

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Котова Лариса Анатольевна  
Должность: Директор филиала  
Дата подписания: 28.08.2023 10:12:51  
Уникальный программный ключ:  
10730ffe6b1ed036b744b6a9d97700b86e5c04a7

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»  
Новотроицкий филиал

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Электротехническое и конструкционное материаловедение

Закреплена за подразделением Кафедра электроэнергетики и электротехники (Новотроицкий филиал)

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **заочная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

|                         |     |  |
|-------------------------|-----|--|
| Часов по учебному плану | 144 | Формы контроля на курсах:<br>экзамен 2 |
| в том числе:            |     |  |
| аудиторные занятия      | 12  |  |
| самостоятельная работа  | 123 |  |
| часов на контроль       | 9   |  |

### Распределение часов дисциплины по курсам

| Курс              | 2   |     | Итого |     |
|-------------------|-----|-----|-------|-----|
|                   | уп  | рп  |       |     |
| Лекции            | 4   | 4   | 4     | 4   |
| Лабораторные      | 4   | 4   | 4     | 4   |
| Практические      | 4   | 4   | 4     | 4   |
| Итого ауд.        | 12  | 12  | 12    | 12  |
| Контактная работа | 12  | 12  | 12    | 12  |
| Сам. работа       | 123 | 123 | 123   | 123 |
| Часы на контроль  | 9   | 9   | 9     | 9   |
| Итого             | 144 | 144 | 144   | 144 |

Программу составил(и):

*к.т.н., Доцент, Лицин К. В.*

Рабочая программа

**Электротехническое и конструкционное материаловедение**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень бакалавриата) (приказ от 05.03.2020 г. № № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника Профиль. Электропривод и автоматика, 13.03.02\_19\_Электроэнергетика и электротехника\_ПрЭПиА\_заоч\_2020.plx , утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 21.05.2020, протокол № 10/зг

Утверждена в составе ОПОП ВО:

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника Профиль. Электропривод и автоматика, , утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 21.05.2020, протокол № 10/зг

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра электроэнергетики и электротехники (Новотроицкий филиал)**

Протокол от 09.06.2022 г., №6

Руководитель подразделения доцент, к.п.н. Мажирин Р.Е.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

|     |   |
|-----|---|
| 1.1 | Цели освоения дисциплины: Формирование знаний о механических, тепловых, электрических и магнитных явлениях в материалах электроустановок; величинах, характеризующих эти явления; законах, которым они подчиняются; методах научного познания природы |
| 1.2 | Задачи:   |
| 1.3 | - приобретение студентами практических навыков в области материаловедения и эффективной обработки и контроля качества материалов;   |
| 1.4 | - изучение студентами процессов и явлений, возникающих в электротехнических материалах под воздействием внешних электротехнических и магнитных полей.   |

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

| Блок ОП:   |   | Б1.В |
|------------|---|------|
| <b>2.1</b> | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>  |      |
| 2.1.1      | Химия   |      |
| <b>2.2</b> | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |      |
| 2.2.1      | Проектный подход в технике  |      |
| 2.2.2      | Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности                  |      |
| 2.2.3      | Теория автоматического управления   |      |
| 2.2.4      | Теория электропривода   |      |
| 2.2.5      | Электрические машины  |      |
| 2.2.6      | Моделирование в электроприводе  |      |
| 2.2.7      | Общая энергетика  |      |
| 2.2.8      | Основы математического моделирования  |      |
| 2.2.9      | Проектирование электротехнических устройств   |      |
| 2.2.10     | Решение прикладных задач с использованием MATLAB  |      |
| 2.2.11     | САПР устройств электроники  |      |
| 2.2.12     | Силовая электроника   |      |
| 2.2.13     | Системы управления электроприводов  |      |
| 2.2.14     | Электроснабжение промышленных предприятий   |      |
| 2.2.15     | Автоматизация типовых технологических процессов   |      |
| 2.2.16     | Автоматизированный электропривод типовых технологических процессов  |      |
| 2.2.17     | Аппаратные средства и программное обеспечение контроллеров  |      |
| 2.2.18     | Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы  |      |
| 2.2.19     | Преддипломная практика  |      |
| 2.2.20     | Программируемые промышленные контроллеры  |      |

