параметр вещества, численно равный сопротивлению образца длиной 1 м с площадью поперечного сечения 1 м<sup>2</sup>, измеренному в плоско-параллельном поле.

Можно предположить, что при увлажнении удельное сопротивление изоляции снижается. Если оно снизится таким образом, что сопротивление изоляции в целом станет ниже 38 кОм, то должно сработать УЗО.

Критическое значение удельного электрического сопротивления резины:

$$\rho_{\text{резины}} = \frac{2\pi l \cdot 380000}{\ln \frac{r_2}{r_1}} \text{ Ом} \cdot \text{м.}$$

3. Описание материалов

Резина представляет собой вулканизированную многокомпонентную смесь на основе каучуков [2]. Резиновая смесь изготавливается путём введения в каучук минеральных или углеродных порошкообразных наполнителей (мел, тальк, каолин, технический углерод), вулканизирующих агентов и др.

Каучуки бывают натуральные и синтетические. Натуральный каучук является естественным продуктом коагуляции частиц, содержащийся в соке, который извлекают из стволов каучуковых деревьев, растущих в странах с тропическим климатом. Синтетические каучуки являются продуктом полимеризации (вулканизации) смесей разнообразных химических веществ: изопрена, бутадиена, стирола, изобутилена, этилена, пропилена, хлоропрена и др.

Резины типа РТИ относятся к кабельным изоляционным резинам, то есть применяются при изготовлении кабелей наряду с изоляционно-защитными резинами, резинами для защитных оболочек и электропроводящими резинами. Для изоляции, допускающей длительный нагрев токопроводящей жилы до 65<sup>0</sup> С, применяются резины на основе каучуков общего назначения типов РТИ-0, РТИ-1, РНИ, а также изоляционно-защитные резины типов РТИШ и РТИШМ. Наиболее широко для изолирования кабелей, проводов и шнуров применяют резины типа РТИ-1. Они отвечают эксплуатационным требованиям всех кабельных изделий на переменное напряжение до 660 В и постоянное до 1000 В.

Прочность при растяжении резины РТИ-1 составляет 5,88 МПа, а относительное удлинение при разрыве не менее 350 % [2, стр. 107, табл.17.4/.

Электрические характеристики резин типа РТИ-1 в зависимости от времени увлажнения показаны в таблице:

Время увлажнения, сут.	Увлажнение при 20 <sup>0</sup> С				Увлажнение при 70 <sup>0</sup> С			
	$\rho$ , Ом·м	$\text{tg}\delta$	$\epsilon$	$E_{\text{пр}}$ , МВ/м	$\rho$ , Ом·м	$\text{tg}\delta$	$\epsilon$	$E_{\text{пр}}$ , МВ/м
0	$2,4 \cdot 10^{13}$	0,021	3,4	41,9	$2,4 \cdot 10^{13}$	0,021	3,6	41,9
1	$8,0 \cdot 10^{12}$	0,022	3,8	37,5	$3,9 \cdot 10^{12}$	0,013	4,2	13,9
4	$1,3 \cdot 10^{12}$	0,026	3,9	17,9	$3,9 \cdot 10^{12}$	0,012	4,3	9,8
7	$1,2 \cdot 10^{12}$	0,026	3,8	15,1	$3,9 \cdot 10^{12}$	0,012	4,6	8,0
14	$1,1 \cdot 10^{12}$	0,027	3,8	14,1	$3,6 \cdot 10^{12}$	0,015	4,6	6,0

В таблице помимо удельного электрического сопротивления приводятся также значения тангенса угла диэлектрических потерь ( $\text{tg}\delta$ ), диэлектрической проницаемости ( $\epsilon$ ) и электрической прочности ( $E_{\text{пр}}$ ).

Определения по /4/:

Углом диэлектрических потерь  $\delta$  (дельта) называют угол, дополняющий до 90 градусов угол сдвига между током и напряжением в диэлектрике.

Диэлектрическая проницаемость,  $\epsilon$  является мерой поляризации вещества в электрическом поле.

Электрической прочностью,  $E_{\text{пр}}$  называется средняя напряженность электрического поля, при которой происходит электрический пробой.

#### 4. Решение

Рассчитаем удельное электрическое сопротивление электрической изоляции из резины РТИ-1, при котором может сработать УЗО. Для этого вначале определим радиус токопроводящей жилы через площадь её сечения - S:

$$r_1 = \sqrt{\frac{S}{\pi}} = \sqrt{\frac{35}{3.14}} = 3.34 \text{ мм.}$$

Радиус внешней эквипотенциальной поверхности коаксиальной системы можно принять равным 6 мм, поскольку кабель находится в воде, а его диаметр равен 12 мм. Рассчитываем удельное электрическое сопротивление:

$$\rho_{\text{резинны}} = \frac{2\pi l \cdot 380000}{\ln \frac{r_2}{r_1}} = \frac{2 \cdot 3.14 \cdot 500 \cdot 380000}{\ln \frac{6}{3.34}} = 2.04 \cdot 10^8 \text{ Ом} \cdot \text{м.}$$

Таким образом, УЗО может сработать, если удельное сопротивление в результате увлажнения снизится до  $2 \cdot 10^8$  Ом·м.

#### 5. Вывод

Сравнивая полученное значение со значениями в таблице п. 3, видим, что удельное сопротивление резины РТИ-1 даже после 14-и дней увлажнения при любой температуре имеет значения на 4 порядка выше, чем полученное в нашем расчёте. Таким образом, при попадании резинового кабеля в воду срабатывания УЗО не произойдёт. То есть условия электробезопасности при эксплуатации резинового кабеля в воде соблюдаются. Повидимому, отключение УЗО может произойти, если в изоляции будут дополнительные повреждения, например, трещины от старения.

