


ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального  
образования  
«Уральский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВПО УрГУПС)  
Кафедра «Электрические машины»

УТВЕРЖДАЮ:  
Проректор по учебной работе  
 Е.А.Малыгин  
« 5 » Октябрь 2012г.

Основная образовательная программа  
«Системы обеспечения движения  
поездов»

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ  
КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Материаловедение

Шифр дисциплины – **СЗ. Б.12**

Направление подготовки (специальность) – **190901.65 Системы обеспечения дви-  
жения поездов**

Специализации – **«Электроснабжение железных дорог»; «Автоматика,  
телемеханика на железнодорожном транспорте»; «Телекоммуникацион-  
ные системы и сети на железнодорожном транспорте»**

Квалификация – **Специалист**

Форма обучения – **Очная**

Екатеринбург  
2012

Рабочая программа дисциплины «Материаловедение» составлена в соответствии с основной образовательной программой подготовки специалистов «190901 «Системы обеспечения движения поездов», специализации: «Электроснабжение железных дорог»; «Автоматика, телемеханика на железнодорожном транспорте» и «Телекоммуникационные системы и сети на железнодорожном транспорте».

Дисциплина «Материаловедение» преподается на основе ранее изученных дисциплин:

- 1) Физика
- 2) Химия

и является фундаментом для изучения следующих дисциплин:

- 1) «Теоретические основы электротехники»,
- 2) «Электрические машины»,
- 3) «Теория линейных электрических цепей»

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры «Электрические машины». «20» сентября 2012 г., протокол № 1.

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией электромеханического факультета «27» сентября 2012 г.

Согласование:

Автор:

старший преподаватель



Е.П. Никитина

Зав. кафедрой «Электрические машины»

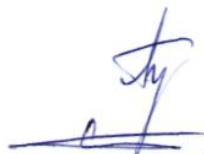
доцент, канд. техн. наук

Декан факультета ЭТ

доцент, канд. физ.-мат. наук.

Декан факультета ЭМ

доцент, канд. техн. наук



А.В. Бунзя



В.В. Башуров



И.С. Цихалевский

Программа согласована:

Председатель учебно-методической комиссии ЭМФ



А. П. Сухогузов

Рецензенты:

Заведующий кафедрой «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте»

Заведующий кафедрой «Электроснабжение транспорта»


В.Н. Коваленко

Ю.П. Нугодников

Курс	2
Семестр	4
Зачетные единицы	3
Лекции	36 ч.
Лабораторные занятия	18 ч.
<hr/>	
Аудиторные занятия	54 ч.
Самостоятельные занятия	54 ч.
Всего часов	108 ч.
Дифференцированный зачет	4 сем.

## Содержание рабочей программы

Введение	4
Цель дисциплины, требования к результатам освоения дисциплины	4
1. Распределение учебных часов по темам, видам занятий и видам самостоятельной работы	6
2. Содержание рабочей программы	6
3. Самостоятельная и индивидуальная работа студентов	12
4. Примерная тематика практических занятий	13
5. Перечень лабораторных работ	13
6. Образовательные технологии	15
7. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости	15
8. Примерные вопросы к экзамену (зачету)	16
9. Понятийно-терминологический словарь дисциплины	19
10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)	24
11. Материально-техническое обеспечение дисциплины	25
12. Лист дополнений и изменений	26
Приложение 1. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	27
Приложение 2. Методические указания по организации текущего контроля работы студентов	28

## **ВВЕДЕНИЕ**

### **Общая характеристика программы курса**

Проектирование и обслуживание современных электротехнических устройств железнодорожного транспорта предполагает формирования у студентов глубоких фундаментальных знаний об электротехнических и конструкционных материалах.

Учебный курс ориентирован на подготовку студентов к практической деятельности в качестве высококвалифицированных специалистов.

В основу курса положены современные теории в области электротехнического материаловедения, практика применения современных материалов.

### **Цель изучения учебной дисциплины**

В процессе освоения дисциплины у студента должны быть сформированы и развиты общекультурные и профессиональные компетенции.

Студент должен владеть:

1) общекультурными компетенциями (ОК)

- культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения; методами и основными законами теоретической электротехники (ОК-1);

- способностью логически верно, грамотно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь, создавать тексты профессионального назначения, умение отстаивать свою точку зрения (ОК-2).

2) профессиональными компетенциями (ПК)

- владение методикой оценки свойств и способами выбора материалов (ПК-11);

Основной **целью** преподавания дисциплины является формирование у студентов знаний о способах получения, свойствах и характеристиках современных материалов и изделий из них, применяемых в устройствах системы обеспечения движения поездов.

**Задачи** изучения дисциплины:

- **формирование** у студентов системного подхода к решению технических задач выбора материалов, разработки новых материалов с заданными эксплуатационными свойствами;

- **изучение** способов получения, свойств современных электротехнических материалов, физических процессов, происходящих в них; обеспечения электрической изоляции электрооборудования и устройств в системах обеспечения движения поездов;

- **обучение** студентов навыкам работы с испытательной и измерительной аппаратурой.

### **Требования к результатам освоения дисциплины**

В результате освоения дисциплины студент должен:

1. **Знать** способы получения, свойства современных материалов, влияние внешних факторов на их характеристики; особенности изоляции электрооборудования, условия применения материалов в устройствах систем обеспечения движения поездов.
2. **Уметь** использовать теоретические знания на практике для выбора и эффективного использования электротехнических материалов при техническом обслуживании систем обеспечения движения поездов.
3. **Владеть навыками** измерения и выбора методов и средств контроля свойств электроизоляционных материалов устройств в системах обеспечения движения поездов.