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

|  |
|--|
| <b>УК-3: проектирование и разработка</b>   |
| <b>Знать:</b>  |
| УК-3-31 основные способы разработки и создания конструкционных материалов  |
| <b>ПК-2: проектирование объектов профессиональной деятельности</b>   |
| <b>Знать:</b>  |
| ПК-2-31 основы конструкционного состава электротехнических материалов  |
| <b>ОПК-4: теоретическая и практическая профессиональная подготовка (способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности)</b> |
| <b>Знать:</b>  |
| ОПК-4-31 основы материаловедения и технологии конструкционных материалов   |
| <b>УК-3: проектирование и разработка</b>   |
| <b>Уметь:</b>  |

|  |
|--|
| УК-3-У1 осуществлять проектирование и разработку для изготовления электроэнергетического и электротехнического оборудования  |
| <b>ПК-2: проектирование объектов профессиональной деятельности</b>   |
| <b>Уметь:</b>  |
| ПК-2-У1 осуществлять проектирование состава основных конструкционных материалов  |
| <b>ОПК-4: теоретическая и практическая профессиональная подготовка (способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности)</b> |
| <b>Уметь:</b>  |
| ОПК-4-У1 оперировать основными понятиями и определениями.  |
| <b>УК-3: проектирование и разработка</b>   |
| <b>Владеть:</b>  |
| УК-3-В1 методами расчёта основных параметров электротехнических материалов   |
| <b>ПК-2: проектирование объектов профессиональной деятельности</b>   |
| <b>Владеть:</b>  |
| ПК-2-В1 методами использования основных металлических и неметаллических материалов в электротехническом производстве, а именно в электрических машинах, аппаратах, станциях и подстанциях.                                     |
| <b>ОПК-4: теоретическая и практическая профессиональная подготовка (способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности)</b> |
| <b>Владеть:</b>  |
| ОПК-4-В1 методиками выполнения расчетов применительно к использованию электротехнических и конструкционных материалов;   |

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/   | Семестр / Курс | Часов | Формируемые индикаторы компетенций                             | Литература и эл. ресурсы  | Примечание        | КМ          | Выполняемые работы |
|-------------|---|----------------|-------|--|---|-------------------|-------------|--------------------|
|             | <b>Раздел 1. Введение</b>   |                |       |  |   |                   |             |                    |
| 1.1         | Предмет курса «Материаловедение. Технологии конструкционных материалов», его место в системе электротехнического образования. /Лек/ | 2              | 1     | ОПК-4-31<br>ОПК-4-У1<br>ОПК-4-В1                               | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5<br>Л1.6Л2.1Л3.1<br>Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 |                   |             | Р3                 |
|             | <b>Раздел 2. Проводниковые материалы</b>  |                |       |  |   |                   |             |                    |
| 2.1         | Сверх проводники. Неметаллические проводниковые материалы /Лек/   | 2              | 2     | ОПК-4-31<br>ОПК-4-У1<br>ОПК-4-В1 ПК-2-31<br>ПК-2-У1<br>ПК-2-В1 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5<br>Л1.6Л2.1Л3.1<br>Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 |                   | КМ1,К<br>М2 | Р1,Р2,Р<br>3       |
| 2.2         | Проводниковые материалы /Пр/  | 2              | 2     | ОПК-4-31<br>ОПК-4-У1<br>ОПК-4-В1 ПК-2-31<br>ПК-2-У1<br>ПК-2-В1 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5<br>Л1.6Л3.1<br>Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4     |                   | КМ1,К<br>М2 | Р1,Р2,Р<br>3       |
| 2.3         | Методика выбора материал для изготовления указанной детали /Лаб/  | 2              | 2     | ОПК-4-31<br>ОПК-4-У1<br>ОПК-4-В1 ПК-2-31<br>ПК-2-У1<br>ПК-2-В1 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5<br>Л1.6Л3.1<br>Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4     | Групповые занятия | КМ1,К<br>М2 | Р1,Р2,Р<br>3       |