#### 5. Используемая литература

1. Материаловедение. Технология конструкционных материалов: сборник практических заданий / С.М.Коробейников, С.В.Нестеров, Ю.В.Целебровский, Н.А.Черненко; под общ. ред. Ю.В.Целебровского. - Новосибирск: изд-во НГТУ, 2008. - 120 с.

2. Справочник по электротехническим материалам: В 3 т. Т.2/ Под редакцией Ю.В.Корицкого и др. - 3-е изд., перераб. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - 464 с.: ил.
3. Современный словарь иностранных слов: / Изд-во "Русский язык". - Ок. 20000 слов. - М.: Рус. Яз., 1993. - 740 с.
4. Ю.В. Целебровский, Материаловедение для электриков в вопросах и ответах: Учебное пособие. - Новосибирск: изд-во НГТУ, 2009. - 64 с.

В качестве дополнительной работы студентам предлагается:

- Составление кратких рефератов по свойствам используемых материалов.
- Работы по исследованию свойств новых материалов и созданию экспериментальных установок по тематике НИР кафедры.

Всего 30 часов.

#### **Семестр- 5, Подготовка к занятиям**

Анализ предыдущей лекции и подготовка вопросов по ней. Дополнение лекционного материала сведениями, почерпнутыми из рекомендуемой литературы. Подготовка к лабораторным работам. Участие в специальных семинарах по дискуссионным вопросам - 72 часа.

## 6. Правила аттестации студентов по учебной дисциплине

Правила аттестации студентов по учебной дисциплине

### «Материаловедение. Технология конструкционных материалов» для студентов дневного отделения

#### 1. Аттестация в семестре.

1.1 Для успешного освоения курса студентам предлагаются следующие виды групповой и индивидуальной работы:

- лекции,
- выполнение РГЗ,
- лабораторные работы,
- обучающее тестирование.
- дополнительные учебно-исследовательские задания (индивидуальные реферативные обзоры, в т.ч. иностранной литературы; участие в изготовлении и испытаниях электротехнических материалов; участие в разработке и постановке новых лабораторных работ)

Выполнение РГЗ и лабораторные работы являются обязательными видами занятий, без полного выполнения которых студент к зачету не допускается.

Выполнение РГЗ и лабораторные работы являются обязательными видами занятий, без полного выполнения которых студент к зачету не допускается.

1.2 В процессе работы в семестре студент набирает баллы индивидуального рейтинга, по сумме которых проходит итоговая аттестация. Балльная оценка деятельности студента представлена в таблице 1.

Таблица 1.

Баллы по видам учебной деятельности

№ п/п	Вид учебной деятельности	Срок сдачи, защиты	Мин. балл	Макс. балл
<b>Основная программа освоения дисциплины</b>				
1	Посещение лекций (кол-во лекций – 18)	-	9	18
2	РГЗ	10 неделя	6	26
3	Лабораторные работы (кол-во работ – 6)	Одна неделя	9	24
4	Обучающее тестирование (2 теста)		6	12
<b>Итого по основной программе:</b>			<b>30</b>	<b>80</b>
<b>Дополнительная программа освоения дисциплины</b>				
1	Учебно-исследовательское задание	12 неделя	0	20
<b>Итого по дополнительной программе:</b>			<b>0</b>	<b>20</b>
<b>Программа для студентов с баллом текущей аттестации 25-29</b>				
1	Обучающее собеседование с лектором курса	18 неделя	0	5
<b>Итого по программе:</b>			<b>0</b>	<b>5</b>

При текущей аттестации в семестре студент при освоении основной программы может набрать до **80** баллов.

#### 2. Итоговая аттестация студента по дисциплине.

Итоговая аттестация (зачет) проводится в устной форме по зачетным билетам.

Допуск студента к зачету возможен только при выполнении и защите 6 лабораторных работ и РГЗ, при общей сумме баллов полученных при освоении основной программы - **30**.

При итоговой аттестации осуществляется индивидуальный подход к каждому студенту, определяемый интенсивностью и качеством работы студента в течение семестра (таблица 2).

Студент, не ответивший на зачётный вопрос, допускается к повторному зачёту с обязательным ответом на этот вопрос и с оценкой за этот ответ – 0 баллов.

Таблица 2.

## Рейтинг студента по дисциплине

№ п/п	Текущая аттестация	Итоговая аттестация (зачет)			Рейтинг по дисциплине
		Вид зачета	Мин. балл	Макс. балл	
1.	≥80	<b>Полуавтомат</b> Ответ на 1 вопрос из двух, ± 2 балла. При ответе на 1 вопрос дополнительно можно отвечать на любое число вопросов до первого «сбоя», но не более 20 баллов.	2	20	82 - 100
2.	65-79	<b>Упрощенный 1</b> Ответ на 2 вопроса (2 x 2) балла, или на три из четырех (± 2 x 3). При ответе на 2 первых вопроса дополнительно можно отвечать на любое число вопросов до первого «сбоя», но не более 20 баллов.	4	20	69-99
3.	50-64	<b>Упрощенный 2</b> Ответ на 1 обобщающий вопрос ± 5 баллов. При числе баллов > 50 и правильном ответе на вопрос дополнительно можно отвечать на любое число вопросов до первого «сбоя», но не более 20 баллов.	5	20	55-84
4.	30-49*	<b>Нормальный</b> Обоснованный ответ по билету на один вопрос и решение 1 задачи. Подготовка 30 минут. ±10 баллов. Далее ответы на вопросы до 50 баллов (если «недобор» по билету).	(50-балл текущ. аттестации)	20	50-69

\*В случае набора при текущей аттестации числа баллов в диапазоне от 25 до 29 студент проходит дополнительное собеседование с лектором курса, по результатам которого определяется возможность пересдачи.

