

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ребковец Ольга Александровна
Должность: И.о. ректора
Дата подписания: 10.11.2025 22:15:39
Уникальный программный ключ:
e789ec8739030382afc5ebff702928ad1af5cfb

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Камчатский государственный университет имени Витуса Беринга»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (КУРСА, МОДУЛЯ)

Б1.О.03.11 «Электротехническое и конструкционное материаловедение»

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки: «Геотермальная энергетика»

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Курс 2 **Модуль** 5,6

Зачет с оценкой: 6 модуль

Петропавловск-Камчатский 2025 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 № 144.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-5	ОПК-5.1. Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования конструкционных материалов, выбирает конструкционные материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности.
ОПК-5	ОПК-5.2. Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования электротехнических материалов, выбирает электротехнические материалы в соответствии с требуемыми характеристиками
ОПК-5	ОПК-5.3. Выполняет расчеты на прочность простых конструкций

Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

N	Раздел дисциплины/ модуля	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)		
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы
1.	Тема 1. Основы конструкционного материаловедения	9	9	
2.	Тема 2. Электротехнические материалы. Проводники и полупроводники	9	9	
3.	Тема 3. Диэлектрические материалы	9	9	
4.	Тема 4. Магнитные материалы	9	9	

Содержание дисциплины

Тема 1. Основы конструкционного материаловедения

Тема 1.1. Основные представления о строении и свойствах материалов

Свойства материалов (физические, химические, технологические, механические). Факторы, определяющие свойства материалов. Методы исследования химического состава, структуры и свойств материалов. Агрегатные состояния и превращения веществ. Диффузионные процессы в материалах. Кристаллическое и аморфное состояние твёрдых тел. Монокристаллы и поликристаллическое строение материалов. Понятие кристаллической решётки и структуры кристаллов. Элементарная ячейка,

система симметрии кристалла, периоды кристаллической решётки и базис структуры. Кристаллографические направления и атомные плоскости. Изотропия и анизотропия свойств материалов. Точечные, линейные, поверхностные и объёмные дефекты кристаллической структуры и их влияние на физико-механические свойства материалов.

Тема 1.2. Металлы и сплавы

Общая характеристика и классификация металлов. Металлическая межатомная связь, модель "электронного газа" и свойства металлов. Классическая модель проводимости металлов. Кристаллическая структура металлов (ОЦК, ГЦК и ГПУ-решётки). Явление полиморфизма и полиморфные превращения в металлах и сплавах. Термодинамические условия и механизм процесса кристаллизации металлических материалов. Теоретическая (равновесная) и фактическая температуры кристаллизации. Переохлаждение расплава. Кривые охлаждения металлов и сплавов. Механизм процесса кристаллизации расплава. Зависимость размера зерна металла от степени переохлаждения расплава. Строение слитка металлического материала. Понятие фазы и диаграммы состояния сплава. Фазы металлических сплавов. Основные типы диаграмм состояния двухкомпонентных сплавов. Структурные составляющие и диаграммы состояния железоуглеродистых сплавов.

Тема 1.3. Стали и чугуны

Общая характеристика и классификация сплавов железа с углеродом. Способы получения чугунов и сталей. Влияние углерода и постоянных примесей на структуру и свойства сталей. Классификация и маркировка сталей. Белые и графитные чугуны. Микроструктура и свойства серых, ковких и высокопрочных чугунов. Маркировка чугунов. Общая характеристика, классификация и маркировка легированных сталей. Термическая обработка сталей (отжиг, нормализация, закалка и отпуск). Основные фазовые превращения в сталях при термообработке, диаграмма изотермического распада аустенита. Виды и способы закалки сталей. Поверхностная закалка сталей и химико-термическая обработка.