|     |  |   |    |   |   |                   |             |              |
|-----|--|---|----|---|---|-------------------|-------------|--------------|
| 2.4 | Подготовка отчета по лабораторной работе №1 /Ср/   | 2 | 4  | ОПК-4-31<br>ОПК-4-У1<br>ОПК-4-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1<br>ПК-2-В1 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5<br>Л1.6Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 |                   | КМ1,К<br>М2 | Р1,Р2,Р<br>3 |
| 2.5 | Температурный коэффициент, удельное сопротивление и проводимость проводников /Лаб/   | 2 | 2  | ОПК-4-31<br>ОПК-4-У1<br>ОПК-4-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1<br>ПК-2-В1 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5<br>Л1.6Л3.1<br>Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4             | Групповые занятия | КМ1,К<br>М2 | Р1,Р2,Р<br>3 |
| 2.6 | Подготовка отчета по лабораторной работе №2 /Ср/   | 2 | 4  | ОПК-4-31<br>ОПК-4-У1<br>ОПК-4-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1<br>ПК-2-В1 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5<br>Л1.6Л2.1Л3.1<br>Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4         |                   | КМ1,К<br>М2 | Р1,Р2,Р<br>3 |
| 2.7 | Строение вещества, их классификация. Проводниковые материалы. /Ср/   | 2 | 6  | ОПК-4-31<br>ОПК-4-У1<br>ОПК-4-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1<br>ПК-2-В1 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5<br>Л1.6Л3.1<br>Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4             |                   | КМ1,К<br>М2 | Р1,Р2,Р<br>3 |
|     | <b>Раздел 3.<br/>Полупроводниковые материалы</b>   |   |    |   |   |                   |             |              |
| 3.1 | Свойства полупроводников. Простые полупроводники, полупроводниковые соединения. /Лек/  | 2 | 1  | УК-3-31 УК-3-У1 УК-3-В1                                     | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5<br>Л1.6Л3.1<br>Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4             |                   |             | Р3           |
| 3.2 | Полупроводниковые материалы /Пр/   | 2 | 2  | УК-3-31 УК-3-У1 УК-3-В1                                     | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5<br>Л1.6Л2.1Л3.1<br>Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4         |                   |             | Р3           |
|     | <b>Раздел 4.<br/>Диэлектрические материалы</b>   |   |    |   |   |                   |             |              |
| 4.1 | Электрические, механические, тепловые, влажностные и физикохимические свойства. Электроизоляционные пластмассы, фельгированные материалы. /Ср/ | 2 | 14 | ОПК-4-31<br>ОПК-4-У1<br>ОПК-4-В1                            | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5<br>Л1.6Л3.1<br>Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4             |                   |             | Р3           |
| 4.2 | Материалы на основе каучука, лаки, эмали, флюсы. Жидкие диэлектрики, газообразные. Активные диэлектрики: сигнетодиэлектрики, электреты. /Ср/   | 2 | 12 | ОПК-4-31<br>ОПК-4-У1<br>ОПК-4-В1                            | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5<br>Л1.6Л3.1<br>Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4             |                   |             | Р3           |
| 4.3 | Диэлектрические материалы /Ср/   | 2 | 16 | ОПК-4-31<br>ОПК-4-У1<br>ОПК-4-В1                            | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5<br>Л1.6Л3.1<br>Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4             |                   |             | Р3           |

|                                      |   |   |    |  |  |  |     |    |
|--------------------------------------|---|---|----|--|--|--|-----|----|
| 4.4                                  | Определение диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь диэлектриков /Ср/  | 2 | 14 | ОПК-4-31<br>ОПК-4-У1<br>ОПК-4-В1   | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5<br>Л1.6Л3.1<br>Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4                  |  |     | РЗ |
| <b>Раздел 5. Магнитные материалы</b> |   |   |    |  |  |  |     |    |
| 5.1                                  | Основные характеристики магнитных материалов, их классификация. Исследование петли гистерезиса ферромагнитного материала и построение основной кривой намагничивания /Ср/ | 2 | 14 | ОПК-4-31<br>ОПК-4-У1<br>ОПК-4-В1   | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5<br>Л1.6Л3.1<br>Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4                  |  |     | РЗ |
| 5.2                                  | Магнитно твердые, магнитно мягкие материалы для низко частотных и высоко частотных полей. /Ср/  | 2 | 13 | ОПК-4-31<br>ОПК-4-У1<br>ОПК-4-В1   | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5<br>Л1.6Л2.1Л3.1<br>Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4              |  |     | РЗ |
| 5.3                                  | Домашняя (контрольная) работа /Ср/  | 2 | 10 | ОПК-4-31<br>ОПК-4-У1<br>ОПК-4-В1   | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5<br>Л1.6Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 |  |     | РЗ |
| 5.4                                  | Подготовка к экзамену /Ср/  | 2 | 16 | ОПК-4-31<br>ОПК-4-У1<br>ОПК-4-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1<br>ПК-2-В1 УК-3-31 УК-3-У1<br>УК-3-В1 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5<br>Л1.6Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4      |  | КМЗ |    |
| 5.5                                  | Проведение экзамена /Экзамен/   | 2 | 9  | ОПК-4-31<br>ОПК-4-У1<br>ОПК-4-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1<br>ПК-2-В1 УК-3-31 УК-3-У1<br>УК-3-В1 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л1.5<br>Л1.6Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Э1 Э2 Э3 Э4 |  | КМЗ |    |