## 1. Распределение учебных часов по темам и видам занятий

Распределение учебных часов по темам и видам занятий

Таблица 1

№ темы	Название тем рабочей программы	Объем учебных часов						Рекомен- дуемая ли- тература
		всего	том числе					
			лекции	практи- ческие занятия	семинары	лабора- торные работы	СРС	
1	Основные понятия и определения	4	2	—	—	—	2	Л1, Л4
2	Конструкционные материалы	16	6	—	—	4	6	Л1, Л2, Л3, Д12
3	Магнитные мате- риалы	16	6	—	—	2	8	Л4, Л5, Д6, Д8, Д11
4	Проводниковые ма- териалы	8	2	—	—	2	4	Л4, Л5, Д6, Д8, Д11
5	Полупроводниковые материалы	8	2	—	—	2	4	Л4, Л5, Д7,Д11
6	Диэлектрики	30	10	—	—	4	16	Л4, Д9, Д10, Д11
7	Светотехнические материалы	4	2	—	—	—	2	Л4, Д10 Д11
8	Электроизоляцион- ные конструкции	22	6	—	—	4	12	Л4, Д9, Д11
	ИТОГО:	108	36	—	—	18	54	

## 2. Содержание курса

### Тема 1. Основные понятия и определения

Основные определения курса «Материаловедения» как науки, цели и задачи дисциплины. Классификация материалов. Типы твердых тел и их свойства, атомно-кристаллическое строение материалов. Классификация конструкционных и электротехнических материалов. Классификация материалов по их электрическим и магнитным свойствам. [1] с. 3–11, [4] с. 5–7.

### Контрольные вопросы

- 1) Классификация веществ по их строению, основным свойствам и применению.
- 2) Классификация конструкционных материалов.
- 3) Классификация электротехнических материалов с точки зрения зонной теории твердого тела и по магнитным свойствам.

## **Тема 2. Конструкционные материалы**

Структура материалов. Пластическая деформация. Основные механические свойства металлов и сплавов. Методы механических испытаний. Процесс кристаллизации и фазные превращения в сплавах. Основные типы диаграмм состояния. Диаграмма «железо – цементит». [1] с. 7–116, [2], [3] с. 5–144.

Основы термической обработки металлов. Закалка. Отпуск. Отжиг. Нормализация. Химико-термическая обработка металлов. Поверхностная закалка. Цементация. [1] с. 162–166, [2], [3] с. 156–165, 191–201.

Стали и чугуны. Классификация. Конструкционные стали. Маркировка. Применение. Чугуны. [1] с. 231–286, [2], [3] с. 156–201, 255–312.

Цветные металлы и сплавы. Сплавы на основе меди и алюминия. [1] с. 302–317, 357–473, [2], [3] с. 384–401, 406–417.

Конструкционные неметаллические материалы. Композиционные и полимерные материалы. [1] с. 382–469, [2], [3] с. 434–486.

### Контрольные вопросы

- 1) Основные виды элементарных кристаллических решеток металлов.
- 2) Дефекты строения реальных кристаллов.
- 3) Что такое полиморфизм металлов?
- 4) Особенности методов механических испытаний материалов.
- 5) Виды металлических сплавов. Различия твердого раствора замещения и твердого раствора внедрения.
- 6) Особенности диаграмм состояния двойных сплавов.
- 7) Структурные составляющие железоуглеродистых сплавов.
- 8) Что является определяющим при делении железоуглеродистых сплавов на стали и чугуны?
- 9) Особенности основных видов термической обработки металлов.
- 10) Основные виды отжига сталей. В чем отличие нормализации от полного отжига?
- 11) Основные виды закалки сталей. Что такое поверхностная закалка?
- 12) Отличия цементации от цианирования.
- 13) Что такое диффузионная металлизация?
- 14) Как влияют примеси на свойства сталей?
- 15) Классификация и применение сталей?
- 16) Классификация и применение чугунов?
- 17) Назвать основные сплавы на основе меди и алюминия. В чем особенности их свойств и применения?

- 18) Особенности получения и применения композиционных материалов.
- 19) Назвать основные типы полимерных конструкционных материалов.

### **Тема 3. Магнитные материалы**

Основные характеристики и классификация магнитных материалов. Ферромагнитные и ферримагнитные материалы. Кривая намагничивания. Явление магнитного гистерезиса и влияние различных факторов на их магнитные свойства материала. [4] с. 8–20, [5] с. 242–275.

Магнитомягкие материалы. Электротехнические стали. Пермаллой и альсиферы. Ферриты. Магнитные материалы с особыми свойствами. [4] с. 21–27, [5] с. 276–305.

Магнитотвердые сплавы и их характеристики. Применение магнитных материалов в устройствах систем обеспечения движения поездов. [4] с. 27–32, [5] с. 305–320.

#### Контрольные вопросы

- 1) Классификация материалов по их магнитным свойствам.
- 2) Различие строения и свойств ферромагнетиков и ферримагнетиков.
- 3) Основные свойства и характеристики магнитных материалов.
- 4) Основная кривая намагничивания и параметры, определяемые по ней.
- 5) Влияние температуры на основные свойства магнитных материалов.
- 6) Петля гистерезиса и характеристики материалов, определяемые по ней.
- 7) Основные виды потерь в магнитных материалах и способы их уменьшения.
- 8) Магнитомягкие материалы, свойства и область их применения.
- 9) Классификация и область применения электротехнических сталей.
- 10) Магнитные материалы с особыми свойствами и область их применения.
- 11) Магнитотвердые материалы, свойства и область их применения.
- 12) Применение ферритов и пермаллоев в устройствах систем обеспечения движения поездов.

### **Тема 4. Проводниковые материалы**

Классификация и основные характеристики проводниковых материалов.

Металлы высокой удельной проводимости и их применение. [4] с. 32–40, [5] с. 12–41.

Сплавы высокого удельного сопротивления и их применение. [4] с. 40–42, [5] с. 42–45.

Проводниковые материалы специального назначения. Композиционные и неметаллические проводники. [4] с. 42–48, [5] с. 99–117.