Тема 1.4. Деформация и разрушение материалов

Упругая и пластическая деформация материалов. Сдвигово-дислокационный механизм пластической деформации. Статические, динамические и циклические методы механических испытаний материалов. Испытания материалов на одноосное растяжение. Диаграмма растяжения металлов. Предел текучести и прочности, жёсткость, пластичность и вязкость материалов. Развитие наклёпа под воздействием холодной пластической деформации. Возврат и рекристаллизация металлов, подвергнутых пластической деформации. Холодная и горячая деформация. Механизм разрушения металлических материалов. Вязкое и хрупкое разрушение материалов.

Тема 2. Электротехнические материалы. Проводники и полупроводники

Тема 2.1. Общая характеристика и классификация электротехнических материалов

Твёрдые, жидкие и газообразные электротехнические материалы. Электронное строение атомов и элементы зонной теории твёрдых тел, классификация электротехнических материалов по электрическим и магнитным свойствам. Требования, предъявляемые к современным электротехническим материалам. Виды атомно-молекулярной связи в твёрдых телах, влияние вида связи на электрические и магнитные свойства материалов.

Тема 2.2. Проводниковые материалы

Классификация проводниковых материалов. Физическая природа проводимости: классическая электронная теория и элементы квантовой теории проводимости. Основные электрические свойства проводников. Влияние температуры и дефектов структуры на удельное электросопротивление проводников. Термоэлектронная

эмиссия и термо-ЭДС. Сверхпроводимость.

Тема 2.3. Металлические материалы с высокой электропроводностью и высоким электросопротивлением

Электротехническая медь, латуни и бронзы. Электротехнический алюминий и его сплавы. Благородные металлы: золото, серебро, платина. Железо и стали. Материалы для неподвижных, скользящих и разрывных слаботочных и сильноточных контактов. Тугоплавкие металлы: вольфрам, молибден, хром и др.. Легкоплавкие металлы: олово, свинец, ртуть. Сплавы для образцовых резисторов и измерительных приборов. Сплавы для технических резисторов и нагревательных элементов. Сплавы для термопар. Сплавы на основе железа, никеля, хрома и алюминия.

Тема 2.4. Полупроводниковые материалы

Общие сведения о полупроводниковых материалах. Собственная и примесная электропроводность полупроводников, доноры и акцепторы. Зонная теория и тип проводимости полупроводников. Строение и свойства кремния и германия, примеси и легирующие элементы в кремнии и германии. Способы получения полупроводниковых материалов и методы формирования полупроводниковых структур (термическая диффузия, эпитаксиальное и ионное легирование). Влияние различных факторов (температуры, концентрации примесей, радиации и пр.) на электропроводность полупроводников.

Тема 3. Диэлектрические материалы

Тема 3.1. Общие сведения об электроизоляционных материалах

Основные электрические свойства диэлектриков. Поляризация диэлектриков, виды и механизмы поляризации, классификация диэлектриков по виду поляризации. Диэлектрическая проницаемость и её связь с процессами поляризации, частотная и температурная зависимость диэлектрической проницаемости диэлектриков. Электропроводность газообразных, жидких и твёрдых диэлектриков и её основные закономерности. Поверхностная электропроводность твёрдых диэлектриков. Влияние внешних факторов (температуры, напряженности электрического поля, влажности среды и др.) на удельное объёмное и поверхностное электросопротивление диэлектриков.

Тема 3.2. Диэлектрические потери и пробой диэлектриков

Физическая сущность диэлектрических потерь, векторные диаграммы и эквивалентные схемы диэлектрика с потерями, тангенс угла диэлектрических потерь. Виды диэлектрических потерь. Влияние различных факторов на диэлектрические потери, температурные и частотные зависимости диэлектрических потерь. Физическая сущность пробоя диэлектриков и виды пробоя, механизм и основные закономерности пробоя в газообразных, жидких и твёрдых диэлектриках. Влияние различных факторов на электрическую прочность диэлектриков.