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

| Код КМ | Контрольное мероприятие   | Проверяемые индикаторы компетенций | Вопросы для подготовки   |
|--------|---|------------------------------------|--|
| КМ1    | Лабораторная работа №1<br>Методика выбора материала для изготовления указанной детали | ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1         | 1. Для чего используются сплавы тугоплавких и благородных металлов?<br>2. Какие вещества относят к проводникам второго рода?<br>3. Какая из сталей является низкоуглеродистой качественной конструкционной сталью?<br>4. Как называют способ получения сложных по конфигурации тонкостенных отливок? |

|     |  |                             |  |
|-----|--|-----------------------------|--|
| КМ2 | Лабораторная<br>работа №2<br>Температурный<br>коэффициент,<br>удельное<br>сопротивление и<br>проводимость<br>проводников | ПК-2-31;ПК-2-<br>У1;ПК-2-В1 | <ol style="list-style-type: none"><li>1. В чем состоит различие температурного коэффициента сопротивления металлов и полупроводников?</li><li>2. В чем состоит отличие электрических свойств полупроводников и металлов?</li><li>3. Запишите выражение, показывающее зависимость сопротивления металлов от температуры.</li><li>4. Запишите выражение для температурного коэффициента сопротивления металла и укажите его размерность в системе единиц СИ.</li></ol> |
|-----|--|-----------------------------|--|

|     |         |  |  |
|-----|---------|--|--|
| КМЗ | Экзамен | ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1;УК-3-31;УК-3-У1;УК-3-В1 | <p>Теоретические вопросы к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Классификация электротехнических материалов.</li> <li>2. Понятие о проводниковых материалах.</li> <li>3. Основные понятия и элементы зонной теории.</li> <li>4. Проводники первого и второго рода. Плазма.</li> <li>5. Электропроводность диэлектриков.</li> <li>6. Удельная проводимость и сопротивление проводников.</li> <li>7. Поляризация диэлектриков.</li> <li>8. Зависимость удельного сопротивления проводников от состава сплава и температуры.</li> <li>9. Диэлектрические потери. Электрическая прочность диэлектриков.</li> <li>10.Термодвижущая сила. Термопары. Сплавы для термопар.</li> <li>11.Механические свойства диэлектриков.</li> <li>12.Проводниковые материалы с высокой проводимостью.</li> <li>13.Термические свойства диэлектриков.</li> <li>14.Сверхпроводники и криопроводники.</li> <li>15.Физико-химические свойства диэлектриков.</li> <li>16. Контактные проводниковые материалы.</li> <li>17. Собственные и примесные полупроводники.</li> <li>18. Проводниковые материалы с большим удельным сопротивлением.</li> <li>19. Основные и неосновные носители заряда в полупроводниках.</li> <li>20. Диамагнитные, парамагнитные, ферромагнитные вещества; антиферромагнетики.</li> <li>21. Зависимость электропроводности полупроводника от температуры.и концентрации примесей. 22. Температуры Кюри, Нееля.</li> <li>23. Зависимость электропроводности полупроводника от концентрации примесей.</li> <li>24. Сверхобменное взаимодействие в ферромагнетиках.</li> <li>25. Зависимость проводимости полупроводника от напряжённости внешнего электрического поля. 26. Основная кривая намагничивания ферромагнетика.</li> <li>27. Тензочувствительность и фотопроводимость полупроводника.</li> <li>28. Магнитный гистерезис.</li> <li>29. Эффекты Зеебека, Пельтье, Томпсона.</li> <li>30. Остаточная индукция и коэрцитивная сила. Магнитострикция.</li> <li>31. Эффект Холла.</li> <li>32. Технически чистое железо.</li> <li>33. Понятие о р-п переходе, его вольтамперная характеристика.</li> <li>34. Пермаллои. Альсифер.</li> <li>35. Германий.</li> <li>36. Терминвар, пермендюр, кальмаллой, термаллой, компенсаторы.</li> <li>37. Кремний</li> <li>38. Аморфные магнитные материалы.</li> <li>39. Селен, теллур</li> <li>40. Магнитодиэлектрики. Ферриты.</li> <li>41. Карбид кремния. Бинарные соединения.</li> <li>42. Литые высококоэрцитивные сплавы.</li> <li>43. Классификация электротехнических материалов.</li> <li>44. Металлокерамические и металлопластические магниты.</li> <li>45. Электропроводность диэлектриков.</li> <li>46. Особенности магнитотвёрдых материалов.</li> <li>47. Поляризация диэлектриков.</li> <li>48. Магнитотвёрдые ферриты.</li> <li>49. Электрическая прочность диэлектриков.</li> <li>50. Магнитотвёрдые сплавы на основе редкоземельных металлов.</li> <li>51. Механические свойства диэлектриков.</li> <li>52. Магнитотвёрдые мартенситные стали и пластически деформируемые сплавы.</li> <li>53. Термические свойства диэлектриков.</li> <li>54. Собственные и примесные полупроводники.</li> <li>55. Физико-химические свойства диэлектриков.</li> <li>56. Основные и неосновные носители заряда в полупроводниках.</li> <li>57. Понятие о проводниковых материалах.</li> <li>58. Зависимость электропроводности полупроводника от температуры.</li> </ol> |
|-----|---------|--|--|