Сверхпроводники и криопроводники. [4] с. 48–53, [5] с. 68–99.

Применение проводниковых материалов в устройствах электрических железных дорог. [4] с. 39–48, [5] с. 99–135.

#### Контрольные вопросы

- 1) Классификация проводниковых материалов.
- 2) Основные свойства и характеристики проводников.
- 3) Указать основные материалы высокой удельной проводимости, их свойства и область применения.
- 4) Указать основные материалы с высоким удельным сопротивлением, их свойства и область применения.
- 5) Указать основные проводниковые материалы специального применения, их свойства и область применения.
- 6) Указать основные требования к контактному материалу.
- 7) Объяснить что такое фриттинг контактов, методы борьбы с ним.
- 8) Указать основные неметаллические проводниковые материалы, применяемые в электротехнике. Их достоинства и недостатки в сравнении с проводниковыми материалами.
- 9) Особенности явления сверхпроводимости.
- 10) Различия между сверхпроводниками и криопроводниками.

### **Тема 5. Полупроводниковые материалы**

Основные свойства, классификация полупроводников.

Электропроводность полупроводников и влияние на нее различных факторов. [4] с. 55 –62, [5] с. 151–176.

Химические элементы и соединения, обладающие свойствами полупроводников. [4] с. 62 – 64, [5] с. 176–266.

Нелинейные сопротивления: варисторы, терморезисторы, фотосопротивления. Диоды, стабилитроны, транзисторы, тиристоры. Применение полупроводниковых элементов и приборов в оборудовании электрических железных дорог. [4] с. 64–68, [5] с. 192–240.

#### Контрольные вопросы

- 1) Особенность электропроводности полупроводников.
- 2) Собственная и примесная проводимость полупроводников.
- 3) Полупроводники n-типа и p-типа. Способы определения типов полупроводников.
- 4) Особенности p-n перехода и его применение в технике.
- 5) Воздействия внешних факторов на электрические свойства полупроводников.
- 6) Виды полупроводниковых химических соединений, применяемых в технике.

- 7) Основные виды нелинейных полупроводниковых сопротивлений и области их применения.
- 8) Основные полупроводниковых приборы и области их применения.
- 9) Основные термоэлектрические эффекты.
- 10) Перспективные полупроводниковые материалы.

## **Тема 6. Диэлектрики**

Основные свойства диэлектриков. Классификация диэлектриков.

Поляризация диэлектриков: Виды поляризации, диэлектрическая проницаемость и ее зависимость от различных факторов. [4] с. 68–72,

Электропроводность диэлектриков и виды электропроводности. [4] с. 79–83.

Диэлектрические потери. Схема замещения диэлектрика. Виды потерь в диэлектриках. Тангенс угла диэлектрических потерь и его зависимость от величины и частоты приложенного напряжения, температуры и других факторов. Методы измерения диэлектрических потерь [4] с. 83–91,

Пробой диэлектриков. Электрическая прочность газов и влияние внешних факторов на пробивное напряжение. Виды разрядов в газах. Влияние неоднородности полей и формы напряжения на пробивное напряжение газов. Электрическая прочность жидких и твердых диэлектриков. Пробой твердых диэлектриков. Поверхностный разряд. Частичный разряд. Многослойная изоляция. [4] с. 91–95

Физико-химические и механические характеристики диэлектриков. [4] с. 98–102.

### Контрольные вопросы

- 1) Классификации диэлектриков (по строению, по виду поляризации, по агрегатному состоянию).
- 2) Поляризация диэлектриков. Виды поляризации.
- 3) Зависимость диэлектрической проницаемости от внешних факторов.
- 4) Схемы замещения и векторные диаграммы нейтральных и полярных диэлектриков.
- 5) Особенности электропроводности жидких и твердых диэлектриков.
- 6) Основные виды потерь в диэлектриках и их зависимость от внешних факторов.
- 7) ВАХ воздушного промежутка.
- 8) Влияние давления и влажности на электрическую прочность воздуха.
- 9) Особенности электрического пробоя газообразных диэлектриков в неоднородных электрических полях.
- 10) Пробой в жидких диэлектриках и его особенности.
- 11) Виды пробоя твердых диэлектриков.
- 12) Основные механические свойства диэлектриков.
- 13) Основные физико-химические свойства диэлектриков.

- 14) Влажностные свойства диэлектриков.
- 15) Термические свойства диэлектриков. Нагревостойкость твердых диэлектриков.

### **Тема 7. Светотехнические материалы**

Основные свойства и область применения. Классификация светотехнических материалов. Физические явления в светотехнических материалах. Отражающие, пропускающие, поглощающие, излучающие материалы. [4] с. 113–117.

Волоконные светотехнические материалы. Волоконно-оптические кабели и линии связи. [4] с. 123–125.

#### Контрольные вопросы

- 1) Классификация светотехнических материалов.
- 2) Основные свойства и область применения светотехнических материалов.
- 3) Физические процессы в светотехнических материалах.
- 4) Основные свойства и характеристики волоконно-оптических материалов.
- 5) Применение волоконно-оптических материалов.

### **Тема 8. Электроизоляционные конструкции**

Характеристика основных электроизоляционных материалов, используемых на железнодорожном транспорте. [4] с. 102–113.

Внешняя и внутренняя изоляция электрооборудования. Координация изоляции.

Изоляторы: основные характеристики и типы. [4] с. 113–115.

Электрические силовые кабели. Силовые конденсаторы и их применение. Перенапряжения в электрических сетях низкого напряжения. Защита изоляции установок с помощью разрядников и ограничителей перенапряжения. Общие сведения о профилактических испытаниях электроизоляционных конструкций. [4] с. 102–113.

#### Контрольные вопросы

- 1) Определение электроизоляционной конструкции (ЭИК).
- 2) Классификация ЭИК.
- 3) Электроизоляционные материалы, применяемые на железнодорожном транспорте.
- 4) Состав и назначение электрических силовых кабелей. Отличия силовых проводниковых кабелей от ВОК.
- 5) Состав и назначение электрических силовых конденсаторов.
- 6) Типы изоляторов и их назначение.