Тема 3.3. Жидкие и газообразные диэлектрики

Классификация диэлектрических материалов и требования, предъявляемые к ним. Применение газов в качестве электроизоляторов, газы с высокой электрической прочностью. Электрическая прочность и диэлектрическая проницаемость газовых промежутков, электрическая прочность газовых промежутков при высокой частоте и сильно неоднородном электрическом поле. Жидкие диэлектрики, их классификация и методы улучшения качества. Нефтяные электроизоляционные масла и жидкие синтетические диэлектрики, их основные эксплуатационные характеристики.

Тема 3.4. Твёрдые органические полимерные материалы, пластические массы и эластомеры

Классификация и свойства органических полимеров, применение полимерных материалов в электрооборудовании. Синтетические и природные смолы (полиолефины, полистирол, поливинилхлорид, полиакрилаты, фторорганические

полимеры. Гетероцепные, фенолформальдегидные, полиэфирные, эпоксидные и кремнийорганические смолы). Электроизоляционные пластмассы, реактопласты и термопласты, изготовление изделий из пластмасс. Слоистые пластики (гетинакс и текстолит). Эластомеры (натуральный каучук, резина, синтетические каучуки). Стёкла и керамика. Волокнистые электроизоляционные материалы, бумага и слюда.

Тема 4. Магнитные материалы

Тема 4.1. Общая характеристика и классификация магнитных материалов

Физическая сущность процессов намагничивания и классификация материалов по магнитным свойствам. Основные магнитные характеристики материалов. Низкочастотные магнитомягкие материалы (железо, пермаллой, электротехническая сталь). Магнитомягкие материалы специализированного назначения. Термомагнитные и магнотрикциионные материалы. Сплавы с прямоугольной петлей гистерезиса и с высокой индукцией насыщения. Высокочастотные магнитомягкие материалы (магнитодиэлектрики и магнитомягкие ферриты). Магнитотвёрдые материалы. Сплавы на основе редкоземельных элементов с большой магнитной энергией. Литые и деформируемые магнитотвёрдые сплавы. Магниты из порошков; магнитотвёрдые ферриты. Материалы для магнитной записи информации.

Зачет с оценкой

1. Свойства материалов (физические, химические, технологические, механические).
2. Методы исследования химического состава, структуры и свойств материалов.
3. Агрегатные состояния и превращения веществ. Диффузионные процессы в материалах.
4. Аморфное и кристаллическое состояние твёрдых тел. Монокристаллы и поликристаллическое (зернистое) строение материалов.
5. Понятие кристаллической решётки и структуры кристаллов.
6. Кристаллографические направления и атомные плоскости. Изотропия и анизотропия свойств материалов.
7. Дефекты кристаллической структуры (точечные, линейные, поверхностные, объёмные). Влияние дефектов структуры на свойства материалов.
8. Общая характеристика и классификация металлов.
9. Металлическая межатомная связь, модель электронного газа и свойства металлов.
10. Классическая теория проводимости металлов.
11. Кристаллическая структура металлов (ОЦК, ГЦК и ГПУ-решётки).
12. Явление полиморфизма и полиморфные превращения в металлах и сплавах.
13. Термодинамические условия и механизм процесса кристаллизации металлических материалов. Кривые охлаждения металлов и сплавов.
14. Зависимость размера зерна поликристаллического материала от степени переохлаждения расплава и строение слитка металла.
15. Понятие фазы и диаграммы состояния сплава. Правило отрезков.
16. Фазы металлических сплавов (химические соединения, различные твёрдые растворы, механическая смесь чистых компонентов).
17. Основные типы диаграмм состояния двухкомпонентных сплавов.
18. Фазы и структурные составляющие сплавов железа с углеродом (феррит, аустенит, цементит, графит, перлит и ледебурит).
19. Диаграммы состояния железоуглеродистых сплавов.
20. Общая характеристика и классификация сплавов железа с углеродом. Способы получения сталей и чугунов.
21. Влияние углерода и постоянных примесей на структуру и свойства сталей.
22. Классификация и маркировка углеродистых сталей.
23. Белые и графитные чугуны. Микроструктура, свойства и маркировка серых, ковких и