|  |  |   |
|--|--|---|
|  |  | <p>59. Проводники первого и второго рода. Плазма.</p> <p>60. Зависимость электропроводности полупроводника от концентрации примеси.</p> <p>Примеры практических заданий к экзамену:</p> <p>1. Определите длину алюминиевой проволоки, если ее масса 0,04 кг, а сопротивление 11,5 Ом (удельное сопротивление алюминия <math>2 \cdot 10^{-8}</math> Ом<math>\cdot</math>м, плотность алюминия 2,7 г/см (куб.)</p> <p>2. Медная шина прямоугольного сечения отделена от корпуса опорным изолятором. Определить объемное сопротивление <math>R_v</math> при известных данных: диаметр изолятора <math>D = 40</math> мм, высота изолятора <math>H = 15</math> мм, высота звена изолятора <math>h = 10</math> мм, высота отсека <math>a = 12</math> мм, напряжение изолятора <math>U = 200</math> В, количество звеньев <math>N = 6</math> шт (<math>p_v = 10^{12}</math>).</p> <p>3. Медная шина прямоугольного сечения отделена от корпуса опорным изолятором. Определить поверхностное сопротивление <math>R_s</math> при известных данных: диаметр изолятора <math>D = 70</math> мм, высота изолятора <math>H = 20</math> мм, высота звена изолятора <math>h = 10</math> мм, высота отсека <math>a = 12</math> мм, напряжение изолятора <math>U = 200</math> В, количество звеньев <math>N = 8</math> шт. (<math>p_s = 10^{14}</math>)</p> |
|--|--|---|

**5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)**

| Код работы | Название работы  | Проверяемые индикаторы компетенций   | Содержание работы   |
|------------|--|--|---|
| P1         | Лабораторная работа №1<br>Методика выбора материала для изготовления указанной детали                  | ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1   | <p>1. Дайте определение понятия «электротехнический материал» и назовите классы материалов, применяемых в электроэнергетике.</p> <p>2. Назовите три основных параметра, характеризующие электротехнические свойства материала.</p> <p>3. Как связаны электрические и магнитные свойства со строением вещества и структурой материала?</p> <p>4. Назовите четыре основных вида химической связи</p> <p>5. Что такое «энергия связи»?</p> <p>6. Увяжите свойства материала с видом химической связи</p>   |
| P2         | Лабораторная работа №2<br>Температурный коэффициент, удельное сопротивление и проводимость проводников | ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1  | <p>1. Что такое температурный коэффициент? Каким образом его можно рассчитать?</p> <p>2. Что такое удельное сопротивление? По каким критериям оно определяется?</p> <p>3. Что такое проводимость проводниковых материалов? По каким критериям оно рассчитывается?</p> <p>4. Как построить график зависимости сопротивления металла от его температуры?</p> <p>5. В чем состоит различие температурного коэффициента сопротивления металлов и полупроводников?</p> <p>6. В чем состоит отличие электрических свойств полупроводников и металлов?</p> |
| P3         | Контрольная работа<br>"Исследование электротехнических и конструкционных материалов"                   | ОПК-4-31;ОПК-4-У1;ОПК-4-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1;ПК-2-В1;УК-3-31;УК-3-У1;УК-3-В1 | <p>Задача №1 Определение сечения токопроводящих шин</p> <p>Задача №2 Определение параметров двигателя, расчет и выбор магнитного пускателя</p> <p>Задача №3 Расчет и выбор теплового реле</p> <p>Задача №4 Расчет герконового реле</p> <p>Задача №5 Определение сопротивления и нагрузочной способности резистора</p>   |

**5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

НОВОТРОИЦКИЙ ФИЛИАЛ  
Кафедра Электроэнергетики и электротехники

Дисциплина: «Электротехническое и конструкционное материаловедение»  
Направление: 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 0

1. Классификация электротехнических материалов.
2. Понятие о проводниковых материалах.
3. Определите длину алюминиевой проволоки, если ее масса 0,04 кг, а сопротивление 11,5 Ом (удельное сопротивление алюминия  $2 \cdot 10^{-8}$  Ом $\cdot$ м, плотность алюминия 2,7 г/см (куб.)

Составил: доцент, к.т.н. \_\_\_\_\_ К.В. Лицин

Зав. кафедрой ЭиЭ: \_\_\_\_\_ Р.Е. Мажирина

Образец заданий для экзамена, проводимого дистанционно в LMS Canvas (ОПК-4-31,У1,В1; ПК-2-31,У1,В1; УК-3-31,У1,В1):

1. Агрегатное состояние проводников:

- твердое, жидкое;
- твердое;
- твердое, жидкое, состояние ионизированного газа;
- жидкое, газообразное.

2. Ковалентная химическая связь определяется

- попарным объединением валентных электронов соседних атомов;
- перераспределением валентных электронов от типичного металла к типичному не-металлу;
- силами Ван-дер-Ваальса;
- силами взаимодействия свободных электронов с положительно заряженными ионами металлов.