- 7) Способы защиты низковольтных электроустановок от перенапряжений.
- 8) Основные методы профилактических испытаний изоляции.
- 9) Принцип координации изоляции.

### **3. Самостоятельная и индивидуальная работа студентов**

Самостоятельная работа студентов заключается в изучении теоретического материала, редактировании конспектов лекций, подготовке к лабораторным занятиям, а также самостоятельное изучение некоторых вопросов курса и конспектирование по первоисточникам, выполнение реферативных и исследовательских работ.

Студентам следует посещать индивидуальные тематические консультации преподавателя, участвовать в обсуждении проблемных вопросов по указанным выше темам курса.

Для самостоятельного изучения и индивидуальной работы выносятся указанные ниже вопросы.

#### **Тема 1. Основные понятия и определения**

Изучение свойств и характеристик конструкционных материалов, их назначения и область применения на железнодорожном транспорте. Перспективы развития электротехнического материаловедения.

#### **Тема 2. Конструкционные материалы**

Изучение основных механических свойств и характеристик конструкционных материалов, методов механических испытаний (твердости, прочности, упругости и т.д.).

Подробное изучение диаграмм состояния различных типов сплавов.

Подробное изучение основных видов термической обработки и ХТО металлов.

Подробное изучение маркировки и применения конструкционных черных и цветных металлов и сплавов.

Подробное изучение свойств, применения и маркировки неметаллических конструкционных материалов.

#### **Тема 3. Магнитные материалы**

Изучение (более подробное) свойств магнитомягких и магнитотвердых материалов, применяемых на железнодорожном транспорте.

#### **Тема 4. Проводниковые материалы**

Более подробное изучение материалов специального назначения, композиционных и неметаллических проводников. Изучение сверхпроводников и криопроводников.

#### **Тема 5. Полупроводниковые материалы**

Изучение принципа действия и основных характеристик основных полупроводниковых приборов (диодов, стабилитронов, транзисторов, тиристорov, датчиков и т.д.), применение их на железнодорожном транспорте

#### **Тема 6. Диэлектрики**

Изучение основных свойств, характеристик и области применения наиболее широко применяемых газообразных, жидких и твердых диэлектриков. Изучение основных свойств, характеристик и области применения активных диэлектриков.

#### **Тема 7. Светотехнические материалы**

Изучение свойств и характеристик стекол (органических и неорганических), металлов, лаков и эмалей, применяемых в качестве светотехнических материалов.

#### **Тема 8 Электроизоляционные конструкции**

Изучение свойств и характеристик основных электроизоляционных материалов: воздуха, природных и синтетических масел, фарфора, органических и неорганических стекол, резины, бумаги и картона, слюды, пластиков и др.

Изучение состава и назначения электрических кабелей, типов и назначения изоляторов. Изучение (более подробное) основных методов профилактических испытаний.

### **Подготовка к промежуточной аттестации**

Промежуточная аттестация по дисциплине состоит из двух частей:

- теоретическая;
- практическая.

Форма теоретической части: тест по пройденному теоретическому материалу.

Форма практической части: защита выполненных лабораторных работ.

Таким образом, подготовка к промежуточной аттестации служит для повторения и лучшего осваивания изученного учебного материала.

### **4. Примерная тематика практических занятий**

Практические занятия по учебной дисциплине не предусмотрены.

### **5. Перечень лабораторных работ**

#### **Определение твердости металлов методами Бринелля и Роквелла**

В ходе лабораторной работы студенты знакомятся с экспрессными методами оценки качества металла. производят измерения твердости на приборах Бринелля и Роквелла. проводят сравнение твердости различных металлов, измеренных разными способами, используя специальные таблицы.

### **Определение механических свойств металлов при испытании на растяжение.**

В ходе лабораторной работы студенты знакомятся с методикой испытания металлов на растяжение. Производят расчет механических свойств по диаграммам растяжения и параметрам испытанных образцов. Рассматривают влияние термической обработки на механические свойства металлов.

### **Определение свойств ферромагнитных материалов.**

В ходе лабораторной работы студенты изучают осциллографический способ измерения основных характеристик ферромагнитных материалов и определяют магнитные характеристики наиболее распространенных магнитомягких материалов (электротехнической стали, пермаллоя и ферритов).

### **Исследование влияния внешних факторов на электропроводность полупроводников, их сплавов и соединений.**

Лабораторная работа позволяет опытным путем изучить зависимость электропроводности полупроводниковых элементов (варистора, фотосопротивления) от воздействия внешних факторов: температуры, освещенности, а также снять вольтамперную характеристику варистора при различных температурах.

### **Исследование зависимости электрического сопротивления проводниковых материалов от температуры.**

Лабораторная работа позволяет опытным путем изучить влияние температуры на электропроводность различных проводниковых и полупроводниковых материалов (константана, нихрома, углерода и медно-марганцевого сплава), а также научиться рассчитывать температурный коэффициент сопротивления материала.

### **Определение удельного электрического сопротивления твердых диэлектриков.**

Лабораторная работа знакомит студентов с экспериментальным методом определения удельного поверхностного и объемного сопротивления твердого диэлектрика.

### **Диэлектрические потери и диэлектрическая проницаемость твердых диэлектриков.**

Лабораторная работа знакомит студентов с мостовым методом измерения диэлектрической проницаемости и тангенса диэлектрических потерь твердых диэлектриков (гетинакс, текстолит, органическое стекло, эбонит) на низком напряжении различной частоты.

### **Определение основных свойств трансформаторного масла.**

Лабораторная работа знакомит студентов с методами и устройствами определения основных диэлектрических свойств трансформаторного масла: вязкости, температуры вспышки, электрической прочности и напряжения пробоя.