- высокопрочных чугунов.
24. Общая характеристика, классификация и маркировка легированных сталей.
 25. Термическая обработка сталей (отжиг, нормализация, закалка, отпуск).
 26. Фазовые превращения в сталях при термообработке. Диаграмма изотермического распада аустенита.
 27. Виды и способы закалки сталей.
 28. Поверхностная закалка и химико-термическая обработка сталей.
 29. Упругая и пластическая деформация материалов. Сдвигово-дислокационный механизм пластической деформации.
 30. Испытания материалов на одноосное растяжение. Диаграмма растяжения металлов.
 31. Наклёп, возврат и рекристаллизация металлических материалов.
 32. Вязкое и хрупкое разрушение материалов.
 33. Классификация материалов по электрическим и магнитным свойствам.
 34. Электронное строение атома и элементы зонной теории твёрдых тел.
 35. Влияние вида атомно-молекулярной связи на электрические и магнитные свойства материалов.
 36. Классификация проводников.
 37. Электро- и теплопроводность металлов с точки зрения классической электронной теории и квантовой теории проводимости. Сверхпроводимость.
 38. Зависимость сопротивления металлов от температуры.
 39. Термоэлектронная эмиссия и термо-ЭДС.
 40. Материалы с высокой электропроводностью (благородные металлы; электротехническая медь, алюминий, железо и их сплавы).
 41. Металлы, используемые в качестве проводников (олово, свинец, ртуть, хром, вольфрам, молибден и др.).
 42. Материалы для неподвижных, скользящих и разрывных слаботочных и сильноточных контактов.
 43. Сверхпроводники и криопроводники.
 44. Сплавы высокого электросопротивления для резисторов и термопар (манганин, константан и др.).
 45. Сплавы для нагревательных элементов на основе железа, никеля, хрома и алюминия (нихромы, хромали).
 46. Собственная и примесная электропроводность полупроводников. Полупроводники n-типа и p-типа с точки зрения зонной теории.
 47. Строение и свойства кремния и германия. Примеси и легирующие элементы в кремнии и германии.
 48. Изменение электропроводности полупроводников с температурой.
 49. Изменение электропроводности полупроводников под воздействием электромагнитного излучения.
 50. Виды и механизмы поляризации диэлектриков. Классификация диэлектриков по виду поляризации.
 51. Диэлектрическая проницаемость и её связь с процессами поляризации. Частотная и температурная зависимость диэлектрической проницаемости диэлектриков.
 52. Электропроводность твёрдых, жидких и газообразных диэлектриков и её основные закономерности.
 53. Влияние внешних факторов (температуры, напряженности электрического поля, влажности среды и др.) на удельное объёмное и поверхностное электросопротивление диэлектриков.
 54. Физическая сущность диэлектрических потерь. Виды диэлектрических потерь и

влияние различных факторов на диэлектрические потери.