3. Ионная химическая связь

- характерна для металлов;
- осуществляется за счет перераспределения валентных электронов от типичного металла к типичному неметаллу и притяжения образовавшихся положительно и отрицательно заряженных ионов;
- осуществляется за счет притяжения положительно заряженных ионов металла и свободных электронов;
- осуществляется за счет сил Ван-дер-Ваальса.

4. Металлическая химическая связь

- связь между положительно и отрицательно заряженными ионами металла;
- связь между положительно заряженными ионами металла и «электронным газом» свободных электронов;
- связь между валентными электронами металла;
- связь за счет сил Ван-дер-Ваальса.

5. Точечные дефекты кристаллической структуры:

- дислокации, поры, трещины;
- вакансии, посторонние включения, границы зерен;
- дефекты поверхности, границы зерен;
- вакансии, чужеродные атомы.

6. Дислокация – это

- линейный дефект кристаллической решетки;
- расположение атомов в кристалле;
- смещение иона из узла ионной решетки;
- поверхностный дефект кристаллической решетки;

7. Каким химическим элементом насыщается поверхность изделия при силицировании:

- алюминием;
- углеродом;
- кремнием;
- азотом.

8. Индексы Миллера – это

- три целых числа, являющиеся величинами, обратными отрезкам, отсекаемым данной плоскостью на осях координат;
- два целых числа, являющиеся величинами отрезков, отсекаемых данной плоскостью на осях координат;
- три целых числа, являющиеся величинами отрезков, отсекаемых данной плоскостью на осях координат;
- три целых числа – координаты плоскости на осях X, Y, Z.

9. Основные механические свойства материалов:

- электропроводность, твердость, хрупкость;
- прочность, теплопроводность, хрупкость, пластичность, упругость;
- прочность, упругость, термическое расширение, хрупкость, пластичность;
- прочность, пластичность, твердость, хрупкость, вязкость.

10. Какие из приведенных медных сплавов находят наибольшее применение в промышленности?

- Латунь;
- Оловянные и свинцовые баббиты для менее нагруженных подшипников;
- Цинковые и антифрикционные сплавы;
- Алюминиевые антифрикционные (подшипниковые) сплавы.

11. Какие материалы относятся к группе материалов высокой проводимости:

- тантал и рений;
- медь и алюминий;
- графит и пиролитический;
- углерод, цинк и хром.

12. Упругая деформация

- является накапливающейся деформацией;
- является ненакапливающейся деформацией;
- по силе воздействия больше пластической, и материал после снятия воздействия восстанавливает первоначальную форму и размеры;
- приводит к необратимым процессам в материале.

13. Твердость по Роквеллу определяется

- площадью отпечатка;
- диаметром отпечатка;
- разностью глубин отпечатков между предварительной и основной нагрузками;
- нагрузкой.

14. Кривая охлаждения, аналогичная кривой охлаждения чистого металла, характерна для сплавов типа

- аморфной структуры;
- химического соединения;
- твердого раствора.
- эвтектики.

15. Относительное удлинение при растяжении практически отсутствует у

- твердых материалов;
- хрупких материалов;
- пластичных материалов;
- упругих материалов.

16. Правильное определение

- Независимость свойств кристалла от направления называется анизотропией;
- Индексы Миллера, которые заключены в квадратные скобки, характеризуют расположение группы  $\square$  параллельных плоскостей в кристалле;
- Поликристаллическое строение представляется в виде большого числа кристаллов малых размеров;
- Полиморфизм характерен для всех кристаллических веществ.

17. К какому типу проводимости твердого вещества относятся сульфиды

- проводники;
- полупроводники;
- диэлектрики;
- изоляторы.

18. Ликвидус на диаграмме состояния сплавов – это

- геометрическое место точек конца кристаллизации всех сплавов независимо от состава;
- кривая, выше которой все сплавы, независимо от состава, находятся в двухфазном состоянии;
- геометрическое место точек начала кристаллизации всех сплавов, независимо от состава;
- кривая, выше которой все сплавы, независимо от состава, находятся в твердом состоянии.

19. Наибольшей коррозионной устойчивостью обладает следующий металл:

- медь;
- хром;
- железо.

20. Химические свойства материалов определяются:

- элементарным химическим составом;
- типом химической связи;
- концентрацией носителей заряда.