### **Электрическая прочность воздуха.**

Лабораторная работа знакомит студентов с установкой для получения высокого напряжения промышленной частоты, позволяет изучить влияние на дав-

ления и влажности на электрическую прочность воздуха, исследовать зависимость электрической прочности от неоднородности электрического поля.

### **Электрическая прочность твердых диэлектриков при переменном напряжении промышленной частоты.**

Лабораторная работа знакомит студентов с методикой испытания твердых диэлектриков на электрическую прочность, видами пробоя.

### **Исследование нелинейных вентильных разрядников.**

Лабораторная работа знакомит студентов с принципом действия вентильного разрядника, опытным путем получить вольтамперную характеристику действия вентильного разрядника.

## **6. Образовательные технологии**

С целью формирования и развития профессиональных навыков студентов в учебном процессе в рамках курса кроме лекций и лабораторных работ предусматривается использование активных форм проведения занятий:

разбор конкретных ситуаций,

обсуждение докладов учащихся, по выполненной самостоятельной работе (реферативного типа),

встречи со специалистами.

## **7. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости**

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Таблица 2

Результаты освоения дисциплины	Формы контроля				
	Текущий контроль лекционного материала и материала СРС	Защита отчетов по лаб. работам	Защита индивид. дом. заданий (реферата, доклада)	Тестирование	Экзамен (дифф. зачет)
Знать способы получения, свойства современных материалов, влияние внешних факторов на их характеристики; особенности изоляции низковольтного оборудования	*	*	*	*	*
Уметь использовать теоретические знания на	*	*	*	*	*

практике					
Владеть навыком измерения и выбора методов и средств контроля свойств электроизоляционных материалов		*			*

Для тестирования студентов используются базы тестовых материалов сайта i-exam.ru по дисциплине «Материаловедение»

## 8. Примерные вопросы к зачету

### Тема 1. Основные понятия и определения

- 1) Строение твердых тел.
- 2) Свойства аморфных и кристаллических веществ.
- 3) Классификация материалов по свойствам и применению.
- 4) Конструкционные материалы.
- 5) Классификация электротехнических материалов.
- 6) Электропроводность материалов.
- 7) Классификация материалов по магнитным свойствам.

### Тема 2. Основы технологии конструкционных материалов

- 1) Пластическая деформация и основные механические свойства металлов и сплавов.
- 2) Дефекты строения реальных кристаллов.
- 3) Основные методы механических испытаний.
- 4) Процесс кристаллизации и фазные превращения в сплавах.
- 5) Основные типы диаграмм состояния. Особенности диаграмм состояния двойных сплавов.
- 6) Структурные составляющие железоуглеродистых сплавов.
- 7) Диаграмма «железо – цементит».
- 8) Закалка. Основные виды закалки сталей. Отпуск.
- 9) Отжиг. Основные виды отжига. Нормализация.
- 10) Химико-термическая обработка металлов.
- 11) Поверхностная закалка.
- 12) Цементация, цианирование, азотирование, диффузионная металлизация.
- 13) Классификация сталей.
- 14) Влияние примесей на свойства сталей.
- 15) Конструкционные стали. Маркировка. Применение.
- 16) Чугуны. Маркировка. Применение.
- 17) Цветные металлы и сплавы.
- 18) Сплавы на основе меди.



- 19) Сплавы на основе алюминия.
- 20) Конструкционные композиционные материалы.
- 21) Основные типы полимерных конструкционных материалов.

### **Тема 3. Магнитные материалы**

- 1) Природа возникновения магнитных свойств материалов. Ферромагнетики и ферримагнетики.
  - 2) Магнитная проницаемость магнитных материалов. Зависимость магнитных свойств ферромагнетиков от температуры, от напряженности внешнего магнитного поля.
  - 3) Кривые намагничивания магнитных материалов  $B = f(H)$ .
  - 4) Осциллографический способ снятия петли гистерезиса магнитных материалов.
  - 5) Петля гистерезиса магнитных материалов и ее основные параметры.
  - 6) Потери в магнитных материалах. Классификация магнитных потерь.
  - 7) Практическая классификация магнитных материалов.
  - 8) Магнитомягкие материалы. Основные свойства. Область применения.
- Примеры магнитомягких материалов.
- 9) Магнитотвердые материалы. Основные свойства. Область применения. Примеры магнитотвердых материалов.
  - 10) Электротехнические стали.
  - 11) Пермаллой и их применение.
  - 12) Ферриты. Особенности их свойств и применение.
  - 13) Магнитные материалы с особыми свойствами.
  - 14) Магниты на основе редкоземельных материалов (РЗМ).

### **Тема 4. Проводниковые материалы**

- 1) Классификация и свойства проводниковых материалов.
- 2) Металлы – основные проводниковые материалы. Электропроводность металлов.
- 3) Основные физические свойства проводников (удельное электрическое сопротивление, проводимость термо-ЭДС и т.д.).
- 4) Контактная разность потенциалов. Явление возникновения термо-эдс.
- 5) Явление сверхпроводимости.
- 6) Сверхпроводники и криопроводники.
- 7) Материалы высокой удельной проводимости.
- 8) Сплавы высокого удельного сопротивления.
- 9) Медь и ее сплавы. Свойства. Область применения.
- 10) Алюминий и его сплавы. Свойства. Область применения.
- 11) Особенности работы проводников в контактном режиме.
- 12) Проводниковые материалы специального назначения.
- 13) Композиционные проводники.
- 14) Неметаллические проводниковые материалы.

