

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Хакасский технический институт – филиал федерального государственного  
автономного образовательного учреждения высшего образования  
**«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине (модулю) Б1.О.13 Электротехническое и конструкционное  
материаловедение

*индекс и наименование дисциплины (модуля) в соответствии с ФГОС ВО и учебным планом*

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

*код и наименование направления подготовки*

Направленность (профиль) 13.03.02.07 «Электроснабжение»

*код и наименование направленности (профиля)*

## 1 Перечень компетенций с указанием индикаторов их достижения, соотношенных с результатами обучения по дисциплине (модулю), практике и оценочными мероприятиями

Семестр	Код и содержание индикатора компетенции	Результаты обучения (компоненты компетенции)	Оценочные средства	
<b>ОПК-5 Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности</b>				
3 (зачет), 4 (экзамен)	ОПК-5.2 Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования электротехнических материалов, выбирает электротехнические материалы в соответствии с требуемыми характеристиками	Знает основные положения развития материаловедения, возможности их применения в профессиональной деятельности, повышении квалификации и саморазвитии	Текущая аттестация: <i>Задания и вопросы для собеседования по лабораторным работам;</i> Промежуточная аттестация: <i>вопросы к экзамену, вопросы к зачету</i>	
		Умеет выбирать электротехнические материалы в соответствии с требуемыми характеристиками		
		Владеет навыками использования материалов в области электроэнергетики, в том числе и новых		
	ОПК-5.3 Выполняет расчеты на электрическую прочность простых конструкций	Знает методы анализа, моделирования и характеристики электротехнических материалов		Текущая аттестация: <i>Задания и вопросы для собеседования по лабораторным работам;</i> Промежуточная аттестация: <i>вопросы к экзамену, вопросы к зачету</i>
		Умеет выполнять расчеты на электрическую прочность простых конструкций		
		Владеет методами расчета на электрическую прочность простых конструкций		

## 2 Типовые оценочные средства с описанием шкал оценивания и методическими материалами, определяющими процедуру проведения и оценивания достижения результатов обучения

### 2.1 Оценочные средства для текущего контроля

1. Керамический конденсатор  $\varepsilon = 12$  был заряжен от источника напряжением 1,5 кВ и оставлен разомкнутым. Через 10 минут разность потенциалов на его обкладках оказалось равной 150 В. Определите удельное объемное сопротивление диэлектрика конденсатора (поверхностной утечкой пренебречь).

2. Между плоскими электродами помещен двухслойный диэлектрик, один из слоев имеет относительную диэлектрическую проницаемость  $\varepsilon = 1$ , проводимость  $\gamma_1 = 0,5 \cdot 10^{-8} \text{ 1/Ом}\cdot\text{см}$  и толщину  $d_1 = 1 \text{ см}$ , а другой – проницаемость  $\varepsilon = 5$ , проводимость  $\gamma_2 = 0,5 \cdot 10^{-12} \text{ 1/Ом}\cdot\text{см}$  толщину  $d_2 = 0,5 \text{ см}$ . Этот диэлектрик подключен на постоянное по времени напряжение с величиной, равной  $U = 10 \text{ кВ}$ . Требуется определить величины напряженностей в обоих слоях при времени  $t = 0$  и  $t = \infty$  и построить график

распределения потенциала между электродами . При решении задачи учесть, что один электрод заземлен , а другой изолирован.

3. Диэлектрик плоского конденсатора имеет следующие характеристики:  $\rho_V = 10^{15} \text{ Ом}\cdot\text{см}$ ,  $\text{tg } \delta = 0,001$ ,  $\varepsilon = 5$ . Размер обкладок конденсатора  $50 \cdot 50 \text{ см}^2$ , толщина диэлектрика 25 мм. Определите рассеиваемую в диэлектрике конденсатора мощность при переменном напряжении 5 кВ и частотах 50 Гц и 50 кГц. Приблизительно считайте, что характеристики диэлектрика от частоты не зависят.

4. Диэлектрик плоского конденсатора имеет следующие характеристики:  $\rho_V = 10^{15} \text{ Ом}\cdot\text{см}$ ;  $\text{tg } \delta = 0,001$ ,  $\varepsilon = 5$ . Размер обкладок конденсатора  $50 \cdot 50 \text{ см}^2$ , толщина диэлектрика 25 мм. Определите величину тока утечки и рассеиваемую в диэлектрике конденсатора мощность при постоянном напряжении 5 кВ. Поверхностной утечкой пренебрегите.

5. Диэлектрик имеет следующую схему замещения:  $\varepsilon_1 = 1$ ,  $\varepsilon_2 = 8$ ,  $R = 10^8 \text{ Ом}$   $U = 12 \text{ Кв}$ ,  $d_1 = d_2 = 1 \text{ см}$ ,  $S_1 = S_2 = 1 \text{ см}^2$ . Постройте для указанной схемы замещения зависимость тангенса угла потерь и мощности диэлектрических потерь от частоты при изменении частоты от 0 до  $\infty$ .