21. Солидус – это сплошная прямая линия на диаграмме состояния сплавов вида

- химические соединения;

- твердые растворы с ограниченной растворимостью обоих компонентов в твердом состоянии;
  - твердые растворы с неограниченной растворимостью обоих компонентов в твердом состоянии;
  - механические смеси.
22. Для кристаллического состояния вещества характерны:
- высокая электропроводность;
  - анизотропия свойств;
  - высокая пластичность;
  - коррозионная устойчивость.
23. Твердое тело, представляющее собой совокупность неориентированных относительно друг друга зерен-кристаллитов, представляет собой:
- текстуру;
  - поликристалл;
  - монокристалл;
  - композицию.
24. Кристалл формируется путем правильного повторения микрочастиц (атомов, ионов, молекул) только по одной координате:
- верно;
  - верно только для монокристаллов;
  - неверно;
  - верно только для поликристаллов.
25. Для аморфных материалов характерно
- наличие фиксированной точки плавления;
  - наличие температурного интервала плавления;
  - отсутствие способности к расплавлению.
26. Вещество, состоящее из атомов одного химического элемента, называется:
- химически чистым;
  - химически простым;
  - химическим соединением.
27. Вещество, состоящее из однородных атомов или молекул, и содержащее некоторое количество другого вещества, не превышающее заданного значения, называется:
- химически чистым;
  - химически простым;
  - химическим соединением.
28. Укажите вид точечных статических дефектов кристаллической структуры:
- дислокации;
  - вакансии;
  - фононы.
29. Укажите одно из основных характеристик структуры материала:
- концентрация носителей заряда;
  - степень упорядоченности расположения микрочастиц;
  - электропроводность.
30. Способность некоторых твердых веществ образовывать несколько типов кристаллических структур, устойчивых при различных температурах и давлениях, называется:
- полиморфизмом;
  - поляризацией;
  - анизотропией;
  - изотропией.

**5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)**

При оценке результатов выполнения контрольной (домашней) работы используется бинарная система, которая предусматривает следующие результаты и критерии оценивания:

Результат оценивания Критерии оценки  
«зачтено»: Выполнены все задания контрольной работы, либо допущены незначительные ошибки при выполнении.

«не зачтено»: Студент не выполнил или выполнил неправильно задания контрольной работы.

Оценка результатов экзамена осуществляется по бальной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»). Экзамен считается пройденным успешно, если при его проведении получена оценка не ниже «удовлетворительно».

При поведении экзамена в письменной форме критериями оценки являются

«Отлично»: Оба вопроса билета изложены полно (в рамках программы курса или лекционного курса) и точно. Способность самостоятельно мыслить, ясно и последовательно излагать содержание ответа, умение обобщать материал, делать выводы. Правильные ответы на дополнительные (проверочные) вопросы в рамках билета. Подробное изложение основных положений ответа в Листе устного опроса.

«Хорошо»: Оба вопроса или один из них в целом раскрыты, но изложены недостаточно полно (не менее, чем на 80 – 90 %), либо в ответе содержатся неточности (в именах, хронологии, в названии термина при понимании его сути и т.д.).

Наличие достаточно подробных записей в Листе устного опроса.

«Удовлетворительно»: Изложение каждого вопроса в не менее, чем на 60 %, грубые ошибки в периодизациях, классификациях, трактовке основных понятий и т.д. Незнание одного из вопросов может быть компенсировано другим вопросом (на усмотрение преподавателя) при соответствующей записи в Листе устного опроса. Непоследовательное изложение материала, неумение делать выводы.

«Неудовлетворительно»: Отсутствие записей в Листе устного опроса, отказ от ответа, подмена одного вопроса другим, наличие шпаргалки. Изложение вопросов менее, чем на 60 %. Незнание основных понятий и положений темы. Неспособность связно изложить материал.

При поведении экзамена в форме компьютерного тестирования критериями оценки являются:

«Отлично»: Получение более 90 % баллов по тесту при выполнении теста за регламентированное время

«Хорошо»: Получение от 75 до 90 % баллов по тесту при выполнении теста за регламентированное время

«Удовлетворительно»: Получение от 50 до 75 % баллов по тесту при выполнении теста за регламентированное время

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ****6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

|      | Авторы, составители                            | Заглавие   | Библиотека | Издательство, год, эл. адрес   |
|------|--|--|------------|--|
| Л1.1 | С.И.Богодухов,<br>В.Ф.Гребенюк,<br>А.В.Синюхин | Курс материаловедения в вопросах и ответах: Учеб. пособие              |            | М.: Машиностроение, 2003,  |
| Л1.2 | Под ред.<br>Б.Н.Арзамасова                     | Материаловедение: Учебник  |            | М.: МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2008,   |
| Л1.3 | И.А.Тимофеев                                   | Электротехнические материалы и изделия: Учебн.пособие                  |            | СПб.: Лань, 2012,  |
| Л1.4 | В.Н.Гадалов                                    | Материаловедение: Учебник  |            | М.: ИНФРА - М, 2016,   |
| Л1.5 | Черепяхин А.А.                                 | Электротехническое и конструкционное материаловедение: учебник         |            | М.: ИНФРА-М, 2017,   |
| Л1.6 | Целебровский Ю. В.                             | Электротехническое и конструкционное материаловедение: учебное пособие |            | Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2019,<br><a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=574645">https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=574645</a> |