## **Тема 5. Полупроводниковые материалы**

- 1) Полупроводники. Их классификация и свойства.
- 2) Собственная и примесная проводимость полупроводников.
- 3) Полупроводники р-типа, п-типа. Способы определения типа полупроводников.
- 4) Кремний и его применение в полупроводниковой технике.
- 5) Зависимость электропроводности полупроводниковых элементов от внешних факторов (температуры, освещения и тд.).
- 6) Типы нелинейных сопротивлений. Принципы и работы. Область их применения.
- 7) Полупроводниковые фотоэлементы. Принцип работы. Область применения.
- 8) ЭДС Холла. Датчики Холла. Принцип и область их применения.
- 9) Термо-ЭДС в полупроводниках и ее практическое значение.
- 10) Варисторы. Принцип работы. Область применения.
- 11) Основные химические элементы и соединения, обладающие свойствами полупроводников. Их применение на транспорте.
- 12) Выпрямительный эффект и его практическое применение.

## **Тема 6. Диэлектрики**

- 1) Классификация диэлектриков.
- 2) Поляризация диэлектрика. Физическая сущность абсолютной и относительной диэлектрической проницаемости.
- 3) Особенности спонтанной поляризации.
- 4) неполярные диэлектрики. Механизм их поляризации. Схема замещения и виды поляризации нейтрального диэлектрика.
- 5) Полярные диэлектрики. Схема замещения и виды поляризации. Дипольно-релаксационная поляризация.
- 6) Проводимость газообразных диэлектриков. ВАХ воздушного промежутка.
- 7) Особенности электропроводности жидких диэлектриков.
- 8) Особенности электропроводности твердых диэлектриков.
- 9) Векторная диаграмма токов нейтрального и полярного диэлектрика.
- 10) Распределение электрического поля в многослойном диэлектрике.
- 11) Диэлектрические потери в диэлектриках Тангенс угла диэлектрических потерь.
- 12) Виды диэлектрических потерь.
- 13) Электрическая прочность диэлектриков.
- 14) Электрическая прочность воздуха. Влияние внешних факторов на электрическую прочность воздуха.
- 15) Особенности пробоя газообразных диэлектриков в неоднородном поле.
- 16) Особенности пробоя жидких диэлектриков.
- 17) Виды пробоя твердых диэлектриков.

- 18) Электрический пробой в твердом диэлектрике. Вольт-секундная характеристика.
- 19) Тепловой пробой твердых диэлектриков.
- 20) Тепловые свойства диэлектриков (нагревостойкость, морозостойкость).
- 21) Понятие частичных разрядов. Напряжение ионизации.
- 22) Методы оценки степени увлажнения твердой изоляции.
- 23) Механические свойства диэлектриков.
- 24) Физико-химические свойства диэлектриков.
- 25) Влажностные свойства твердых диэлектриков (влагопоглощение, гигроскопичность, смачиваемость, гидрофобность).
- 26) Термические свойства диэлектриков (нагревостойкость, морозостойкость, тропикостойкость).

### **Тема 7. Светотехнические материалы**

- 1) Физические процессы в светотехнических материалах
- 2) Светотехнические характеристики материалов.
- 3) Классификация светотехнических материалов. Измерение их основных характеристик.
- 4) Практическое применение светотехнических материалов в устройствах железнодорожного транспорта.

### **Тема 8. Электроизоляционные конструкции**

- 1) Определение электроизоляционных конструкций (ЭИК). Классификация ЭИК.
- 2) Основные газообразные электроизоляционные материалы, используемые на железнодорожном транспорте.
- 3) Основные жидкие электроизоляционные материалы, используемые на железнодорожном транспорте.
- 4) Основные твердые электроизоляционные материалы, используемые на железнодорожном транспорте.
- 5) Изоляторы. Их строение, свойства и область применения.
- 6) Силовые конденсаторы.
- 7) Силовые кабели.
- 8) Изоляция электрических машин и аппаратов.
- 9) Профилактические испытания изоляции.
- 10) Основные методы неразрушающего контроля изоляции.

## **9. Понятийно-терминологический словарь курса**

**Акцептор (акцепторная примесь)** – примесь полупроводникового химического элемента, забирающего электроны при образовании валентных связей.

**Аллотропия (или Полиморфизм)** – способность образовывать несколько типов кристаллических структур.

**Анизотропия** – различие свойств в кристалле в зависимости от пространственного направления испытания или внешнего воздействия.

(Анизотропией для сильномагнитных материалов называется зависимость магнитных свойств материала в различных направлениях намагничивания).

**Антиферромагнетики** – вещества, характеризующиеся антиферромагнитным атомным порядком, возникающим из-за антипараллельной ориентации одинаковых атомов или ионов кристаллической решетки.

**Аустенит (А)** – твердый раствор внедрения углерода в  $\gamma$ -железе.

**Биметалл** – сплав двух проводниковых металлов.

**Бронза** – сплав меди с другим металлом: оловом, кремнием, фосфором, бериллием, магнием, кадмием, хромом и пр.

**Варистор** – нелинейное полупроводниковое сопротивление с резкой зависимостью сопротивления от приложенного напряжения.

**ВАХ** – вольтамперная характеристика (зависимость силы тока от приложенного напряжения).

**Возврат** – частичное восстановление совершенства кристаллической структуры и свойств деформированных металлов или сплавов при их нагреве ниже температуры рекристаллизации.

**ВОК** – волоконно-оптический кабель.

**ВОЛС** – волоконно-оптическая линия связи.

**Горячая деформация** — деформирование, протекающие при температурах выше температуры рекристаллизации.

**Вырожденный полупроводник** - полупроводник, у которого энергия ионизации (активации) примеси равна нулю.

**Двухфазная область** – область в которой одновременно существуют расплав и кристаллы твердого раствора. Верхнюю границу этой области называют **линией ликвидус** («ликвидус» - жидкий), а нижнюю – **линией солидус** («солидус» - твердый).

**Дефект** – отклонение от идеального периодического строения кристаллического тела.

**Диполь** – совокупность двух точечных электрических зарядов, равных по величине и противоположных по знаку, находящихся на некотором расстоянии друг от друга.