6. Определите удельные диэлектрические потери в цилиндрическом конденсаторе с воздушным диэлектриком между электродами. Радиус внутреннего цилиндра 10 мм, радиус внешнего цилиндра 20 мм , напряжение, подведенное к электродам конденсатора , равно 5 кВ , частота переменного напряжения 100 Гц.

7. Диэлектрик плоского конденсатора имеет следующие характеристики:  $\rho_V = 10^{15} \text{ Ом}\cdot\text{см}$ ;  $\text{tg } \delta = 0,001$ ;  $\varepsilon = 5$ . Размер обкладок конденсатора  $50 \times 50 \text{ см}^2$ , толщина диэлектрика 20 мм. Определить: величину тока утечки и рассеиваемую в диэлектрике конденсатора мощность при постоянном напряжении 5 кВ.

8. Медный провод сечением  $10 \text{ мм}^2$  имеет полихлорвиниловую изоляцию толщиной 1 мм, снабженную в целях экранировки медной оплеткой. Определить потери мощности в изоляции на 100 метров провода при температурах  $+50^\circ\text{C}$  и  $-20^\circ\text{C}$  и частотах 50 Гц и 400 Гц если напряжение между жилой и заземленной оплеткой равно 220 В. Диэлектрическую проницаемость полихлорвинила возьмите равной 8. Величину  $\text{tg } \delta$  полихлорвинила при  $-20^\circ\text{C}$  примите равной 0,05, а при  $+50^\circ\text{C}$  равной 0,1.

9. Керамический конденсатор, диэлектриком которого является материал типа Т-150 , имеет емкость 500 пФ. Найдите величину диэлектрических потерь в этом конденсаторе при напряжении 1 кВ и частотах 1 кГц и 1 МГц если известно , что угол диэлектрических потерь диэлектрика конденсатора равен 2.

10. Имеются два плоских конденсатора а) воздушный с расстоянием между электродами 4 мм; б) двухслойный , в котором изоляция состоит из слоя воздуха толщиной 3 мм и пластины толщиной

1 мм из твердого диэлектрика с диэлектрической проницаемостью 5 и электрической прочностью  $75 \text{ КВ}/\text{см}$ . Постройте график распределения напряженности электрического поля в конденсаторе без твердого диэлектрика и с ним при напряжении на обкладках 8 кВ. (эффективное значение) и проанализируйте надежность конструкции в обоих случаях.

11. Диэлектрик конденсатора образован двумя слоями стекла толщиной по 5 мм с  $\varepsilon=5$ , между которыми имеется воздушный зазор 1мм. К электродам конденсатора приложено напряжение частотой 50 Гц постепенно превышающееся. При каком значении напряжения произойдет разряд в воздушном зазоре? Как изменится величина этого напряжения, если воздух в зазоре будет заменен элегазом с  $E_{\text{пр}} = 7,2 \text{ кВ}/\text{мм}$  и  $\varepsilon=1$ ?

12. Миканит состоит из 10 слоев слюды толщиной по 2 мкм и из 9 слоев лака толщиной по 5 мкм. Свойства этих материалов следующие:

Наименование материала	Удельное объемное сопротивление, $\rho_v$ , Ом×см	Диэлектрическая проницаемость $\varepsilon$	Электрическая прочность, $E_{\text{пр}}$ , кВ/мм
Слюда	$10^{16}$	8	75
Лак	$10^{13}$	4	50

Определите пробивное напряжение листа миканита при постоянном напряжении и при частоте 50 Гц. Считайте приближенно, что приведенные характеристики слюды и лака от частоты не зависят.

13. Определите пробивное напряжение композиции из двух диэлектриков: воздуха и фарфора. Толщина воздушной прослойки 0,1 мм, толщина фарфора 5 мм. Оба диэлектрика плоской формы. Расчет произвести для постоянного и переменного напряжений.

Свойства материалов следующие:

Наименование материала	Удельное объемное сопротивление, $\rho_v$ , Ом×см	Диэлектрическая проницаемость $\varepsilon$	Электрическая прочность, $E_{\text{пр}}$ кВ/мм	Толщина, $d$
Воздух	$10^{18}$	1	3	0,1
Фарфор	$10^{13}$	6	30	5

14. В соответствии с ГОСТом удельное сопротивление медных токопроводящих жил силовых кабелей не должно превышать  $0,0184 \text{ Ом} \times \text{мм}^2/\text{м}$ . Определите:

А) на сколько  $\text{мм}^2$  можно уменьшить фактическое сечение жилы одножильного кабеля номинальным сечением  $240 \text{ мм}^2$ , если учесть, что удельное сопротивление меди, идущей на изготовление проволоки, равно  $0,0172 \text{ Ом} \times \text{мм}^2/\text{м}$  (при расчете учтите, что в результате скрутки проволок сопротивление токопроводящей жилы одножильного кабеля увеличивается на 2%)?

Б) сколько килограммов меди на 1 км, кабеля можно сэкономить при уменьшении сечения?

15. Определите потери мощности в голом медном проводе длиной 100 м и сечением 16 мм<sup>2</sup> при температурах -20<sup>0</sup>С и +60<sup>0</sup>С, если величина тока в проводе равна 75 А.

16. Два отрезка медной и алюминиевой проволоки длиной 1 м имеют одинаковое электрическое сопротивление. Какой из отрезков весит меньше и на сколько, если сечение медной проволоки равно 4 мм<sup>2</sup>?

Материал	Удельное сопротивление, $\rho$ Ом×мм <sup>2</sup> /м	Удельный вес, $d$ , г/см <sup>3</sup>
Алюминий	0,0265 ÷ 0,0295	2,7
Медь	0,01752 ÷ 0,01820	8,9

17. Определите размеры (сечение, диаметр) алюминиево-медной проволоки (алюминий внутри, медь снаружи), предназначенной для замены медной проволоки контрольных кабелей сечением 10 мм<sup>2</sup>, обладающей той же проводимостью. Примите, что сечение меди составляет 20% общего сечения алюминиево-медной проволоки.

18. Сопоставьте размеры, и вес алюминиевой проволоки сечением 6 мм<sup>2</sup>, и биметаллической (сталь-медь), имеющей ту же проводимость, что и алюминиевая проволока. Примите сечение меди в биметаллической проволоке равным сечению стали.

Справочные данные для алюминия, меди и стали

Материал	Удельная проводимость, $\gamma$ М/Ом×мм <sup>2</sup>	Удельное сопротивление, $\rho$ Ом×мм <sup>2</sup> /м	Удельный вес, $d$ г/см <sup>3</sup>
Алюминий	38	0,028	2,7
Медь	58	0,0175	8,9
Сталь	7,7	0,13	7,8

19. Сопротивление провода при температурах 20<sup>0</sup>С и 100<sup>0</sup>С равно соответственно 6,1 и 9,0 Ом. Определите среднее значение температурного коэффициента сопротивления этого провода и укажите, какому металлу оно соответствует. Чему равно сечение провода, если его длина 1000 м? Изменением размеров провода при изменении температуры пренебрегите.

20. Мощность, потребляемая электронагревательным элементом при напряжении 220 В, равна 500 Вт. Подсчитайте длину требующейся для изготовления этого элемента из нихромовой и константовой проволок диаметром 0,2 мм. Нагревательный элемент из константана работает при температуре 400<sup>0</sup>С, элемент из нихрома при температуре 900<sup>0</sup>С.

	Удельное сопротивление $\rho$ при 20 <sup>0</sup> С, Ом×мм <sup>2</sup> /м	Температурный коэффициент $TK_R$ при 20 <sup>0</sup> С, 1/град
Константан	0,45 ÷ 0,52	(0,3 ÷ 0,5) · 10 <sup>-5</sup>

Нихром	1,00 ÷ 1,27	$(12 \div 17) \cdot 10^{-5}$
--------	-------------	------------------------------

21. Цилиндрический стержень длиной 20 мм и диаметром 20 мм зажат между электродами, к которым подведено напряжение 1000 В. Определить ток и потери мощности в стержне, если удельное объемное сопротивление материала стержня  $\rho_v = 5 \cdot 10^8 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ , а удельное поверхностное сопротивление равно  $\rho_s = 5 \cdot 10^{10} \text{ Ом}$ .

22. Постройте график зависимости диэлектрической проницаемости пористого полистирола от его объемной массы, имея в виду, что для сплошного (не имеющего пор) полистирола диэлектрическая проницаемость равна 2,5, а его плотность  $1050 \text{ кг/м}^3$ .

23. Определите удельное объемное сопротивление эпоксидной смолы, используемой в качестве диэлектрика в плоском конденсаторе, и потери мощности в нем, если известно, что ток через конденсатор при постоянном напряжении 1 кВ равен  $2 \cdot 10^{-9} \text{ А}$ . Толщина диэлектрика 1 мм, площадь обкладок (с каждой стороны)  $20 \text{ см}^2$ . Поверхностной утечкой пренебрегите.

24. Определите удельное объемное сопротивление полиамидной смолы, используемой в качестве диэлектрика в плоском конденсаторе, и потери мощности в нем, если известно, что ток через конденсатор при постоянном напряжении 10 кВ равен  $5 \cdot 10^{-7} \text{ А}$ . Толщина диэлектрика 0,2 мм; площадь обкладок (с каждой стороны)  $25 \text{ см}^2$ . Поверхностной утечкой пренебрегите.

25. На две противоположные грани кубика из полистирола с ребром 15 мм нанесены слои металла, служащие электродами, через которые кубик включен в электрическую цепь. Определите величину установившегося тока через кубик и потери мощности в нем при постоянном напряжении 5 кВ. Удельное объемное сопротивление полистирола равно  $10^{14} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ , а удельное поверхностное сопротивление –  $10^{16} \text{ Ом}$ .

26. На две противоположные грани кубика из микалекса с ребром 20 мм нанесены слои металла, служащие электродами, через которые кубик включен в электрическую цепь. Определите величину установившегося тока через кубик и потери мощности в нем при постоянном напряжении 2 кВ; удельное объемное сопротивление микалекса равно  $10^{10} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ , а удельное поверхностное сопротивление –  $5 \times 10^{10} \text{ Ом}$ .

27. На две противоположные грани кубика из политрифтор-хлорэтилена (фторопласта–3) с ребром 10 мм нанесены слои металла, служащие электродами, через которые кубик включен в электрическую цепь. Определите величину установившегося тока через кубик и потери мощности в нем при постоянном напряжении 2 кВ. Удельное объемное сопротивление фторопласта – 3 равно  $10^{15} \text{ Ом} \cdot \text{м}$ , а удельное поверхностное сопротивление –  $10^{16} \text{ Ом}$ .

28. На рисунке (рис.1.1) изображена зависимость удельного объемного сопротивления фенолоформдегидной смолы от температуры. Определите

температурный коэффициент объемного сопротивления для фенолоформдегидной смолы при температуре 0 и 80 °С .

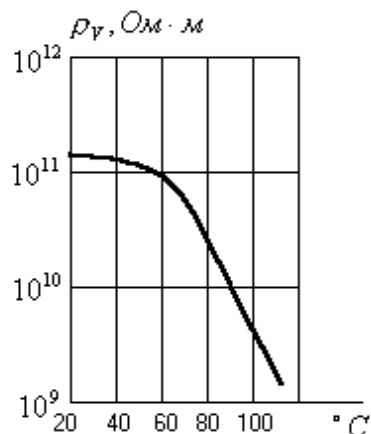


Рис. 1.1. Зависимость удельного объемного сопротивления фенолоформдегидной смолы от температуры

29. Коаксиальный кабель со сплошной полиэтиленовой изоляцией имеет диаметр центрального проводника 2,6 мм и внутренний диаметр центрального проводника 9,4 мм. Определите емкость (в микрофарадах на метр длины кабеля) между внутренним и внешним проводниками, а также диэлектрические потери (в ваттах на метр длины кабеля) при напряжении 100В и двух значениях частоты: 800 кГц и 8 МГц. Диэлектрическая проницаемость полиэтилена равна 2,3, а  $\text{tg } \delta = 0,0003$ .

30. Диэлектрик конденсатора представляет собой тесную смесь двух керамических материалов типа термоконда С-III на основе станната кальция и титаната магния и типа термоконда Т-20 на основе титаната циркония. Каково должно быть соотношение составных частей, чтобы температурный коэффициент диэлектрической проницаемости смеси был равен нулю? Чему равна диэлектрическая проницаемость такой смеси?

Примите для термоконда С-III  $\epsilon = 16$  и  $TK = +0,3 \cdot 10^{-4} \text{ град}^{-1}$ , для термоконда Т-20  $\epsilon = 20$  и  $TK = -0,5 \cdot 10^{-4} \text{ град}^{-1}$ .

31. Конденсатор (диэлектрик – слюда с диэлектрической проницаемостью 7) был заряжен до напряжения 500 В, после чего источник напряжения был отключен. Через 40 минут разность потенциалов на обкладках конденсатора оказалась равной 100 В. Определите постоянную времени саморазряда конденсатора и удельное объемное сопротивление его диэлектрика. Поверхностной утечкой при расчетах пренебрегите.

32. . Определите сопротивление изоляции конденсатора, если через 20 секунд после отключения его от источника питания разность потенциалов на обкладках уменьшилась на 5%. Емкость конденсатора равна 2 мкФ.

33. Определите сопротивление изоляции коаксиального кабеля длиной 5 км, если диаметр центрального проводника равен 5 мм, а внутренний диаметр внешнего проводника 18 мм. Изоляция выполнена из полиэтилена с

удельным объемным сопротивлением  $10^{14}$  Ом·м и поверхностным удельным сопротивлением  $10^{15}$  Ом.

34. На рисунке (рис 1.2) изображена зависимость удельного объемного сопротивления полиэтилена от температуры. Постройте график зависимости температурного коэффициента удельного объемного сопротивления полиэтилена от температуры для полиэтилена.

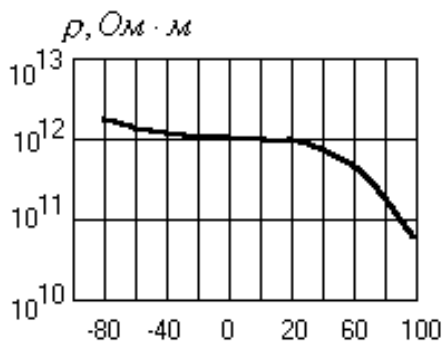


Рис 1.2. Зависимость удельного объемного сопротивления полиэтилена от температуры

35. . Определите размеры (сечение, диаметр) алюминиево-медной проволоки (алюминий внутри медь снаружи), предназначенной для замены медной проволоки сечением  $10 \text{ мм}^2$ , обладающей той же проводимостью. Примите, что сечение меди составляет 20% от общего сечения алюминиево-медной проволоки.

36. Сопротивление провода при температуре 20 и  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  соответственно равно 8,1 Ом и 9,0 Ом. Определите среднее значение температурного коэффициента удельного сопротивления материала этого провода. Укажите, какому материалу оно примерно может соответствовать. Изменением размеров провода при изменении температуры пренебречь.

37. Сопоставьте размеры и вес алюминиевой проволоки сечением  $6 \text{ мм}^2$  и биметаллической проволоки (сталь-медь), имеющей ту же длину и проводимость, что и алюминиевая проволока. Примите сечение меди в биметаллической проволоке равным сечению стали.

38. Определите температурный коэффициент удельного сопротивления технически чистого железа при температурах 0, 400,  $900 \text{ }^\circ\text{C}$  воспользовавшись приведенными на рисунке 1.3 графиком зависимости удельного сопротивления железа от температуры.



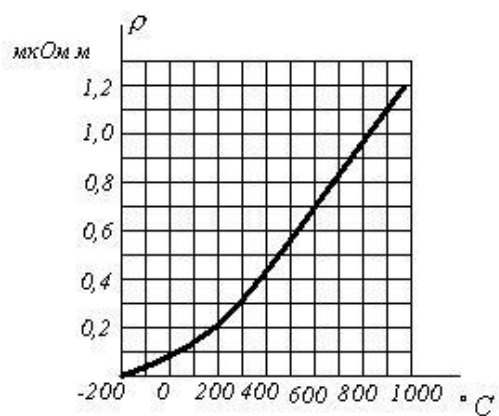


Рис. 1.3. график зависимости удельного сопротивления железа от температуры

39. На рисунке 1.4 изображена зависимость удельного сопротивления совола от температуры. Кривая 1 соответствует тщательно очищенному соволу; кривая 2 – соволу заводского изготовления. Определите температурный коэффициент (ТК) удельного сопротивления той и другой жидкости при температурах 40° и 70°С 40.

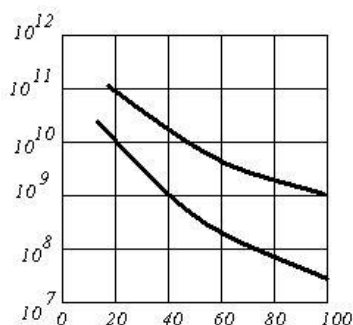


Рис.1.4 Зависимость удельного сопротивления совола от температуры

### Методические указания для решения задач модуля 1

Рекомендации для решения задач модуля 1 приведены в пособии для практических занятий: Методическое пособие для решения задач по курсу «Электроматериаловедение». Методические указания для решения задач для студентов специальности 100400 – «Электроснабжение» / Сост. Г. Н. Чистяков, Н. И. Зубков: КГТУ, Красноярск, 2002, 9 с, Чистяков, Геннадий Николаевич. Электротехническое и конструкционное материаловедение. Практические занятия [Электронный ресурс] : методические указания / Г. Н. Чистяков ; Сиб. федер. ун-т; ХТИ - филиал СФУ. - Электрон. текстовые дан. Электрон. граф. дан. ( файла : 0,62 Мбайтов). - Абакан : ХТИ - филиал СФУ, 2018.

Зачет проводится в форме индивидуальной защиты – решения задачи из предложенного перечня задач к зачету, но преподаватель может давать и иные, не включенные с данной список задачи по изучаемой дисциплине первого модуля.

Преподаватель в начале семестра выдает обучающимся примерные задачи для зачета.

Обучающийся должен вовремя прибыть на зачет с зачетной книжкой, письменными принадлежностями. При необходимости и возникновения необходимости может воспользоваться методическими указаниями для решения задач, обучающийся может использовать время 30 минут для подготовки решения. Пользоваться учебниками, книгами, пособиями, записями и конспектами лекции на зачете разрешается. В период учебных занятий (лекций и практических занятий, а также зачета) запрещено пользоваться мобильной связью.

На зачете обучающемуся следует кратко и аргументировано изложить решение задачи. Обучающийся должен быть готов и к дополнительным (уточняющим) вопросам, которые может задать преподаватель. Также учитывается активность обучающегося в течение всего семестра и степень освоения изучаемого материала.

#### **Критерии оценивания:**

– оценка «зачтено» выставляется, если задача решена верно (все основные формулы приведены с числовыми значениями).

– оценка «незачтено» выставляется, если задача нерешена (обучающийся не понимает сути задачи, приводит не верное решение), использует в качестве формул собственные ошибочные выкладки.

#### **Эталон верного ответа:**

Решение задачи соответствует методике в методических указаниях: Методическое пособие для решения задач по курсу «Электроматериаловедение». Методические указания для решения задач для студентов специальности 100400 – «Электроснабжение» / Сост. Г. Н. Чистяков, Н. И. Зубков: КГТУ, Красноярск, 2002, 9 с.,

Чистяков, Геннадий Николаевич. Электротехническое и конструкционное материаловедение. Практические занятия [Электронный ресурс] : методические указания / Г. Н. Чистяков ; Сиб. федер. ун-т; ХТИ - филиал СФУ. - Электрон. текстовые дан. Электрон. граф. дан. ( файла : 0,62 Мбайтов). - Абакан : ХТИ - филиал СФУ, 2018.

## ***Вопросы к защите лабораторных работ***

Вопросы к защите лабораторных работ приведены после каждой лабораторной работы в лабораторном практикуме: Коловский, А. В. Электротехническое и конструкционное материаловедение. Электротехнические материалы : лабораторный практикум / А. В. Коловский . - Абакан : РИС ХТИ - филиала СФУ, 2012. - 120 с.

### **Методические рекомендации по защите лабораторных работ:**

Защита лабораторных работ проводится в устной форме по вопросам к данной лабораторной работе из лабораторного практикума: Коловский, А. В. Электротехническое и конструкционное материаловедение. Электротехнические материалы : лабораторный практикум / А. В. Коловский . - Абакан : РИС ХТИ - филиала СФУ, 2012. - 120 с.

### **Критерии оценивания:**

– работа считается защищенной, если ответ на поставленный вопрос достаточно полный и правильный.

### **Эталон верного ответа:**

Эталон правильного ответа на вопрос приведен в теоретическом материале: Коловский, А. В. Электротехническое и конструкционное материаловедение. Электротехнические материалы : лабораторный практикум / А. В. Коловский . - Абакан : РИС ХТИ - филиала СФУ, 2012. - 120 с.,

## **2.2 Оценочные средства для промежуточной аттестации**

### **1. Вопросы к зачету**

1. Виды диэлектриков. Применение твердых диэлектриков в энергетике.
2. Диэлектрическая проницаемость материалов.
3. Тангенс угла диэлектрических потерь.
4. Диэлектрические потери.
5. Элементарные процессы в газе. Лавина, стример, лидер.
6. Пробой жидкостей.
7. Электрический пробой твердых диэлектриков.
8. Тепловые испытания материалов.
9. Проводимость жидкостей и электролитов.
10. Смачиваемость, влагопроницаемость.
11. Определение стойкости к внешним электрическим воздействиям.
12. Определение электрической прочности.
13. Диэлектрическая проницаемость и электрические поля в диэлектриках.

14. Природные факторы старения.
15. Температурный коэффициент относительной диэлектрической проницаемости.
16. Зависимости электрической прочности газов от температуры, давления и влажности.
17. Техногенные факторы старения материалов.
18. Понятие температуры. Характерные температуры (плавления, кипения, Кюри, и т.п.).
19. Температуростойкость материалов. Теплостойкость материалов.
20. Жидкие диэлектрики. Используемые и перспективные жидкие диэлектрики.
21. Особенности электропроводности для различных агрегатных состояний.
22. Электрофизические характеристики материалов. Электропроводность.
23. Общая теория сверхпроводимости.
24. Основное уравнение электропроводности.
25. Электропроводность проводников, полупроводников и диэлектриков. Зонная теория электропроводности.
26. Современные сверхпроводниковые материалы. Сверхпроводящая керамика.
27. Принцип сверхпроводимости. Влияние магнитного поля и температуры. Эффект Мейснера.
28. Теплоемкость, теплопроводность, температурные коэффициенты материалов.
29. Общие свойства проводников. Температурный коэффициент сопротивления, потери, нагрев проводников.
30. Резистивные материалы. Углеродные композиты, бетэл, ЭКОМ, электропроводящие полимеры.
31. Материалы с малым температурным коэффициентом сопротивления. Материалы для термопар.
32. Материалы для проводов. Медь, алюминий. Материалы для контактов.

#### **Методические рекомендации по проведению зачёта:**

Зачет проводится в форме индивидуальной защиты - ответа на вопрос из предложенного перечня вопросов к зачету, но преподаватель может задавать и иные не включенные с данным список вопросы по изучаемой дисциплине.

Преподаватель в начале семестра выдает обучающимся примерные вопросы для зачета.

Обучающийся должен вовремя прибыть на зачет с зачетной книжкой, письменными принадлежностями. При необходимости и возникновения необходимости обдумывания ответа на вопрос обучающийся может

использовать время 3-5 минут для подготовки ответа. Пользоваться учебниками, книгами, пособиями, записями и конспектами лекции на зачете не разрешается. В период учебных занятий (лекций и семинаров, а также зачета) запрещено пользоваться мобильной связью.

На зачете обучающемуся следует кратко и аргументировано изложить ответы на поставленные преподавателем вопросы. Обучающийся должен быть готов и к дополнительным (уточняющим) вопросам, которые может задать преподаватель. Так же учитывается активность обучающегося в течение всего семестра и степень освоения изучаемого материала.

### **Критерии оценивания:**

оценка «ЗАЧТЕНО» выставляется, если ответ полный (все основные аспекты вопроса затронуты и освещены), использован не один литературный источник, речь четкая, логичная, проведен анализ изученного материала.

оценка «НЕЗАЧТЕНО» выставляется, если тема не раскрыта (обучающийся не понимает сути вопроса, говорит не о том), использует в качестве источника собственные поверхностные либо ошибочные рассуждения, речь сбивчивая, понятийный аппарат не употребляется, объем ответа не превышает нескольких предложений.

## ***2. Вопросы к экзамену***

1. Что такое материал, материаловедение, электротехническое и конструкционное материаловедение?
2. Роль материалов в современной технике, в частности в энергетике.
3. Диаграмма состояния сплавов железо-углерод.
4. Основные типы материалов, применяемых в энергетике и электротехнике, композиционные материалы.
5. Затвердевание металлических материалов. Термические кривые охлаждения при кристаллизации металлов.
6. Затвердевание металлических материалов. Термические кривые при затвердевании металлов. Правило фаз.
7. Полиморфные превращения в металлах.
8. Диаграмма состояния систем с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии с эвтектическими и перетектическими превращениями.

### Механические испытания

9. Диаграммы состояния системы, образующей химические соединения. Понятие о трехкомпонентных системах.
10. Кривые охлаждения и анализ фазовых превращений железоуглеродистых сплавов.
11. Диаграмма состояния систем с полной растворимостью компонентов в твердом растворе. Кривые охлаждения и анализ фазовых превращений железоуглеродистых сплавов.

12. Строение и свойство чугунов. Диаграмма состояния железо графит. Фазовые превращения в чугунах.

13. Сварка и пайка металлов. Наклеп. Ковкость.

14. Классификация и маркировка сталей. Область применения.

15. Цветные металлы и сплавы. Маркировка сплавов и их составляющие.

16. Бетон. Железобетон.

17. Чугуны с пластинчатым, шаровидным, вермикулярным и хлопьевидным графитом: ЧПГ, ЧШВ, ЧВГ, ЧХГ. Механические свойства чугунов. Антифрикционные и легированные чугуны.

18. Углеродистые и легированные стали. Строение и свойства сталей. Влияние углерода и постоянных примесей на структуру и свойства сталей.

#### Диэлектрики

19. Виды диэлектриков. Применение твердых диэлектриков в энергетике.

20. Диэлектрическая проницаемость материалов.

21. Тангенс угла диэлектрических потерь.

22. Диэлектрические потери.

23. Элементарные процессы в газе. Лавина, стример, лидер.

24. Пробой жидкостей.

25. Электрический пробой твердых диэлектриков.

26. Тепловые испытания материалов.

27. Проводимость жидкостей и электролитов.

28. Смачиваемость, влагопроницаемость.

29. Определение стойкости к внешним электрическим воздействиям.

30. Определение электрической прочности.

31. Диэлектрическая проницаемость и электрические поля в диэлектриках.

32. Природные факторы старения.

33. Температурный коэффициент относительной диэлектрической проницаемости.

34. Зависимости электрической прочности газов от температуры, давления и влажности.

35. Техногенные факторы старения материалов.

36. Понятие температуры. Характерные температуры (плавления, кипения, Кюри, и т.п.).

37. Температуростойкость материалов. Теплостойкость материалов.

38. Жидкие диэлектрики. Используемые и перспективные жидкие диэлектрики.

#### Проводники

39. Особенности электропроводности для различных агрегатных состояний.

40. Электрофизические характеристики материалов. Электропроводность.

41. Общая теория сверхпроводимости.