## 7. Список литературы

### 7.1 Основная литература

#### В печатном виде

1. Материаловедение. Технология конструкционных материалов. Т. 1. Элементы теоретических основ материаловедения и технологии получения материалов : [учебник / А. В. Шишкин, В. С. Чередниченко, А. Н. Черепанов, В. В. Марусин] ; под ред. В. С. Чередниченко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 447 с. : ил.
2. Материаловедение. Технология конструкционных материалов. Т. 2. Технологии получения и обработки материалов. Материалы как компоненты оборудования : [учебник / А. В. Шишкин, В. С. Чередниченко, А. Н. Черепанов, В. В. Марусин] ; Под ред. В. С. Чередниченко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 506 с. : ил.
3. Материаловедение. Технология конструкционных материалов : учебное пособие для вузов по направлению подготовки "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / [А. В. Шишкин [и др.] ; под ред. В. С. Чередниченко. - М., 2006. - 751 с. : ил., табл., схемы
4. Целебровский Ю. В. Материаловедение для электриков в вопросах и ответах : учебное пособие / Ю. В. Целебровский ; Новосиб. гос. техн. ун-т, Фак. энергетики. - Новосибирск, 2010. - 63 с. : ил.
5. Материаловедение. Технология конструкционных материалов : сборник практических заданий / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [С. М. Коробейников и др.; под общ. ред. Ю. В. Целебровского]. - Новосибирск, 2008. - 117, [2] с. : ил.
6. Справочник по электротехническим материалам. В 3 т.. Т. 1 / под ред. Ю. В. Корицкого [и др.]. - М., 1986. - 367 с. : ил.
7. Справочник по электротехническим материалам. В 3 т.. Т. 2 / под ред. Корицкого Ю. В. [и др.]. - М., 1987. - 463, [1] с. : ил.
8. Справочник по электротехническим материалам. Т. 3 : В 3 т. / под ред. Корицкого Ю. В. и др. - Л., 1988. - 726 с.
9. Материаловедение. Технология конструкционных материалов : учебное пособие для вузов по направлению подготовки "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / [А. В. Шишкин [и др.] ; под ред. В. С. Чередниченко. - М., 2008. - 751 с. : ил., табл., схемы - Рекомендовано УМО.

#### В электронном виде

1. Материаловедение. Технология конструкционных материалов. Т. 1. Элементы теоретических основ материаловедения и технологии получения материалов : [учебник / А. В. Шишкин, В. С. Чередниченко, А. Н. Черепанов, В. В. Марусин] ; под ред. В. С. Чередниченко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 447 с. : ил.. - Режим доступа: [http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2004/04\\_cherednich1.pdf](http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2004/04_cherednich1.pdf)
2. Материаловедение. Технология конструкционных материалов. Т. 2. Технологии получения и обработки материалов. Материалы как компоненты оборудования : [учебник / А. В. Шишкин, В. С. Чередниченко, А. Н. Черепанов, В. В. Марусин] ; Под ред. В. С. Чередниченко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2004. - 506 с. : ил.. - Режим доступа: [http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2004/04\\_cherednich2.pdf](http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2004/04_cherednich2.pdf)
3. Целебровский Ю. В. Материаловедение для электриков в вопросах и ответах : учебное пособие / Ю. В. Целебровский ; Новосиб. гос. техн. ун-т, Фак. энергетики. - Новосибирск, 2010. - 63 с. : ил.. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2010/celebrov.pdf>
4. Материаловедение. Технология конструкционных материалов : сборник практических заданий / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [С. М. Коробейников и др.; под общ. ред. Ю. В.

Целебровского]. - Новосибирск, 2008. - 117, [2] с. : ил. - Режим доступа:  
<http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2008/mater.rar>

## **7.2 Дополнительная литература**

### **В печатном виде**

1. Богородицкий Н. П. Электротехнические материалы : Учебник для электротехн. и энерг. спец. вузов / Богородицкий Н. П., Пасынков В. В., Тареев Б. М. - Л., 1985. - 304 с. : ил.
2. Электротехнический справочник. В 4 т.. Т. 1 / под общ. ред. В. Г. Герасимова [и др.], И. Н. Орлов (гл. ред.). - М., 2003. - 439 с. : ил., табл.
3. Физические величины : справочник / А. П. Бабичев, Н. А. Бабушкина, М. А. Братковский и др. ; под ред. И. С. Григорьева, Е. З. Мейлихова. - М., 1991. - 1232 с. : ил.
4. Мишин Д. Д. Магнитные материалы : учебное пособие для вузов / Д. Д. Мишин. - М., 1991. - 383, [1] с. : ил.
5. Дубровский В. Г. Введение в теорию сверхпроводимости : Конспект лекций / Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 1993. - 73с. : ил.
6. Коробейников С. М. Диэлектрические материалы : учебное пособие / С. М. Коробейников ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2000. - 66 с. : ил.

## **8. Методическое и программное обеспечение**

### **8.1 Методическое обеспечение**

#### **В печатном виде**

1. Материаловедение. Технология конструкционных материалов : методические указания к лабораторным работам для 2 курса факультетов энергетики, мехатроники и автоматизации / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. А. Горюнов и др.]. - Новосибирск, 2009. - 96 с. : ил.