**6.1.2. Дополнительная литература**

|      | Авторы, составители           | Заглавие  | Библиотека | Издательство, год, эл. адрес |
|------|-------------------------------|---|------------|------------------------------|
| Л2.1 | Колесов С.Н.                  | Материаловедение и технология конструкционных материалов: Учебник |            | М.: Высш. шк., 2004,         |
| Л2.2 | Ю.М.Лахтин,<br>В.П.Леонтьева. | Материаловедение: Учебник   |            | М.: Альянс, 2011,            |

**6.1.3. Методические разработки**

|      | Авторы, составители | Заглавие   | Библиотека | Издательство, год, эл. адрес  |
|------|---------------------|--|------------|---|
| ЛЗ.1 | Давыдкин М.Н.       | Электротехническое и конструкционное материаловедение: Лабораторный практикум                              |            | НФ НИТУ МИСиС, 2013, <a href="https://lms.misis.ru">https://lms.misis.ru</a>  |
| ЛЗ.2 | М.Н. Давыдкин       | Электротехническое и конструкционное материаловедение (РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА): Методические указания |            | НФ НИТУ "МИСиС", 2013, <a href="https://lms.misis.ru">https://lms.misis.ru</a>  |
| ЛЗ.3 | Михеева Е. В.       | Материалы и компоненты электронных средств: лабораторный практикум   |            | Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2014, <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=439241">https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=439241</a> |

**6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

|    |   |   |
|----|---|---|
| Э1 | Российская научная электронная библиотека                                 | <a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>      |
| Э2 | Электротехническое и конструкционное материаловедение                     | <a href="https://lms.misis.ru">https://lms.misis.ru</a>   |
| Э3 | НФ НИТУ МИСиС   | <a href="http://www.nf.misis.ru">www.nf.misis.ru</a>      |
| Э4 | Официальный сайт кафедры Электроэнергетики и электротехники НФ НИТУ МИСиС | <a href="http://kafedra-ee.ru/">http://kafedra-ee.ru/</a> |

**6.3 Перечень программного обеспечения**

|     |  |
|-----|--|
| П.1 | ПО Mathcad 14.0 University Classroom Perpetual |
| П.2 | ПО Micro-Cap 10 Evaluation                     |
| П.3 | ПО Microsoft Teams                             |
| П.4 | ПО Zoom  |
| П.5 | ПО MATLAB & Simulink                           |

**6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных**

|     |  |
|-----|--|
| И.1 | <a href="http://www.center.enerval.ru/products.html">http://www.center.enerval.ru/products.html</a> – продукция заводов России, производящих электрические машины и трансформаторы |
| И.2 | <a href="https://www.electromechanics.ru">https://www.electromechanics.ru</a> - сайт "Электромеханика"   |
| И.3 | <a href="http://journals.ioffe.ru/journals/2">http://journals.ioffe.ru/journals/2</a> - "Физика и техника полупроводников"   |

**7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

| Ауд. | Назначение   | Оснащение   |
|------|--|---|
| 139  | Учебная лаборатория (компьютерный класс) Кабинет курсового и дипломного проектирования, самостоятельной работы обучающихся | Компьютер в сборе, 13 шт.<br>Колонки Genius SP-S110, 1 шт.<br>Проектор Acer с потолочным креплением P5206(3D), 1 шт.<br>Экран Lumien Eco Picture 200x200 см, 1 шт.<br>Коммутатор D-Link 16порт, 1 шт.<br>Веб-камера Logitech, 1 шт.<br>Стол компьютерный, 12 шт.<br>Стол ученический, 7 шт.<br>Стул ученический, 25 шт. |

**8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

В процессе изучения дисциплины выделяют два вида самостоятельной работы: - аудиторная; - внеаудиторная. Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под руководством преподавателя. Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная работа обучающимся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа, не предусмотренная программой учебной дисциплины, раскрывающей и конкретизирующей ее содержание, осуществляется обучающимся инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов. Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует источники для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные обучающимися работы и т. п. Виды заданий для внеаудиторной самостоятельной работы, их содержание и характер могут иметь вариативный и дифференцированный характер, учитывать индивидуальные особенности обучающегося. Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online (работа в электронной

информационно-образовательной среде НИТУ «МИСиС» (ЭИОС), частью которой непосредственно предназначенной для осуществления образовательного процесса является Электронный образовательный ресурс LMS Canvas.) и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности. Возможно проведение синхронной работы со студентами с использованием Microsoft Teams или Zoom. Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине на практических, лабораторных занятиях.