42. Основное уравнение электропроводности.
43. Электропроводность проводников, полупроводников и диэлектриков. Зонная теория электропроводности.
44. Современные сверхпроводниковые материалы. Сверхпроводящая керамика.
45. Принцип сверхпроводимости. Влияние магнитного поля и температуры. Эффект Мейснера.
46. Теплоемкость, теплопроводность, температурные коэффициенты материалов.
47. Общие свойства проводников. Температурный коэффициент сопротивления, потери, нагрев проводников.
48. Резистивные материалы. Углеродные композиты, бетэл, ЭКОМ, электропроводящие полимеры.
49. Материалы с малым температурным коэффициентом сопротивления. Материалы для термопар.
50. Материалы для проводов. Медь, алюминий. Материалы для контактов.

#### Полупроводники

51. Полупроводники и их применение.
52. Электропроводность полупроводников и слабопроводящих материалов.
53. Основные эффекты в полупроводниках и их применение.
- #### Магнитные материалы
54. Классификация веществ по магнитным свойствам.
55. Магнитная проницаемость и магнитные поля. Плоское и цилиндрическое поля.
56. Общие характеристики магнитных материалов.
57. Природа ферромагнетизма. Доменная структура.
58. Намагничивание магнитных материалов (кривая намагничивания).
59. Магнитный гистерезис.
60. Виды магнитных материалов. Применение магнитных материалов в энергетике. Свойства наиболее применяемых материалов. Электротехнические стали. Ферриты. Магнитодиэлектрики.

#### **Методические рекомендации по проведению экзамена:**

Экзамен проводится в письменной форме по экзаменационным билетам при наличии выполненных и защищенных лабораторных работ. В билете два вопроса из выше приведенного списка и одна задача из приведенных к зачету.

#### **Критерии оценивания:**

– оценка «отлично» выставляется, если ответ на два вопроса полный (все основные аспекты вопроса затронуты и освещены), правильно решена задача.

- оценка «хорошо» выставляется, если ответ на два вопроса неполный (но ответы сформулированы), правильно решена задача.

- оценка «удовлетворительно» выставляется, если ответ на два вопроса неполный (но ответы сформулированы), использована правильная методика решения задачи.

- оценка «неудовлетворительно» выставляется, если ответ на два вопроса неполный (не сформулированы ответы), использована неправильная методика решения задачи.

### **Эталон верного ответа:**

Эталон правильного ответа на вопросы приведен в литературе [1,2].

1. Электротехнические и конструкционные материалы : учебное пособие для студентов сред. проф. образования.; допущено МО РФ / ред. : В. А. Филиков. - 3-е изд., исправленное. - М. : Академия, 2007. - 280 с.

2. Журавлева, Л. В. Электроматериаловедение : учебник.; допущено Экспертным советом по профессиональному образованию Минобрнауки России / Л. В. Журавлева. - 7-е изд., испр. и доп. - М. : Академия, 2012. - 352 с. - (Начальное профессиональное образование).

3. Коловский, А. В. Электротехническое и конструкционное материаловедение. Электротехнические материалы : лабораторный практикум / А. В. Коловский . - Абакан : РИС ХТИ - филиала СФУ, 2012. - 120 с.

4. Чистяков, Геннадий Николаевич. Электротехническое и конструкционное материаловедение [Электронный ресурс] : курс лекций / Г. Н. Чистяков ; Сиб. федер. ун-т; ХТИ - филиал СФУ. - Электрон. текстовые дан. Электрон. граф. дан. ( файла : 1,98 Мбайтов). - Абакан : ХТИ - филиал СФУ, 2018.

5.

Эталон правильного решения задачи приведен в литературе:

1. Методическое пособие для решения задач по курсу «Электроматериаловедение». Методические указания для решения задач для студентов специальности 100400 – «Электроснабжение» / Сост. Г. Н. Чистяков, Н. И. Зубков: КГТУ, Красноярск, 2002, 36 с.,

2. Чистяков, Геннадий Николаевич. Электротехническое и конструкционное материаловедение. Практические занятия [Электронный ресурс] : методические указания / Г. Н. Чистяков ; Сиб. федер. ун-т; ХТИ - филиал СФУ. - Электрон. текстовые дан. Электрон. граф. дан. ( файла : 0,62 Мбайтов). - Абакан : ХТИ - филиал СФУ, 2018.,

3. Чистяков, Геннадий Николаевич. Электротехническое и конструкционное материаловедение. Самостоятельная работа [Электронный ресурс] : методические указания / Г. Н. Чистяков ; Сиб. федер. ун-т; ХТИ - филиал СФУ. - Электрон. текстовые дан. Электрон. граф. дан. ( файла : 0,33 Мбайтов). - Абакан : ХТИ - филиал СФУ, 2018.



Разработчик



*подпись*

Г. Н. ЧИСТЯКОВ

*инициалы, фамилия*