#### **В электронном виде**

1. Материаловедение. Технология конструкционных материалов : методические указания к лабораторным работам для 2 курса факультетов энергетики, мехатроники и автоматизации / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. А. Горюнов и др.]. - Новосибирск, 2009. - 96 с. : ил. - Режим доступа: <http://www.library.nstu.ru/fulltext/metodics/2009/3774.pdf>

## 9. Контролирующие материалы для аттестации студентов по дисциплине

### 1. Материалы учебного тестирования

На лекциях проводится пробное тестирование учащихся по ключевым темам. При тестировании разрешается пользоваться любой справочной и учебной литературой. Тест предназначен для самопроверки. Студентам выдается несколько вариантов теста. Вопросы вариантов, имеющие разные номера, относятся к одним и тем же понятиям, но сформулированы по-разному. Это допускает творческое общение рядом сидящих студентов с целью более глубокого усвоения понятия.

Пример теста:

#### **Вариант 1**

*Зачеркните клетки с неверными и неточными ответами*

<b>1</b> Электрическое поле оказывает силовое воздействие на		Магнитное поле оказывает силовое воздействие на	
двигающийся заряд	неподвижный заряд	двигающийся заряд	неподвижный заряд

<b>2</b> Какие величины характеризуют поле в веществе, если известны напряженность поля и		
удельная электропроводность?	Диэлектрическая проницаемость?	магнитная проницаемость?
Верные и неверные ответы:		
Электрическая индукция	Электрическая индукция	Электрическая индукция
Плотность тока	Плотность тока	Плотность тока
Магнитная индукция	Магнитная индукция	Магнитная индукция

<b>3</b> Удельное сопротивление одного материала в 2 раза больше, чем у другого потому, что у первого			
носителями зарядов являются ионы, а у второго - электроны	концентрация ионов в 2 раза ниже, чем у второго (при одинаковой подвижности)	подвижность носителей заряда в 2 раза ниже, чем у второго (при одинаковой концентрации)	температура в 2 раза ниже, чем у второго

<b>4</b> В результате замены материала, находящегося между заряженными металлическими пластинами, отключенными от электрической цепи, его диэлектрическая проницаемость увеличилась с 10 до 80. При этом			
в 8 раз уменьшилась емкость устройства	в 8 раз уменьшилось напряжение между пластинами	в 8 раз увеличилась напряженность поля в материале	в 8 раз увеличилась плотность потока электрического смещения

<b>5</b> Между двумя проводниками с постоянным током находится материал, магнитная проницаемость которого при нагреве увеличилась с 200 до 300. При этом			
в 1,5 раза увеличилась напряженность	в 1,5 раза уменьшилась индукция	в 1,5 раза увеличилось взаимодействие	в 1,5 раза ослабло силовое действие одного

магнитного поля		между проводниками	проводника на другой
-----------------	--	--------------------	----------------------

<b>6</b> Пределы изменения значений		
диэлектрической проницаемости	магнитной проницаемости	удельной электропроводности в См/м
от $10^{-24}$ до $\infty$	от $10^{-24}$ до $\infty$	от $10^{-24}$ до $\infty$
от 1 до нескольких тысяч	от 1 до нескольких тысяч	от 1 до нескольких тысяч

<b>7.</b> В одном материале больше запасается тепловой энергии, чем во втором, если у первого больше			
теплопроводность	теплоемкость	механическая прочность	температура кипения

<b>8</b> Напишите значение и размерность магнитной постоянной	
Напишите размерность температурного коэффициента сопротивления	

<b>9</b> Между двумя слоями диэлектрика, помещенного в однородное электрическое поле находится воздушная прослойка. Как отличается напряженность поля в ней от напряженности поля в диэлектрике ?		
Напряженность поля в воздухе - больше	Напряженность поля в воздухе - меньше	Напряженность поля в воздухе такая же, как в диэлектрике

<b>10</b> Значение магнитной проницаемости диамагнетика обусловлено				
индуцированными внешним полем токами	беспорядочными магнитными моментами атомов	упорядоченными и полностью скомпенсированными магнитными моментами атомов	упорядоченными и частично скомпенсированными магнитными моментами атомов	упорядоченными и нескомпенсированными магнитными моментами атомов

**Билеты упрощенного зачёта 1:**



**Зачётный билет по материаловедению №1у**

1. Назовите виды магнитных потерь.
2. Назовите примерное значение тангенса угла диэлектрических потерь у диэлектриков.



**Зачётный билет по материаловедению №2у**

1. Что такое «электрический пробой диэлектрика»?
2. Расскажите о титане и его основных достоинствах.



**Зачётный билет по материаловедению №3у**

1. Что такое «сжимаемость» ?
2. Расскажите о проводниковом алюминии.



**Зачётный билет по материаловедению №4у**

1. Определите явление «сверхпроводимость».
2. Как распределяются напряжённости поля в двухслойном диэлектрике?



**Зачётный билет по материаловедению №5у**

1. Дайте определение явлению поляризации.
2. Расскажите о сплавах меди.



**Зачётный билет по материаловедению №6у**

1. Что такое ударная вязкость?
2. В каких единицах измеряются удельное электрическое сопротивление и удельная электрическая проводимость?



### **Зачётный билет по материаловедению №7у**

1. На какие три группы можно подразделить механические свойства материалов?
2. Как строится векторная диаграмма для параллельной схемы замещения?



