

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Институт приборостроения и электротехнических систем
Кафедра электроэнергетики

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института



Тарасенко О.В.

«18» марта 2025 года

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по учебной дисциплине

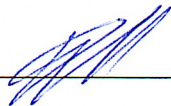
«Электротехнические материалы»

По направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Профиль: «Электроснабжение»

Разработчик:

старший преподаватель кафедры электроэнергетики  Яременко С.П.

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры электроэнергетики
от «11» марта 2025 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой  Половинка Д.В.

Луганск – 2025 г.

**Комплект оценочных материалов по дисциплине
«Электротехнические материалы»**

Задания закрытого типа

Задание закрытого типа на выбор правильного ответа

Выберите один или несколько правильных ответов:

1. Назовите тепловую характеристику материалов:

- А) нагревостойкость;
- Б) водопоглощение;
- В) поляризация;
- Г) сверхпроводимость;
- Д) правильный вариант отсутствует.

Правильный ответ: А

Компетенции (индикаторы): ОПК-5 (ОПК-5.1)

2. Назовите единицу измерения удельного электрического сопротивления материалов:

- А) МВ/м;
- Б) Ом*м;
- В) Н/м²;
- Г) кВт;
- Д) правильный вариант отсутствует.

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): ОПК-5 (ОПК-5.1)

3. Для каких материалов характерна вязкость?

- А) проводники;
- Б) жидкие диэлектрики;
- В) полупроводники;
- Г) газообразные диэлектрики;
- Д) правильный вариант отсутствует.

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): ОПК-5 (ОПК-5.1)

4. Материалам высокой проводимости предъявляют требования:

- А) высокое удельное сопротивление;
- Б) высокие механические свойства;
- В) минимальное удельное сопротивление;
- Г) коррозионная стойкость;
- Д) правильный вариант отсутствует.

Правильный ответ: В, Г

Компетенции (индикаторы): ОПК-5 (ОПК-5.1)

5. Неподвижные контакты получают с помощью:

- А) пайки;
- Б) скручивания;
- В) сварки;
- Г) наложения;
- Д) правильный вариант отсутствует.

Правильный ответ: А, В

Компетенции (индикаторы): ОПК-5 (ОПК-5.1)

Задания закрытого типа на установление соответствия

Установите правильное соответствие

Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца

1. Установите соответствие между классом нагревостойкости и допустимой температурой:

- | | |
|------|----------|
| 1) А | А) 120°C |
| 2) Е | Б) 155°C |
| 3) В | В) 105°C |
| 4) F | Г) 180°C |
| 5) Н | Д) 130°C |

Правильный ответ:

1	2	3	4	5
В	А	Д	Б	Г

Компетенции (индикаторы): ОПК-5 (ОПК-5.1)

2. Установите соответствие между параметрами материала и единицами их измерения:

- | | |
|--|---------------------|
| 1) электрическая прочность | А) % |
| 2) разрушающее напряжение при изгибе | Б) Ом·м |
| 3) водопоглощение | В) МВ/м |
| 4) удельное электрическое сопротивление | Г) МПа |
| 5) температурный коэффициент удельного сопротивления | Д) °C ⁻¹ |

Правильный ответ:

1	2	3	4	5
В	Г	А	Б	Д

Компетенции (индикаторы): ОПК-5 (ОПК-5.1)

3. Установите соответствие между материалами и значениями удельного электрического сопротивления:

- 1) проводниковые материалы А) $\rho = 10^8 - 10^{16} \text{ Ом}\cdot\text{м}$
 2) полупроводниковые материалы Б) $\rho = 10^{-8} - 10^{-6} \text{ Ом}\cdot\text{м}$
 3) диэлектрики В) $\rho = 10^{-3} - 10^7 \text{ Ом}\cdot\text{м}$

Правильный ответ:

1	2	3
Б	В	А

Компетенции (индикаторы): ОПК-5 (ОПК-5.1)

Задание закрытого типа на установления правильной последовательности

Установите правильную последовательность.

Запишите правильную последовательность букв слева направо

1. Установите правильную последовательность процесса пробоя газа в неоднородном поле:

- А) корона;
 Б) дуга;
 В) ионизация;
 Г) искра.

Правильный ответ: В, А, Г, Б

Компетенции (индикаторы): ОПК-5 (ОПК-5.1).