55. Физическая сущность и механизм пробоя диэлектриков. Влияние различных факторов на электрическую прочность диэлектрических материалов.
56. Применение газов в качестве электроизоляторов. Газы с высокой электрической прочностью.
57. Электрическая прочность и диэлектрическая проницаемость газов.
58. Жидкие диэлектрики, их классификация и методы улучшения качества.
59. Нефтяные электроизоляционные масла и жидкие синтетические диэлектрики.
60. Классификация и свойства органических полимеров. Применение полимерных материалов в электрооборудовании.
61. Синтетические и природные смолы (полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, полиакрилаты и др.).
62. Политетрафторэтилен (фторопласт).
63. Электроизоляционные пластмассы. Реактопласты и термопласты. Изготовление изделий из пластмасс.
64. Слоистые пластики (гетинакс и текстолит).
65. Эластомеры (резина и каучук).
66. Стёкла и керамика.
67. Волокнистые электроизоляционные материалы, бумага и слюда.
68. Физическая сущность процессов намагничивания и классификация материалов по магнитным свойствам.
69. Низкочастотные магнитомягкие материалы (железо, пермаллой, электротехническая сталь). Магнитомягкие материалы специализированного назначения.
70. Термомагнитные и магнитострикционные материалы.
71. Высокочастотные магнитомягкие материалы (магнитодиэлектрики и магнитомягкие ферриты).
72. Сплавы с прямоугольной петлей гистерезиса и с высокой индукцией насыщения.
73. Литые и деформируемые магнитотвёрдые материалы. Сплавы на основе редкоземельных элементов с большой магнитной энергией.
74. Магниты из порошков. Магнитотвёрдые ферриты.
75. Материалы для магнитной записи информации.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Тарасенко Л. В. Материаловедение: учебное пособие для вузов / Л. В. Тарасенко, С. А. Пахомова, М. В. Унчикова, С. А. Герасимов; под ред. Л. В. Тарасенко. - Москва : НИЦ Инфра-М, 2012. - 475 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-16-004868-0.- Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=257400>.
2. Материаловедение и технология материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие / под ред. А.И. Батышева, А.А. Смолькина. - Москва: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 288 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). - В пер. - ISBN 978-5-16-004821-5. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=397679>.
3. Токмин А. М. Выбор материалов и технологий в машиностроении [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. М. Токмин, В. И. Темных, Л. А. Свечникова. - Москва : НИЦ ИНФРА-М; Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2013. - 235 с. - В пер.- ISBN 978-5-16-006377-5. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=374609>.

Дополнительная литература:

4. Электротехнические и конструкционные материалы: учеб. пособие для студ. / В.Н.Бородулин, А.С.Воробьев, В.М.Матюнин и др.; под ред. В.А. Филикова. - 5-е изд., стер. - М.: Издательский центр 'Академия', 2009. - 280 с.
5. Адашкин А. М. Материаловедение и технология материалов [Электронный ресурс] / А. М. Адашкин, В. М. Зуев. - Москва: Форум, 2010. - 336 с.: ил. - ISBN 978-5-91134-341-5. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=178874>.
6. Электротехнические материалы: учебник для электротехнич. и энергетич. спец. вузов / Н.П. Богородицкий, В.В. Пасынков, Б.М. Тареев. - 7-е изд., перераб. и доп. - Л.: Энергоатомиздат, 1985. - 304 с.
7. Справочник по электротехническим материалам (в 3-х томах) / Под ред. Ю.В. Корицкого, В.В.Пасынкова, Б.М.Тареева. - М.: Энергоатомиздат, Т.1, 1986. - 367 с.; Т.2, 1987. - 464 с.; Т.3, 1988. - 726 с.
8. Акст Е.Р. Электротехническое и конструкционное материаловедение: методические указания для студентов заочной формы обучения. - Наб. Челны: Изд-во НЧИ К(П)ФУ, 2014. - 22 с.

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины предполагает самостоятельное выполнение заданий. При выполнении самостоятельного задания рекомендуется выделять в материале проблемные вопросы, затрагиваемые преподавателем в лекции, и группировать информацию вокруг них. Желательно выделять в используемой литературе постановки вопросов, на которые разными авторам могут быть даны различные ответы. На основании постановки таких вопросов следует собирать аргументы в пользу различных вариантов решения поставленных проблем.

При работе с терминами необходимо обращаться к словарям, в том числе доступным в Интернете, например на сайте <http://dic.academic.ru>.

В тестовых заданиях в каждом вопросе из представленных вариантов ответа правильный только один. Если Вам кажется, что правильных ответов больше, выбирайте тот, который, на Ваш взгляд, наиболее правильный.

При подготовке к экзамену необходимо опираться, прежде всего, на конспекты лекций, вопросы для подготовки к экзамену, а также на рекомендованную литературу.

Студентам заочной формы обучения при выполнении контрольной работы необходимо руководствоваться методическими указаниями [8] из списка рекомендованной литературы.