**Диэлектрик** – электротехнический материал, с высоким удельным сопротивлением, обладающей способностью поляризоваться под действием внешнего электрического поля.

**Диэлектрическая проницаемость ( $\epsilon$ )** – Величина, показывающая во сколько раз взаимодействие электрических зарядов в среде (диэлектрике) меньше, чем в вакууме.

**Домен (магнитный)** – макроскопическая область с самопроизвольной (спонтанной) намагниченностью, в пределах которой магнитные моменты параллельны друг другу.

**Донор (донорная примесь)** – полупроводникового химического элемента, отдающая электроны при образовании валентных связей.

**Диамagnetик** – вещество с магнитной проницаемостью меньше единицы ( $\mu_r < 1$ ), значение которой не зависит от внешнего магнитного поля.

**Дуга (дуговой разряд)** – возникновение устойчивого самостоятельного разряда в диэлектрике за счет термоионизации.

**Гигроскопичность** – свойство диэлектрика впитывать влагу из окружающей среды.

**Износостойкость** – способность материала сопротивляться износу.

**Контакт (электрический)** – место соединения двух проводников с помощью пайки, сварки, болтового и другого соединения.

**Корона (коронный разряд)** – ионизация диэлектрика в небольшой области вблизи электрода, возникающая в резко неоднородных электрических полях.

**Композиционный материал** – материал, состоящий из двух или более компонентов, химически не связанных между собой, но в итоге изменяющих параметры материала в целом по сравнению с параметрами каждого из компонентов.

**Компоненты сплава** – это элементы или химические соединения, образующие сплав.

**Коэрцитивная сила ( $H_c$ )** – величина напряженности внешнего магнитного поля, которую требуется приложить к намагниченному материалу, чтобы его полностью размагнитить.

**Кривая намагничивания** – зависимость индукции от напряженности внешнего магнитного поля.

**Кристаллизация** – переход из жидкого состояния в твердое состояние.

**Критические точки** – температуры, при которых изменяется строение металлов и сплавов.

**Латунь** – сплав меди с цинком.

**Ледебурит (Л)** – механическая смесь (эвтектика) аустенита и цементита, содержащая 4,3% углерода.

**Магнитная индукция ( $B$ )** – силовая характеристика магнитного поля, численно равная силе, действующей на единицу длины проводника, расположенного перпендикулярно к направлению магнитного поля, по которому течет ток единичной силы.

**Магнитная текстура** – резко выраженная анизотропия у магнитного материала.

**Магнитный гистерезис** – неоднозначная зависимость магнитной индукции магнитного материала от напряженности внешнего магнитного поля при его квазистатическом изменении.

**Магнитоstriction** – явление изменения формы и размеров кристаллов ферромагнитных материалов при намагничивании.

**Наклеп** – Изменение структуры и свойств металлов и сплавов в результате холодной пластической деформации.

**Напряженность магнитного поля** – векторная величина, характеризующая магнитное поле, созданное движущимися зарядами и токами, и не зависящая от магнитных свойств материала.

**Нихром** – материал с высоким удельным сопротивлением, используемый для изготовления нагревательных элементов и приборов (сплав никеля и хрома).

**НЭ** – нелинейный полупроводниковый элемент.

**Остаточная индукция ( $B_r$ )** – индукция магнитного поля на обратном ходе петли гистерезиса при нулевой напряженности магнитного поля.

**Относительная магнитная проницаемость ( $\mu_r$ )** – отношение индукции к напряженности магнитного поля в данной точке кривой намагничивания с учетом магнитной постоянной, равной  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  Гн/м.

**Парамагнетик** – вещество с некомпенсированными магнитными моментами и отсутствием магнитного атомного порядка.

**Парамагнетик** – вещество с магнитной проницаемостью больше единицы ( $\mu_r \geq 1$ ), не зависящей от внешнего магнитного поля.

**Пермаллой** – магнитомягкий материал с высоким значением магнитной проницаемости, представляющий собой сплав никеля и железа.

**Перекрытие по поверхности** – пробой воздуха, пыли или газов, окружающих твердый диэлектрик.

**Перенапряжение** – превышение напряжения электроустановки выше рабочего (номинального), являющееся опасным для изоляции.

**Петля гистерезиса** – это замкнутая кривая, выражающая зависимость магнитной индукции материала от амплитуды напряженности магнитного поля при периодическом достаточно медленном изменении последнего.

**Перлит (П)** – механическая смесь феррита и цементита, содержащая 0,8% углерода (эвтектоид, т. е. подобный эвтектике, но образующийся из твердой фазы).

**Пластмассы (пластики)** – большая группа диэлектрических материалов, состоящих в большинстве случаев, из двух основных компонентов: связующего и наполнителя, и обладающие хорошими изоляционными и механическими свойствами.

**Пластическая деформация** – необратимое изменение формы или размеров тела без его разрушения

**Пластичность** – свойство материала необратимо изменять свои форму и размеры под действием внешней нагрузки.

**Полупроводник** – электротехнический материал, занимающий промежуточное положение между проводниками и диэлектриками, у которого удельное сопротивление имеет значение  $10^{-6} - 10^{+9}$  Ом·м.

**Полупроводник n-типа** – полупроводник с электронной проводимостью.

**Полупроводник p-типа** – полупроводник с дырочной проводимостью.

**Поляризация** – ограниченное смещение связанных зарядов или ориентация дипольных молекул диэлектрика под действием внешнего электрического поля.

**Пробой диэлектрика** – потеря диэлектриком своих основных электрических свойств.

**Пробивное напряжение** – значение напряжения, при котором происходит пробой диэлектрика.

**Проводник** – электротехнический материал с высокой удельной проводимостью (малым удельным сопротивлением).

**Прочность** – способность материала сопротивляться разрушению или появлению остаточных деформаций

**Разрядник** – устройство для защиты изоляции от перенапряжений.

**Рекристаллизация** – процесс зарождения и роста новых зерен в деформированном поликристаллическом металле или сплаве, приводящий к повышению структурного совершенства и восстановлению свойств до уровня недеформированного состояния.