### **Зачётный билет по материаловедению №8у**

1. Что такое «диэлектрические потери»?
2. Назовите один из составов сверхпроводящей керамики.



### **Зачётный билет по материаловедению №9у**

1. По какому параметру различают магнитомягкие и магнитотвердые материалы?
2. Назовите состав и нарисуйте вольтамперную характеристику вилита.



### **Зачётный билет по материаловедению №10у**

1. Что такое «коэффициент нелинейности»?
2. Как строится векторная диаграмма для последовательной схемы замещения?



### **Зачётный билет по материаловедению №11у**

1. Что такое «угол диэлектрических потерь»?
2. Что такое «электротехническая сталь»?



### Зачётный билет по материаловедению №12у

1. Какие бывают кривые намагничивания и какие параметры магнитного материала они определяют?
2. Что такое «варистор»?



### Зачётный билет по материаловедению №13у

1. При каких условиях возникают частичные разряды в твердом диэлектрике?
2. Каков диапазон прочности бетона при сжатии?



### Зачётный билет по материаловедению №14у

1. Что такое «удельное поверхностное сопротивление»?
2. Назовите факторы, вызывающие старение материала.



### Зачётный билет по материаловедению №15у

1. По какому параметру ферриты принципиально отличаются от электротехнических сталей?
2. Назовите некоторые значения электрической прочности газов.



### Зачётный билет по материаловедению №16у

1. Что такое «статическое сопротивление нелинейного резистора», «динамическое сопротивление нелинейного резистора» ?
2. Каков порядок электрической прочности у твердых диэлектриков?



### Зачётный билет по материаловедению №17у

1. Что такое «частичный разряд»?
2. От чего зависит значение магнитной проницаемости магнитных материалов?



### **Зачётный билет по материаловедению №18у**

1. *Какие материалы относятся к магнитным и что является их главной характеристикой?*
2. *Назовите состав и диапазон значений удельного электрического сопротивления экомата.*



### **Зачётный билет по материаловедению №19у**

1. *С чего начинается пробы в жидкости?*
2. *Дайте примеры классификации конструкционных сталей*



### **Зачётный билет по материаловедению №20у**

1. *Какие Вы знаете виды поляризации?*
2. *На какие группы по назначению можно подразделить проводниковые материалы?*



### **Зачётный билет по материаловедению №21у**

1. *Что такое «коэффициент Пуассона»?*
2. *Сопоставьте значение диэлектрической проницаемости с видом поляризации.*



### **Зачётный билет по материаловедению №22у**

1. Назовите четыре основных вида химической связи.
2. Что такое «сталь» и «чугун»?



### **Зачётный билет по материаловедению №23у**

1. Что такое хрупкость, чем она характеризуется?
2. Перечислите известные Вам виды магнитных материалов.



### **Зачётный билет по материаловедению №24у**

1. Какие параметры магнитного материала можно определить по предельной петле гистерезиса?
2. Какие Вы знаете схемы замещения диэлектрика?



### **Зачётный билет по материаловедению №25у**

1. Что такое «электрическая прочность»?
2. Назовите материалы для термопар..



### **Зачётный билет по материаловедению №26у**

1. Что такое «энергия связи»?
2. Какие компоненты характерны для сплавов железа и углерода.



### **Зачётный билет по материаловедению №27у**

1. Что такое «время релаксации»?
2. Нарисуйте вольтамперную характеристику и расскажите о применении оксидно-цинковой керамики в энергетике.



### **Зачётный билет по материаловедению 28у**

1. Какие виды строения твердых тел Вы знаете?
2. Назовите известные Вам вещества, обладающие свойством сверхпроводимости.



### **Зачётный билет по материаловедению №29у**

1. Назовите явления при электрическом пробое газов.
2. Когда возникает механизм контактной коррозии?



### **Зачётный билет по материаловедению №30у**

1. Определите понятие "старение" материала.
2. На кривой, характеризующей механическое поведение материала при растяжении, укажите и назовите характерные точки.



### **Зачётный билет по материаловедению №31у**

1. Что такое «вязкость»? Какими величинами она характеризуется?
2. Дайте примеры маркировки конструкционной стали



### **Зачётный билет по материаловедению №32у**

1. Назовите основные дефекты в строении кристаллических тел.
2. Опишите механизм электрохимической коррозии во влажной среде.



### **Зачётный билет по материаловедению №33у**

1. *Определите роль дефектов кристаллической решётки в формировании свойств материала.*
2. *Что такое «сегнетоэлектрики»?*



### **Зачётный билет по материаловедению №34у**

1. *Определите понятие «магнитный момент».*
2. *От чего зависят диэлектрические потери?*



### **Зачётный билет по материаловедению №35у**

1. *Определите понятие «диэлектрическая проницаемость» как меру ёмкости устройства с веществом.*
2. *Что такое «бетон»?*



### **Зачётный билет по материаловедению №36у**

1. *Какие Вы знаете методы определения твёрдости?*
2. *Что Вы знаете о материалах для электрических контактов?*



### **Зачётный билет по материаловедению №37у**

1. *Определите понятие «диэлектрическая проницаемость» как меру физических изменений в веществе при приложении электрического поля.*
2. *От чего зависит удельное электрическое сопротивление бетона?*



### **Зачётный билет по материаловедению №38у**

1. *Опишите природу диамагнетизма.*
2. *Назовите основные параметры, характеризующие диэлектрик.*



### **Зачётный билет по материаловедению №39у**

1. *Что такое композиционный материал, и какие Вы можете назвать примеры композиционных материалов?*
2. *Дайте классификацию материалов по магнитным свойствам.*



### **Зачётный билет по материаловедению №40у**

1. *Определите понятие «диэлектрическая проницаемость» как меру изменения электрического поля в веществе.*
2. *Расскажите о применении бетона в электроэнергетике.*



### **Зачётный билет по материаловедению №41у**

1. *Определите понятие «намагниченность» вещества.*
2. *Назовите примеры применения конструкционной стали в энергетике.*



### **Зачётный билет по материаловедению №42у**

45. *Что такое «модуль нормальной упругости»?*
124. *Что такое электрокоррозия, и при каких условиях она происходит?*



### **Зачётный билет по материаловедению №43у**

1. *Определите понятие «температура».*
2. *Назовите три вида электрохимической коррозии металла в электроустановках.*



### **Зачётный билет по материаловедению №44у**

1. *Определите понятие «удельная теплопроводность (коэффициент теплопроводности)».*
2. *Что такое сплав?*



### Зачётный билет по материаловедению №45у

1. Назовите две модели проводимости композиционных материалов.
2. Как можно повысить электрическую прочность жидкого диэлектрика?



### Зачётный билет по материаловедению №46у

1. От чего зависит электрическая прочность газов?
2. Назовите примерное значение предела прочности при растяжении конструкционной стали.



### Зачётный билет по материаловедению №47у

1. Опишите природу ферромагнетизма.
2. Назовите примеры сплавов с высоким сопротивлением.



### Зачётный билет по материаловедению №48у

1. Что такое «частичный разряд»?
2. Расскажите о проводниковой меди.



### Зачётный билет по материаловедению №49у

1. Опишите явление электрического пробоя твёрдого диэлектрика.
2. Расскажите о проводниковой стали.



### Зачётный билет по материаловедению №50у

1. Материалы с какими характеристиками относятся к слабопроводящим (полупроводящим)?
2. Что такое феррит?



### **Зачётный билет по материаловедению №51у**

1. Определите понятие «удельная теплоемкость».
2. Назовите несколько механических характеристик, полученных при длительных воздействиях и характеристик разрушения



### **Зачётный билет по материаловедению №52у**

1. Опишите природу ферромагнетизма.
2. Почему в жидких диэлектриках невозможна ударная ионизация как первопричина электрического пробоя?



### **Зачётный билет по материаловедению №53у**

1. Определите понятие «магнитная проницаемость».
2. Назовите значение пробивного напряжения качественного трансформаторного масла в стандартном разряднике.



### **Зачётный билет по материаловедению №54у**

1. Опишите природу антиферромагнетизма.
2. Какие Вам известны типы электропроводности?



### **Зачётный билет по материаловедению №55у**

1. Что такое «подвижность носителей заряда»?
2. В чем причина теплового пробоя диэлектрика?



### **Зачётный билет по материаловедению №56у**

1. Определите понятие «электропроводность» и назовите величины, определяющие её численно.
2. Назовите несколько характерных температурных точек материалов.



### Зачётный билет по материаловедению №57у

1. Определите понятие «температурный коэффициент».
2. Какое значение магнитной проницаемости у материалов в сверхпроводящем состоянии?



### Зачётный билет по материаловедению №58у

1. Что такое «удельное электрическое сопротивление»?
2. Определите понятие «коррозия» материала.



### Зачётный билет по материаловедению №59у

1. Определите понятие «магнитная восприимчивость».
2. Назовите виды пробоя твердых диэлектриков.



### Зачётный билет по материаловедению №60у

1. Назовите два основных параметра, определяющих электропроводность вещества.
2. Сравните виды поляризации по времени релаксации.



### Зачётный билет по материаловедению №61у

1. Что такое «молион»?
2. Сравните температуры перехода в сверхпроводящее состояние у металла и сверхпроводящей керамики.



### Зачётный билет по материаловедению №62у

1. На какие классы подразделяются материалы по значению удельного электрического сопротивления?
2. Каков диапазон прочности бетона при сжатии?



### Зачётный билет по материаловедению №63у

1. *Определите понятие «магнитная восприимчивость».*
2. *Сравните размеры носителей заряда при разных типах электропроводности.*

### **Билеты упрощенного зачёта 2**



### Зачётный билет по материаловедению №1уу

125. *На какие классы можно подразделить материалы, применяемые в электротехнике и энергетике, и какие параметры являются важнейшими для каждого из классов?*



### Зачётный билет по материаловедению №2уу

126. *Какие воздействия испытывают материалы в электроэнергетических изделиях и конструкциях, и какие параметры этих воздействий наиболее важны?*



### Зачётный билет по материаловедению №3уу

127. *Назовите три основных параметра, характеризующие электротехнические свойства материала, и размерности этих параметров.*



### Зачётный билет по материаловедению №4уу

128. *На какие свойства материала влияет строение его атомов и почему?*



### **Зачётный билет по материаловедению №5уу**

129. Какие свойства материалов определяются видом химической связи и почему?



### **Зачётный билет по материаловедению №6уу**

130. Какие свойства твёрдых тел изменяются при наличии дефектов в строении, в какую сторону и почему?



### **Зачётный билет по материаловедению №7уу**

131. К каким классам материалов электроэнергетики и электротехники можно отнести различные виды сталей (назвать виды) и какие параметры каждого вида стали вы считаете наиболее важными.



### **Зачётный билет по материаловедению №8уу**

132. Расположите известные Вам металлы (3-5) в ряд по признаку увеличения удельного электрического сопротивления и назовите значения последнего для каждого из металлов



### **Зачётный билет по материаловедению №9уу**

133. Для каких материалов электроэнергетики и электротехники применяется керамика (дать определение) и какое удельное электрическое сопротивление у различных видов керамики?



### **Зачётный билет по материаловедению №10уу**

134. Для обозначения каких материалов и компонентов используется термин «феррит»? Дать определение для каждого случая.



### Зачётный билет по материаловедению №11уу

135. Что такое потери в электротехнике и какие Вы знаете виды потерь (дать определения)?



### Зачётный билет по материаловедению №12уу

136. Какие процессы и факторы влияют на срок службы (долговечность) материалов?

### Билеты нормального зачёта



### Зачётный билет по материаловедению №1

1. Виды химических связей в материалах
2. Отсыревшее масло в промежутке 2 см между горизонтальными электродами имеет электрическую прочность при частоте 50 Гц равную прочности при испытаниях в стандартном разряднике, где зафиксировано пробивное напряжение - 50 кВ. Как изменится пробивное напряжение промежутка, если у нижнего электрода появится отстой воды толщиной 1 мм, имеющей прочность выше 10 кВ/см ?



### Зачётный билет по материаловедению №2

1. Строение твёрдых тел
2. Опишите полиэтилен и хлорированный полиэтилен, а также медь. Определите, каким должен быть диаметр медной жилы с изоляцией из полиэтилена, чтобы при протекании по ней тока 350 А в течение 0,1 секунды ее температура не превысила бы длительной рабочей для изоляции.



### Зачётный билет по материаловедению №3

1. Композиционные материалы
2. Две пластины из электротехнического стекла толщиной 5 мм с содержанием алюмосиликатов 50 % склеены эпоксидным клеем К - 153 с толщиной проклейки 0,5 мм. Перпендикулярно плоскости стёкол приложено напряжение 1 кВ частотой 10 кГц. Опишите физические, электрические свойства и область применения указанных материалов и при условии независимости параметров материалов от частоты определите, что будет нагреваться больше стекла или клеевая прослойка.



### Зачётный билет по материаловедению №4

1. Основные тепловые свойства материалов
2. Опишите свойства и применение конденсаторных масел. Сделайте расчеты для примера: В плоский конденсатор, заполненный конденсаторным маслом серно-кислотной очистки с площадью пластин  $1 \text{ м}^2$  и зазором  $1 \text{ см}$  попал

воздух количестве  $2 \text{ л}$ . На сколько и в какую сторону изменится ёмкость, если электроды расположены горизонтально.



### Зачётный билет по материаловедению №5

1. Электропроводность материалов
2. Опишите электротехнические стали с нормированными свойствами в переменных полях. В сталях, используемых в переменных полях, третья цифра марки, равная 2, означает, что удельные потери нормируют для

частоты  $400 \text{ Гц}$ . Полагая, что основную массу потерь составляют потери на вихревые токи, найдите для стали марки 1521 с толщиной листа  $0,35 \text{ мм}$  потери при частоте  $50 \text{ Гц}$  и напряженности магнитного поля  $2500 \text{ А/м}$  и сравните их с потерями для стали марки 1511.



### Зачётный билет по материаловедению №6

1. Поляризация материалов
2. Опишите физические и электрические свойства, область применения нихрома, в частности, сплава X13Ю4. Определите массу нихромовой проволоки диаметром  $0,6 \text{ мм}$  для изготовления нагревателя мощностью  $1 \text{ кВт}$

на напряжение  $220 \text{ В}$ .



### Зачётный билет по материаловедению №7

1. Диэлектрическая проницаемость материалов
2. Опишите физические и электрические свойства, область применения молибдена и вольфрама. Определите, во сколько раз как отличается масса отожженных проволок из вольфрама и молибдена, если у них одинаковое

сечение и сопротивление?



### Зачётный билет по материаловедению №8

1. Магнитная проницаемость материалов
2. Между плоскими электродами находится слой полиэтилена ПЭВД толщиной  $1 \text{ мм}$ . Из-за неровностей между полиэтиленом и электродом имеется воздушный зазор толщиной  $0,05 \text{ мм}$ . Полагая поле равномерным,

определить напряжение на электродах (при частоте  $1 \text{ МГц}$ ) при которых:

- возникают частичные разряды в воздушных зазорах;
- происходит электрический пробой промежутка.



### Зачётный билет по материаловедению №9

1. Классификация материалов по магнитным свойствам
2. Опишите электрические свойства газообразных диэлектриков, в частности, элегаза. Выберите такое давление элегаза, чтобы ёмкость коаксиальной системы длиной 47,65 м, состоящей из трубы диаметром 1 м и находящегося в ней токопровода диаметром 6 см, равнялась бы 1 нФ. Опишите свойства этого газа.



### Зачётный билет по материаловедению №10

1. Механические характеристики материалов при одноразовом нагружении
2. Конденсатор ёмкостью 1 мкФ имеет изоляцию из полиэтиленовой плёнки. Опишите эту плёнку, её особенности, свойства при применении в качестве электрической изоляции. Рассчитайте мощность диэлектрических потерь в этом конденсаторе при постоянном и переменном (на частоте 1 кГц) напряжениях, равных 3 кВ. Значение угла диэлектрических потерь считать независимым от частоты.



### Зачётный билет по материаловедению №11

1. Какие свойства твёрдых тел изменяются при наличии дефектов в строении, в какую сторону и почему? Приведите примеры для различных классов материалов.
2. Опишите неполярные полимерные плёнки и сравните диэлектрические потери при постоянном напряжении в полипропиленовой плёнке с такими же потерями в полистирольной и полиэтиленовой плёнках при напряжённостях электрического поля, составляющих 0,1 от электрической прочности каждой из плёнок.



### Зачётный билет по материаловедению №12

1. Сталь и чугун как материалы для механических конструкций
2. Две асбоцементные доски толщиной 1 см склеены эпоксидным клеем К - 153 с толщиной клеевой прослойки 1 мм, и к ним приложено напряжение 35 кВ перпендикулярно плоскости склейки. Возникнут ли частичные разряды в клеевом слое при переменном напряжении 50 Гц и температурах 20° С; 150° С ?



### Зачётный билет по материаловедению №14

1. Основные параметры, характеризующие диэлектрик
2. Опишите магнитомягкие сплавы с высокой магнитной проницаемостью и повышенной индукцией насыщения. Полагая, что при индукции, близкой к индукции насыщения, относительная магнитная проницаемость равна начальной, определите для прутка из сплава 50Н, во сколько раз напряженность магнитного поля при насыщении будет больше коэрцитивной силы.

начальной, определите для прутка из сплава 50Н, во сколько раз напряженность магнитного поля при насыщении будет больше коэрцитивной силы.



### Зачётный билет по материаловедению №15

1. Электрическая прочность газов
2. Опишите физические и электрические свойства, область применения нихромовой проволоки из сплава Х20Н80. Сколько грамм такой проволоки диаметром 1 мм необходимо для того, чтобы изготовить нагреватель на

напряжение 220 В мощностью 3 кВт ?



### Зачётный билет по материаловедению №16

1. Электрическая прочность жидких диэлектриков
2. Опишите влияние добавок на удельное сопротивление меди и алюминия. Рассчитайте сопротивление постоянному току катушки из медной проволоки в случае, если в меди содержится 0,06 % железа. Диаметр проволоки 0,5 мм,

длина - 100 м. Больше это сопротивление или меньше, чем у проволоки тех же размеров из алюминия с тем же содержанием железа?



### Зачётный билет по материаловедению №17

1. Электрическая прочность твёрдых диэлектриков
2. Опишите ферриты для телевизионной техники. Определите, во сколько раз отличаются магнитные потери двух образцов феррита группы IV типа 3000НМС, если один из них имеет диаметр 0,5 см и длину 5 см и находится в

поле напряженностью 20 А/м, а другой соответственно 1 см, 10 см и 40 А/м ? Температура 120 °С, частота 16 кГц.



### Зачётный билет по материаловедению №18

1. Линейные полупроводящие материалы, используемые в электроэнергетике
2. Опишите гетинакс и трансформаторное масло и определите, во сколько раз отличается напряжённость электрического поля в масле и в опущенной в него изоляционной перегородке из гетинакса при частоте 50 Гц, если масло имеет

марку ТКп, а тип гетинакса – 111.



### Зачётный билет по материаловедению №19

1. Нелинейные полупроводящие материалы, используемые в электроэнергетике
2. Опишите полиэтилены. Найдите минимальное значение сопротивления изоляции из полиэтилена (ПЭВД) у одножильного кабеля с диаметром токоведущей жилы 1 мм и диаметром экрана 10 мм при длине кабеля 1 км.



### Зачётный билет по материаловедению №20

1. Основные параметры магнитных материалов
2. Две пластины из электротехнического стекла толщиной 5 мм с содержанием алумосиликатов 50 % склеены эпоксидным клеем К - 153 с толщиной проклейки 0,5 мм. Перпендикулярно плоскости стёкол приложено напряжение 1 кВ частотой 10 кГц. Опишите физические, электрические свойства и область применения указанных материалов и при условии независимости параметров материалов от частоты определите, что будет нагреваться больше стекла или клеевая прослойка.



### Зачётный билет по материаловедению №21

1. Основные параметры магнитных материалов
2. Между двумя слоями сухой лакоткани ЛХММ - 105 толщиной 0,2 мм имеется воздушная прослойка толщиной 0,01 мм. Определить отношение напряжения возникновения частичных разрядов в воздушной прослойке к среднему пробивному напряжению при отсутствии дефектов и нормальной температуре.



### Зачётный билет по материаловедению №22

1. Виды магнитных материалов
2. Сопротивление изоляции коаксиального кабеля, выполненной из поливинилхлорида И40-13 составляет 3 ГОм. Опишите физические, электрические свойства и область применения указанного материала и определите диапазон диэлектрических потерь в нём при частоте 50 Гц и напряжении 120 В.



### Зачётный билет по материаловедению №23

1. Виды проводниковых материалов
2. Опишите магнитотвердые материалы из сплавов системы ЮНДК. Определите значение магнитной проницаемости магнитотвердого сплава ЮНДК18 по кривой размагничивания в точке с максимальным значением произведения индукции в материале на напряжённость магнитного поля.



### Зачётный билет по материаловедению №24

1. Явление сверхпроводимости и материалы для сверхпроводников
2. Электроды вакуумного промежутка выполнены из вольфрама, расстояние между ними - 1 мм. Поле равномерное. Каким электроотрицательным газом можно заполнить промежуток при давлении 1 МПа, чтобы электрическая прочность промежутка осталась той же, что и при вакууме ?



### Зачётный билет по материаловедению №25

1. Долговечность материалов
2. Опишите физические и электрические свойства, область применения меди и полиэтилена и определите плотность тока, при которой через 1 с после начала протекания тока температура бы не превышала допустимое значение для изоляции. Медный провод в полиэтиленовой изоляции имеет начальную температуру 40° С.