2. Установите правильную последовательность порядка протекания процесса намагничивания ферромагнитного материала под влиянием внешнего магнитного поля:

- А) наступление магнитного насыщения;
 Б) поворот магнитных моментов в направлении внешнего поля (процесс ориентации);
 В) рост тех доменов, магнитные моменты которых составляют наименьший угол с направлением поля, и уменьшение размеров других доменов (процесс смещения границ доменов);
 Г) рост доменов прекращается и магнитные моменты всех спонтанно намагниченных микрокристаллических участков оказываются ориентированными в направлении поля.

Правильный ответ: В, Б, Г, А

Компетенции (индикаторы): ОПК-5 (ОПК-5.1)

3. Установите правильную последовательность процесса полимеризации:

- А) рост (продолжение) цепи. Процесс последовательного присоединения молекул мономеров к центрам;
 Б) обрыв цепи. Гибель активных центров;
 В) инициирование. Зарождение активных центров полимеризации.
 Осуществляется при энергетическом воздействии на мономер (нагрев, фотолиз, радиолиз) или при введении инициаторов — источников радикалов;

Г) передача цепи. Переход активного центра на другую молекулу;
Д) разветвление цепи. Образование нескольких активных центров из одного.
Правильный ответ: В, А, Г, Д, Б
Компетенции (индикаторы): ОПК-5 (ОПК-5.1)

Задания открытого типа

Задание открытого типа на дополнение

Напишите пропущенное слово (словосочетание)

1. Узлы молекулярной решетки состоят из _____.

Правильный ответ: молекул.

Компетенции (индикаторы): ОПК-5 (ОПК-5.1)

2. Фазовый переход вещества из жидкого состояния в твердое называется _____.

Правильный ответ: кристаллизацией.

Компетенции (индикаторы): ОПК-5 (ОПК-5.1)

3. Частица, обладающая наименьшим отрицательным зарядом называется _____.

Правильный ответ: электроном.

Компетенции (индикаторы): ОПК-5 (ОПК-5.1)

4. Температура, при которой происходит фазовое превращение твердого вещества в жидкое, называется _____.

Правильный ответ: температурой плавления.

Компетенции (индикаторы): ОПК-5 (ОПК-5.1)

5. Вещества, которые при нормальных условиях не проводят ток называются _____.

Правильный ответ: диэлектриками.

Компетенции (индикаторы): ОПК-5 (ОПК-5.1)

Задание открытого типа с кратким свободным ответом

1. Укажите классы нефтяных изоляционных масел, согласно ГОСТ Р 54331- 2011: _____

Правильный ответ: трансформаторные масла / низкотемпературные масла для выключателей.

Компетенции (индикаторы): ОПК-5 (ОПК-5.2)

2. Перечислите классы нагревостойкости электроизоляционных материалов _____

Правильный ответ: У/А/Е/В/Ф/Н/С

Компетенции (индикаторы): ОПК-5 (ОПК-5.2)

3. Укажите группы классификации электротехнических материалов по проводимости _____

Правильный ответ: проводниковые материалы/ полупроводниковые материалы/магнитные материалы/электроизоляционные материалы (диэлектрики)

Компетенции (индикаторы): ОПК-5 (ОПК-5.2)

4. Провод самонесущий, изолированный имеет маркировку _____

Правильный ответ: СИП-1/СИП-1А/СИП-2/СИП-2А/СИП-3/СИП-4/СИП-5

Компетенции (индикаторы): ОПК-5 (ОПК-5.2)

5. Укажите группы разделения полимеров (и полимеризующихся при нагреве материалов) по отношению к нагреванию _____

Правильный ответ: термопластичные материалы/термореактивные материалы

Компетенции (индикаторы): ОПК-5 (ОПК-5.2)

Задание открытого типа с развернутым ответом

1. Прочитайте текст задания. Продумайте логику и полноту ответа. Запишите ответ, используя четкие компактные формулировки. Перечислите основные свойства электротехнических материалов и дайте им характеристику.

Время выполнения – 30 мин.

Ожидаемый результат:

К механическим свойствам электротехнических материалов относятся:

- 1) твердость;
- 2) упругость;
- 3) вязкость;
- 4) пластичность;
- 5) линейное расширение;
- 6) хрупкость;
- 7) прочность;
- 8) усталость.

Твердость – это способность материала сопротивляться проникновению в него другого, более твердого. Методы определения твердости: вдавливание, царапание, упругая отдача.

Упругость – это свойство материала восстанавливать свою форму и объем после прекращения действия внешних сил, которые вызывают их изменение.

Вязкость – это способность материала оказывать сопротивление динамическим (быстрорастущим) нагрузкам.

Пластичность – это свойство материала деформироваться без разрушения под действием внешних сил и сохранять новую форму после прекращения действия этих сил.

Температурный коэффициент линейного расширения позволяет определить изменения любых геометрических размеров изделий (длины, ширины, толщины) при нагревании.

Хрупкость – это способность материалов разрушаться при приложении резкого динамического усилия.

Прочность – это способность материала сопротивляться действию внешних сил, не разрушаясь.

Усталость – это разрушение материала под действием небольших повторных или знакопеременных нагрузок (вибрации). Пример: пружина.

Критерии оценивания:

- если описаны пять из восьми основных свойств электротехнических материалов, то задание считается выполненным.

Компетенции (индикаторы): ОПК-5 (ОПК-5.3)

2. Прочитайте текст задания. Продумайте логику и полноту ответа. Запишите ответ, используя четкие компактные формулировки. Дайте общую характеристику явлению пробоя диэлектрика, пробивного напряжения.

Время выполнения – 20 мин.

Ожидаемый результат:

Диэлектрик, находясь в электрическом поле, теряет свойства электроизоляционного материала, если напряженность поля превысит некоторое критическое значение. Это явление носит название пробоя диэлектрика или нарушения его электрической прочности. Значение напряжения, при котором происходит пробой диэлектрика, называется пробивным напряжением, а соответствующее значение напряженности поля – электрической прочностью диэлектрика.

Пробивное напряжение обозначается $U_{пр}$ и измеряется чаще всего в киловольтах. Электрическая прочность определяется пробивным напряжением, отнесенным к толщине диэлектрика в месте пробоя:

$$E_{пр} = U_{пр} / h ,$$

где h – толщина диэлектрика.

Удобные для практических целей численные значения электрической прочности диэлектриков получаются, если пробивное напряжение выражать в киловольтах, а толщину диэлектрика – в миллиметрах. Тогда электрическая прочность будет в киловольтах на миллиметр.

Критерии оценивания:

- смысловое соответствие приведенному выше пояснению.

Компетенции (индикаторы): ОПК-5 (ОПК-5.3)

3. Прочитайте текст задания. Продумайте логику и полноту ответа. Запишите ответ, используя четкие компактные формулировки. Дайте характеристику

материалу высокой проводимости (меди) и назовите ее преимущества перед алюминием.

Время выполнения – 20 мин.

Ожидаемый результат:

К наиболее широко распространенным материалам высокой проводимости следует отнести медь и алюминий.

Преимущества меди, обеспечивающие ей широкое применение в качестве проводникового материала, следующие:

1) малое удельное сопротивление – $0,017 \text{ мкОм} \cdot \text{м}$ (из всех материалов только серебро имеет несколько меньшее удельное сопротивление, чем медь);

2) достаточно высокая механическая прочность;

3) удовлетворительная в большинстве случаев стойкость по отношению к коррозии (медь окисляется на воздухе даже в условиях высокой влажности значительно медленнее, чем, например, железо; интенсивное окисление меди происходит только при повышенных температурах);

4) хорошая обрабатываемость (медь прокатывается в листы, ленты и протягивается в проволоку, толщина которой может быть доведена до тысячных долей миллиметра);

5) относительная легкость пайки и сварки.

Алюминий является вторым по значению (после меди) проводниковым материалом. Это важнейший представитель так называемых легких металлов (т.е. металлов с плотностью менее 5 Мг/м^3); плотность литого алюминия около $2,6$, а прокатанного – $2,7 \text{ Мг/м}^3$. Таким образом, алюминий приблизительно в $3,5$ раза легче меди. Температурный коэффициент расширения, удельная теплоемкость и теплота плавления алюминия больше, чем меди. Вследствие высоких значений удельной теплоемкости и теплоты плавления для нагрева алюминия до температуры плавления и перевода в расплавленное состояние требуются большие затраты теплоты, чем для нагрева и расплавления такого же количества меди, хотя температура плавления алюминия ниже, чем меди. Алюминий обладает пониженными по сравнению с медью свойствами – как механическими, так и электрическими. два раза.

Критерии оценивания:

- если перечислены три преимущества меди, то задание считается выполненным.