**САП (спеченный алюминиевый порошок)** – дисперсно-упрочненные композиционные материалы на основе алюминия.

**Сверхпроводимость** – явление обращения электрического сопротивления в нуль при температурах близких к абсолютному нулю.

**Сплав** – твердый металлический материал, который состоит из нескольких химических элементов и обладает основными металлическими свойствами.

**Стали** – это деформируемые сплавы железа с углеродом (до 2,14% углерода), а также с другими элементами.

**Старение изоляции** – ухудшение изоляционных свойств под воздействием внешних факторов в процессе эксплуатации.

**Стример** – узкий токопроводящий канал, образующийся в предпробойных стадиях разрядов в воздухе (например, молния).

**Твердость** – способность материала сопротивляться внедрению в него другого, более твердого материала.

**Тепловой пробой твердого диэлектрика** – потеря изоляционных свойств за счет нарушения в условиях эксплуатации теплового равновесия и лавинообразной термоионизации.

**Термическая обработка (ТО)** – процесс изменения в заданном направлении структуры и свойств деталей из металлов и сплавов путем теплового воздействия. **Собственная термообработка** заключается только в термическом воздействии на металл или сплав. **Химико-термическая обработка (ХТО)** заключается в сочетании термического и химического воздействия на поверхность. **Термомеханическая обработка** заключается в сочетании термического воздействия и пластической деформации.

**Термоэлектродвижущая сила** – разность потенциалов, появляющаяся на концах разомкнутой электрической цепи, состоящей из двух различных проводников или полупроводников, контакты которых находятся при различных температурах.

**ТК<sub>p</sub>** – температурный коэффициент удельного сопротивления.

**Твердые растворы** – фазы, в которых один из компонентов (растворитель) сохраняет свою кристаллическую решетку, а атомы другого компонента (примесь) располагаются в ней, изменяя размеры и свойства.

**Ударная вязкость** – характеристика материала, соответствующая отношению работы разрушения при ударном изгибе образца к начальной площади его конечного сечения в плоскости излома.

**Удельное электрическое сопротивление ( $\rho$ )** – величина, равная отношению модуля напряженности электрического поля к модулю плотности тока.

**Удельная электрическая проводимость ( $\gamma$ )** – величина обратная удельному электрическому сопротивлению.

**Упругость** – способность тел восстанавливать свою форму и объем или только объем после прекращения действия внешних сил.

**Ферромагнетик** – вещество, в которого в отсутствие внешнего магнитного поля при температуре ниже температуры Кюри наблюдается магнитная упорядоченность, соответствующая параллельному расположению спинов в доменах.

**Ферримагнетик** – вещество с нескомпенсированным антиферромагнетизмом.

**Феррит (Ф)** – твердый раствор внедрения углерода в  $\alpha$ -железе.

**Холодная деформация** – деформирование без предварительного нагрева материала или деформирование при температурах, не превышающих температуры рекристаллизации (тепловое деформирование).

**ЧР (частичные разряды)** – пробой газовых включений или локальный пробой малых объемов твердого или жидкого диэлектрика, не вызывающий сквозного пробоя.

**Чугуны** – это сплавы железа с углеродом (свыше 2,14%), содержащие постоянные примеси марганца, кремния, фосфора и серы, а также при необходимости легирующие элементы.

**Цементит (Ц)** – химическое соединение железа с углеродом (карбид железа  $\text{Fe}_3\text{C}$ ). В цементите содержится 6,67% углерода.

**Эвтектика** – механическая смесь двух (или более) видов кристаллов, одновременно кристаллизующихся из жидкого сплава.

**ЭИК** – электроизоляционная конструкция – электрический барьер между разнотенциальными электродами, обеспечиваемый с помощью диэлектриков.

**Электрическая прочность** – значение напряженности внешнего однородного электрического поля, при котором происходит пробой диэлектрика.

**Электрический пробой** – потеря изоляционных свойств диэлектрического материала при превышении приложенного напряжения выше допустимого значения.

**Электрический пробой** – разрушение диэлектрика, обусловленное ударной ионизацией электронами или разрывом связей между атомами, ионами или молекулами.

**Энергия ионизации (активации)** – это энергия, необходимая для отрыва наиболее слабо связанного электрона от атома.



## 10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 10.1. Основная литература:

1. *Гуляев А.П., А.А. Гуляев* Металловедение. Учебник для вузов/ А.П.Гуляев, А.А. Гуляев.- 7-е перераб. и доп. – М.: Альянс, 2011.-643с.
2. *Лахтин. Ю.М., Леонтьева В.П.* Материаловедение. Учебник для вузов 6- е изд. - М.:ООО «Издательский дом Альянс» , 2011. - 528 с.
3. *Лахтин. Ю.М., Леонтьева В.П.* Материаловедение. Учебник для вузов 5- е изд. - М.:ООО «Издательский дом Альянс», 2009. - 528 с.
4. *Никитина Е. П., Санникова Е. П.* Материаловедение. Конспект лекций – Екатеринбург: УрГУПС, 2009. – 128 с.  
[[https://www.usurt.ru/in/files/umm/umm\\_2108.pdf](https://www.usurt.ru/in/files/umm/umm_2108.pdf)]
5. *Серебряков А.С.* Электротехническое материаловедение. Проводниковые, полупроводниковые и магнитные материалы: Учеб. пособие для вузов ж.д. транспорта. – М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2008. – 372 с.

### 10.2. Дополнительная литература:

6. *Алиев И.И.* Электротехнические материалы и изделия. Справочник – М.: Радиософт, 2000. – 352 с.
7. *Алиев И.И.* Электротехнические материалы и изделия. Справочник 3-е изд.– М.: Радиософт, 2004. – 352 с.
8. *Алиев И.И. , