



Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Директор института

Фонд оценочных средств
(приложение к рабочей программе модуля)
**«ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЕ И КОНСТРУКЦИОННОЕ
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ»**

основной профессиональной образовательной программы бакалавриата
по направлению подготовки

13.03.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

ИНСТИТУТ

морских технологий, энергетики и строительства

РАЗРАБОТЧИК

кафедра энергетики

1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

1.1 Результаты освоения дисциплины

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями
ОПК-5: Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности	Электротехническое и конструкционное материаловедение	<p><u>Знать:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - классификацию электротехнических материалов, закономерности развития процессов электропроводности в проводниках, полупроводниках и диэлектриках, особенности явлений поляризации в диэлектриках и намагничивания в магнитных материалах; - основные свойства конструкционных и электротехнических материалов, применяемых при изготовлении, ремонте, эксплуатации и техническом обслуживании оборудования; - сущность явлений, происходящих в материалах в условиях эксплуатации электрооборудования; <p><u>Уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - анализировать свойства и определять основные показатели электротехнических и конструкционных материалов, применяемых в электроэнергетике; - использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов при расчетах параметров электрооборудования; - осуществлять подбор материалов для использования в электротехнических устройствах; <p><u>Владеть:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - методами анализа и моделирования электрооборудования с учетом свойств используемых в нем материалов; - навыками выбора необходимых материалов для проведения технического обслуживания электрооборудования объектов профессиональной деятельности.

1.2 К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания открытого и закрытого типов;
- задания к расчетно-графической работе.

Промежуточная аттестация проходит в форме экзамена.

К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине относятся:

- экзаменационные задания по дисциплине, представленные в виде тестовых заданий.

1.3 Критерии оценки результатов освоения дисциплины

Универсальная система оценивания результатов обучения включает в себя системы оценок: 1) «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»; 2) 100 – балльную/процентную систему и правило перевода оценок в пятибалльную систему (табл. 2).

Таблица 2 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
1 Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может корректно связывать между собой (только некоторые из них может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
2 Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
3 Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
			новые релевантные задаче данные	поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
4 Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

2 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Компетенция ОПК-5: Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности.

Тестовые задания открытого типа

1. Воображаемой пространственной сеткой, в узлах которой расположены атомы называется _____

Ответ: кристаллическая решетка

Вопрос 2. Способность металлов передавать тепло от более нагретых к менее нагретым участкам называется _____

Ответ: теплопроводность

3. Назначение трансформаторного масла _____

Ответ: изоляция и охлаждение обмоток

4. Зависимость свойств от направления в кристалле называется _____

Ответ: анизотропия

5. С ростом температуры электрическое сопротивление проводников _____

Ответ: возрастает

6. Сплавы на основе меди, в которых основным легирующим элементом является цинк

называются _____

Ответ: латунь

7. При увеличении поперечного сечения проводника его сопротивление

Ответ: уменьшится

8. Химическое разрушение металлов под действием на их поверхность внешней агрессивной среды называют: _____

Ответ: коррозия

9. При увеличении длины проводника его удельное сопротивление

Ответ: не изменится

10. Температура, при которой совершается переход материала в сверхпроводящее состояние, называется: _____

Ответ: критической температурой

11. Удельное сопротивление проводника, если: $R=2,0$ Ом, $l=0,8$ км, $S=16$ мм² _____

Ответ: 40 Ом*мм² /м

12. Электрические щетки (в электрических машинах) изготавливают на основе:

_____+

Ответ: графита

13. Явление, заключающееся в том, что при изменении состояния намагниченности тела его объём и линейные размеры изменяются, называется:

Ответ: 4. магнитострикция

14. Химическая формула элегаза: _____

Ответ: 3. SF₆

15. Материал, электрическое сопротивление которого при понижении температуры до некоторой величины температуры становится равным нулю, называется: _____

Ответ: сверхпроводник

16. Сплавы на основе меди, в которых основными легирующими элементами являются олово, алюминий, железо и другие элементы называются: _____

Ответ: бронзами

17. Способность диэлектрика образовывать электрическую ёмкость определяет: _____

Ответ: диэлектрическая проницаемость

18. Металлы, удельное сопротивление которых при охлаждении снижается плавно, без скачков, и достигает малых значений при криогенных температурах, называются: _____

Ответ: криопроводники

19. Вещества, предназначенные для удаления оксидов с паяемых или свариваемых поверхностей, снижения поверхностного натяжения и улучшения растекания жидкого припоя называются: _____

Ответ: флюс

20. Полупроводники, основной состав которых образован атомами одного химического элемента (германий, кремний, селен, теллур), относятся к _____ полупроводникам

Ответ: простым

21. Величина напряженности внешнего магнитного поля, которая необходима, чтобы индукция внутри ферромагнетика стала равной нулю, называется _____

Ответ: коэрцитивная сила

22. Проводимость, вызванная действием света, называется: _____

Ответ: фотопроводимость

23. Полупроводниковый диод, излучающий свет при прохождении через него прямого тока: _____

Ответ: светодиод

24. Электроны находящиеся на внешнем, а иногда и на предпоследнем электронном слое атома и способные принимать участие в образовании химических связей, называются: _____

Ответ: валентными

25. Молекула, у которой связующее электронное облако распределяется симметрично между ядрами обоих атомов, называется: _____

Ответ: неполярная

26. Произведение заряда на плечо диполя, называется: _____

Ответ: дипольный момент

27. Согласно зонной теории существуют следующие зоны: _____

Ответ: валентная, запретная, проводимости

28. Из-за поверхностного эффекта плотность переменного тока оказывается наибольшей возле _____ проводника

Ответ: поверхности

29. Процесс образования неразъемного соединения различных материалов путём введения

между этими материалами расплавленного другого материала — припоя, который имеет более низкую температуру плавления, чем соединяемые материалы, называется

Ответ: пайкой

30. Процесс ограниченного смещения зарядов внутри диэлектрика под действием электрического поля, называется _____

Ответ: поляризацией

Тестовые задания закрытого типа

31. Основные свойства магнитомягких материалов:

1. **легко намагничиваются и перемангничиваются, имеют узкую петлю гистерезиса**
2. легко намагничиваются и длительное время сохраняют состояние намагниченности
3. с трудом намагничиваются и длительное время сохраняют состояние намагниченности
4. с трудом намагничиваются и длительное время сохраняют состояние намагниченности, имеют узкую петлю гистерезиса

32. К магнитным материалам относятся:

1. **железо, никель, кобальт, сплавы на основе технически чистого железа**
2. медь, алюминий, бронза и их сплавы
3. тантал калий, германий и их сплавы
4. кальций, селен, кремний, и их сплавы

33. Группа электротехнических материалов, к которой относится кремний:

1. **полупроводниковые материалы**
2. проводниковые материалы
3. магнитные материалы
4. диэлектрические материалы

34. Материалы с наибольшим удельным сопротивлением:

1. полупроводники
2. **диэлектрики**
3. магнитные материалы
4. проводники

35. Недостаток дерева как диэлектрика:

1. высокая цена
2. низкие механические характеристики
3. **гигроскопичность**
4. плохая адгезия

36. Материал с более высокой удельной проводимостью:

1. константан
2. **медь**
3. фехраль
4. манганин

37. Вещества, которые относятся к проводникам второго рода:

1. металлические расплавы
2. твердые металлы
3. естественно жидкие металлы
4. **электролиты**

38. Проводниковые материалы, которые применяют в качестве токоведущих жил силовых кабелей:

1. вольфрам, серебро
2. свинец, марганец
3. никель, железо, сталь
4. **медь, алюминий**

39. Сегнетоэлектрики обладают:

1. **большим значением диэлектрической проницаемости**
2. высокой нагревостойкостью
3. высокой водостойкостью и газонепроницаемостью
4. хорошей адгезией

40. Для изготовления изоляторов используют:

1. стеклоэмали
2. **фарфор**
3. стекловолокно
4. олово

3 ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ НА РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКУЮ РАБОТУ

3.1 Учебным планом предусмотрено выполнение расчетно-графической работы.

В рамках расчетно-графической работы студентам требуется:

- 1) рассчитать емкость конденсатора;
- 2) определить число последовательно включенных секций;
- 3) рассчитать число и размеры параллельных секций;
- 4) вычислить диэлектрические потери и потери в обкладках конденсатора.

3.2 Расчет емкости конденсатора проводится в следующем порядке.

3.2.1 Определение емкости конденсатора

При соединении сборных секций конденсатора в треугольник на каждую из них будет действовать линейное напряжение. Тогда требуемая емкость одной сборки $C_{сб\Delta}$ может быть найдена из следующей формулы реактивной мощности:

$$Q_{\Delta} = 3U_{\text{н}}^2 \omega C_{сб\Delta}, \quad (1)$$

При соединенииборок в звезду реактивная мощность конденсатора равна:

$$Q_{*} = 3 \cdot \left(\frac{U_{\text{н}}}{\sqrt{3}}\right)^2 \omega \cdot C_{сб*} = U_{\text{н}}^2 \cdot \omega \cdot C_{сб*} \quad (2)$$

Из формул (1) и (2) следуют выражения для соответствующих емкостей $C_{сб\Delta}$ и $C_{сб*}$. Они равны:

$$C_{сб\Delta} = \frac{Q_{*}}{3 \cdot U_{\text{н}}^2 \cdot \omega}, \quad (3)$$

и

$$C_{сб*} = \frac{Q_{*}}{U_{\text{н}}^2 \cdot \omega}, \quad (4)$$

Здесь $\omega = 2\pi f$ - угловая частота напряжения в сети f - частота напряжения, обычно равная 50 Гц).

При рассмотрении следующих этапов расчетов необходимо учитывать способ соединения сборных секций, мы далее для определенности будем полагать, что сборки секций конденсатора соединены в треугольник. Однако это не отразится ни на порядке расчета, ни на используемых при его проведении формулах.

3.2.2 Определение числа последовательно включенных секций

Для заданной толщины бумаги δ_1 и принятого числа ее слоев n_1 между обкладками конденсатора можно по расчетной рабочей напряженности поля $E_{\text{раб.р.}}$, характерной для заданного типа изоляционной конструкции, найти расчетное число последовательно включенных секций $n_{\text{посл.р.}}$. Оно равно:

$$n_{\text{посл.р.}} = \frac{U_{\text{раб}}}{E_{\text{раб.р.}} \cdot n_1 \cdot \delta_1}, \quad (5)$$

Число $n_{\text{посл.р.}}$, найденное по формуле (5), следует затем принять равным ближайшему целому числу. Замена расчетного числа $n_{\text{посл.р.}}$ ближайшим целым числом $n_{\text{посл.}}$ требует соответствующего пересчета величины $E_{\text{раб}}$ по формуле

$$E_{\text{раб}} = \frac{U_{\text{раб}}}{n_{\text{посл.}} \cdot n_1 \cdot \delta_1}. \quad (6)$$

Тогда с учетом $E_{\text{раб}}$ рабочее напряжение отдельной секции $U_{\text{с.раб}}$ будет равно:

$$U_{\text{с.раб.}} = E_{\text{раб}} \cdot n_1 \cdot \delta_1 \quad (7)$$

3.2.3 Расчет размеров и числа параллельных секций

Отдельная секция конденсатора с бумажно-жидкостной изоляцией обычно представляет собой рулон из двух фольговых электродов, между которыми укладывается несколько слоев бумаги (или пленки). Оптимальным считается размещение между электродами 6-10 слоев бумаги. Сначала фольга и бумага вместе сворачиваются в круглые рулоны, а затем они спрессовываются в овальные секции. Толщина спрессованной секции обозначается Δ_c ; длина секции, обозначаемая b , примерно равна ширине фольги, а ширина секции обозначается h . По заданным в задании величинам Δ_c , b и h определим длину закраин ΔL , т.е. линейный размер, на который изоляционный материал выступает за край одной из обкладок конденсатора для предотвращения ее контакта с другой обкладкой или перекрытия по поверхности диэлектрика. Она находится по формуле:

$$\Delta L = k_3 U_{\text{исп.с.}} + L_1, \quad (8)$$

где k_3 - коэффициент закраины, при работе секции в жидком диэлектрике он принимается равным $k_3=1,5 - 2,5$ м/МВ (при проведении расчетов принять k_3 равным 1,5 м/МВ); $U_{\text{исп.с.}}$ - испытательное напряжение, приходящееся на одну секцию конденсатора; L_1 - технологическое увеличение размера закраин, обусловленное возможным смещением обкладок относительно изолирующей бумаги при изготовлении секций; величина L_1 выбирается в зависимости от технологии изготовления конденсаторов в пределах от 0,5 до 10 мм (в расчетах принять $L_1 = 5$ мм).

Величина испытательного напряжения секции $U_{\text{исп.с.}}$ определяется по испытательному напряжению всего конденсатора $U_{\text{исп.к.}}$, которое примем равным $2,2 U_{\text{раб}}$, тогда

$$U_{\text{исп.с.}} = 2.2 \cdot \frac{U_{\text{раб}}}{n_{\text{посл}}}, \quad (9)$$

С учетом (9) по выражению (8) величина закраин ΔL равна:

$$\Delta L = 2.2 \cdot \frac{U_{\text{раб}}}{n_{\text{посл}}} \cdot k_3 + L_1, \quad (10)$$

Относительную диэлектрическую проницаемость изоляционной бумаги, пропитанной трихлордифенилом, находим по формуле:

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon_{r,\text{пр.}}}{1 + \frac{\gamma_\delta}{\gamma_k} k_{\text{запр.}} \left(\frac{\varepsilon_{r,\text{пр.}}}{\varepsilon_{r,\text{к.}}} - 1 \right)}, \quad (11)$$

где $\varepsilon_{r,\text{пр.}}$ и $\varepsilon_{r,\text{к.}}$ - относительные диэлектрические проницаемости соответственно пропитывающего состава (трихлордифенила) и клетчатки (бумаги, поры которой пропитаны жидким диэлектриком); γ_δ и γ_k - соответственно плотность бумаги и плотность клетчатки; $k_{\text{запр.}}$ - коэффициент запрессовки.

Коэффициент запрессовки $k_{\text{запр.}}$ учитывает изменение толщины изоляции в результате прессования цилиндрических заготовок отдельных секций и превращения их в овальные. В принятой для расчета диэлектрической конструкции конденсатора коэффициент $k_{\text{запр.}}$ равен:

$$k_{\text{запр.}} = \frac{n_1 \cdot \delta_1}{\Delta_{\text{из}}}, \quad (12)$$

где n_1, δ_1 - толщина бумаги между обкладками; $\Delta_{из} = \Delta_1 + \Delta_2$ – полная толщина изоляции, которая включает в себя толщину клетчатки Δ_1 , и толщину пропитывающего слоя Δ_2 .

При этом толщина клетчатки равна:

$$\Delta_1 = n_1 \cdot \delta_1 \cdot \left(\frac{\gamma_\delta}{\gamma_k} \right), \quad (13)$$

а толщина пропитывающего слоя может быть найдена из выражения:

$$\Delta_2 = n_1 \cdot \delta_1 \cdot \frac{\left(1 - \frac{\gamma_\delta}{\gamma_k} k_{запр.} \right)}{k_{запр.}}, \quad (14)$$

Обычно коэффициент запрессовки $k_{запр.}$ составляет величину от 0,8 до 0,95. В рамках данной работы он принимается равным величине, определенной индивидуальным заданием без - проведения соответствующих вычислений.

Примем также, что в качестве конденсаторной бумаги используется бумага КОН-1, плотность которой составляет $\gamma_\delta = 1000 \frac{\text{Кг}}{\text{м}^3}$. Плотность клетчатки следует принять равной

$$\gamma_k = 1550 \frac{\text{Кг}}{\text{м}^3}, \text{ а ее относительная диэлектрическая проницаемость равна } \epsilon_{r.к.} = 6,6.$$

Учитывая, что диэлектрическая проницаемость пропитывающего жидкого диэлектрика (трихлордифенила) составляет величину $\epsilon_{r.пр.} = 5,0$, можно провести расчет диэлектрической проницаемости всей изоляции отдельной секции конденсатора ϵ_r по формуле (11).

Далее следует определить расчетную электрическую емкость отдельной секции $C_{с.р.}$, а по ней - расчетное число параллельных секций, необходимых для создания в каждой фазной сборке требуемой емкости $C_{сб.р.}$.

Емкость отдельной секции равна:

$$C_{с.р.} = \epsilon_r \cdot \epsilon_0 (b - 2\Delta L) \left(h - \Delta_c + \frac{\pi}{4} \cdot \Delta_c \cdot k_{запр.} \right) \cdot \frac{\Delta_c \cdot k_{запр.}^2}{n_1 \cdot \delta_1 (n_1 \cdot \delta_1 + \Delta_\phi)}, \quad (15)$$

где Δ_ϕ – толщина фольги, определяемая индивидуальным заданием по курсовой работе; ϵ_0 - электрическая постоянная ($\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м).

Расчетное число параллельных секций сборки $n_{пар.р.}$, позволяющих получить требуемую емкость $C_{сб.р.}$, найдем по формуле:

$$n_{пар.р.} = \frac{C_{сб.р.} \cdot n_{посл.}}{C_{с.р.}}. \quad (16)$$

Результат, полученный по формуле (16), следует округлить до ближайшего целого числа, т.е. принять $n_{пар.р.} = n_{пар.}$. Тогда требуемая емкость отдельной секции тоже должна быть изменена в соответствии с принятым округленным значением числа параллельных секций $n_{пар.}$. Новое значение C_c получим из выражения:

$$C_c = \frac{C_{сб.р.} \cdot n_{посл.}}{n_{пар.}}. \quad (17)$$

Чтобы получить требуемую емкость C_c необходимо изменить один из параметров секции, определяющих ее величину. Изменим толщину секции Δ_c на новое значение Δ_c^* , которую можно вычислить по выражению (15), преобразовав его к квадратному уравнению относительно искомой величины Δ_c^* и взяв положительный корень в его решении.

3.2.4 Вычисление удельных потерь в секциях конденсатора

Все потери энергии в конденсаторе состоят из диэлектрических потерь и потерь от тока, протекающего в обкладках. Оба вида потерь зависят от температуры материалов конденсатора. Поэтому при расчете потерь необходимо задаться температурой в середине спрессованной секции. Выберем три уровня этой температуры: +70, +40 и +10 °С. Следует принять, что при этих температурах величина тангенса угла диэлектрических потерь составит соответственно: $\text{tg}\delta_{70}=0,0023$; $\text{tg}\delta_{40}=0,0019$; $\text{tg}\delta_{10}=0,0021$. Расчет электрических потерь в отдельной секции следует провести по формуле:

$$P_{gt} = U_{c,раб.}^2 \cdot \omega \cdot C_c \cdot \text{tg}\delta_t, \quad (18)$$

где P_{gt} - диэлектрические потери в изоляции при температуре t_0 ; $U_{c,раб.}$ - приложенное к изоляции наибольшее рабочее напряжение на секции; ω - угловая частота; C_c - емкость изоляции отдельной секции; $\text{tg}\delta_t$ - тангенс угла диэлектрических потерь при температуре t .

Таким образом, в расчетах следует принять, что приложенное к секции напряжение равно наибольшему рабочему напряжению $U_{c,раб.}$ и не зависит от времени. Нагревом изоляции от воздействия случайных перенапряжений можно пренебречь из-за их малой продолжительности и сравнительно редкого появления.

Емкость электроизоляционной конструкции с некоторыми можно считать не зависящей от времени и температуры. Вместе с тем, температура изоляции, а также частота переменного тока оказывают существенное влияние на $\text{tg}\delta_t$.

Поэтому при подсчете диэлектрических потерь значение $\text{tg}\delta_t$ должно соответствовать определенной температуре и частоте переменного тока. При вычислениях будем предполагать, что напряжение в сети синусоидально и имеет частоту 50 Гц, а высшие гармоники в его составе отсутствуют. Тогда при расчетах по формуле (17) будет варьировать только величина $\text{tg}\delta_t$, для трех значений которой получим три значения мощности P_{g70} , P_{g40} , P_{g10} .

Потери в обкладках для каждой из температур найдем по формуле:

$$P_{\phi t} = \frac{1}{6} \left(U_c \cdot \omega \cdot \frac{C_c}{n} \right)^2 \cdot \left(\frac{L_a}{(b-2\cdot\Delta L)\cdot\Delta\phi} \right) \cdot \rho_0 \cdot \left(1 + 2 \cdot \alpha_{\phi} \cdot (t - t_0) \right), \quad (19)$$

где L_a - активная длина обкладки секции (см. ниже); n - число закладных отводов от одной обкладки секции, располагаемой на равном расстоянии друг от друга (в расчетах $P_{\phi t}$ принять $n=1$); ρ_0 - удельное сопротивление материала обкладок при температуре t_0 ; α_{ϕ} - температурный коэффициент сопротивления материала обкладок.

Активная длина обкладок L_a находится по величине емкости секции C_c из выражения:

$$L_A = \frac{C_c \cdot \Delta_{из}}{2 \cdot \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r \cdot (b - 2 \cdot \Delta_L)}, \quad (20)$$

Или по формуле (21), полученной из (20) с учетом геометрических и других характеристик секции, найденных в результате предыдущих расчетов:

$$L_a = \frac{k_{запр} \cdot \Delta_c^*}{2(n_1 \delta_1 + \Delta_{\phi})} \cdot \left(h - \Delta_c^* + \frac{\pi}{3} \cdot \Delta_c^* \cdot k_{запр} \right), \quad (21)$$

Величины ρ_{00} и α_{ϕ} необходимые для вычисления потерь в фольге $P_{\phi t}$, приведены в задании. Суммарные потери, имеющие место в отдельной секции конденсатора при температурах 70, 40 и 10 °С, определяются суммированием P_{gt} и $P_{\phi t}$:

$$P_{ct} = P_{gt} + P_{\phi t} \quad (22)$$

Совокупные потери во всех секциях конденсатора получим по формуле:

$$P_{\text{кт}} = n_{\text{посл.}} \cdot n_{\text{пар.}} \cdot P_{\text{ст.}} \quad (23)$$

Удельные тепловыделения в секции, т.е. тепловыделения в единице объема секции найдем из выражения:

$$q_{\text{ст}} = \frac{P_{\text{ст}}}{(b - 2\Delta L) \cdot h \cdot \Delta t_c^*} \quad (24)$$

Этим расчет потерь в секциях конденсатора заканчивается.

3.3 Расчетно-графическая работа оценивается по системе «зачтено / не зачтено». Качественные критерии оценивания контрольной работы приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Критерии оценивания контрольной работы

Оценка	Критерий
«Зачтено»	Методика и порядок расчета верные. Ошибки отсутствуют, либо имеются незначительные вычислительные ошибки.
	Методика и порядок расчета верные. Имеются вычислительные ошибки, обусловленные невнимательностью при расчетах, которые не привели к существенному искажению результата.
	Имеются незначительные ошибки в методологии, ошибки в промежуточных расчетах или выборе коэффициентов, обусловленные неполным пониманием принципа расчета, при этом конечный результат имеет приемлемые отклонения.
«Не зачтено»	Применена неверная методология, нарушен порядок расчета, имеется серьезная системная ошибка, обусловленные непониманием принципа расчета и приведшие к ошибочному результату.

4 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине «Электротехническое и конструкционное материаловедение» представляет собой компонент основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Преподаватель-разработчик – к.т.н И.Е. Кажекин

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен заведующим кафедрой энергетики.

Заведующий кафедрой



В.Ф. Белей

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен методической комиссией ИМТЭС (протокол № 8 от 26.08.2024 г).

Председатель методической комиссии ИМТЭС



О.А. Бельх