Компетенции (индикаторы): ОПК-5 (ОПК-5.3)

4. Прочитайте текст задания. Продумайте логику и полноту ответа. Запишите ответ, используя четкие компактные формулировки.

Дайте характеристику волокнистым материалам и их свойствам.

Время выполнения – 20 мин.

Ожидаемый результат:

Волокнистые материалы – это материалы, которые состоят преимущественно (или целиком) целиком из частиц удлиненной формы – волокон.

Преимущества многих волокнистых материалов: дешевизна, довольно большая механическая прочность и гибкость, удобство обработки. Недостатками их являются невысокие электрическая прочность и теплопроводность (из-за наличия промежутков между волокнами, заполненными воздухом); гигроскопичность – более высокая, чем у массивного материала того же химического состава (так как развитая поверхность волокон легко поглощает влагу, проникающую в промежутки между ними). Свойства волокнистых материалов могут быть существенно улучшены путем пропитки – вот почему эти материалы в электрической изоляции обычно применяют в пропитанном состоянии.

Большая часть волокнистых материалов – органические вещества. К ним относятся материалы растительного происхождения (дерево, хлопчатобумажное волокно, бумага и прочие материалы, состоящие в основном из целлюлозы) и животного происхождения (шелк, шерсть), искусственные волокна, получаемые путем химической переработки природного волокнистого (в основном целлюлозного) сырья и, наконец, приобретающие особо важное значение в последнее время синтетические волокна, изготавливаемые из синтетических полимеров.

Критерии оценивания:

- смысловое соответствие приведенному выше пояснению.

Компетенции (индикаторы): ОПК-5 (ОПК-5.3)

5. Прочитайте текст задания. Продумайте логику и полноту ответа. Запишите ответ, используя четкие компактные формулировки. Дайте характеристику стеклам и их основным свойствам.

Время выполнения – 20 мин.

Ожидаемый результат:

Стекла – неорганические квазиаморфные вещества – представляют собой сложные системы различных оксидов. Свойства стекол меняются в широких пределах в зависимости от их состава и режима тепловой обработки.

Плотность. Стекла имеют плотность, которая колеблется от 2 до 8,1 Мг/м³. К тяжелым стеклам принадлежат стекла с высоким содержанием свинца (хрустали, флинт). Плотность обычных силикатных стекол (например, оконного стекла) близка к 2,5 Мг/м³.

Механические свойства. Прочность стекол на сжатие много больше, чем прочность на разрыв: предел прочности при сжатии составляет 6000-21000 МПа, при растяжении – 100-300 МПа.

Тепловые свойства. Как аморфные вещества, стекла не имеют резко выраженной температуры плавления. При нагреве вязкость стекол уменьшается постепенно; за температуру размягчения стекла принимается температура, при которой вязкость его составляет 10⁷-10⁸ МПа·с. Температуры размягчения большинства стекол находятся в пределах от 400 до 1600 °С; последнее значение соответствует кварцевому стеклу (состава 100 % SiO₂). При внезапном нагреве или охлаждении снаружи предмета из стекла (или другого хрупкого материала) вследствие неравномерного распределения температур в наружном

слое материала возникают механические (температурные) напряжения, которые могут явиться причиной растрескивания стекла. При быстром нагреве поверхностный слой стекла стремится расшириться, в то время как внутренние слои еще не успели прогреться, и в них создаются напряжения сжатия. Если же имеет место внезапное охлаждение поверхности стекла, то вследствие теплового сокращения поверхностного слоя создается тенденция к отрыву друг от друга соседних участков этого слоя. Так как у стекол прочность при растяжении много меньше, чем прочность при сжатии, то внезапное внешнее охлаждение более опасно, чем внезапный нагрев.

Критерии оценивания:

- смысловое соответствие приведенному выше пояснению.

Компетенции (индикаторы): ОПК-5 (ОПК-5.3)

Экспертное заключение

Представленный комплект оценочных материалов по дисциплине (практике) «Электротехнические материалы» соответствует требованиям ФГОС ВО.

Предлагаемые оценочные материалы адекватны целям и задачам реализации основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль: «Электроснабжение».

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанные и представленные для экспертизы оценочные материалы рекомендуются к использованию в процессе подготовки обучающихся по указанному направлению.

Председатель учебно-методической комиссии
института приборостроения и
электротехнических систем

Яременко С.П.

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)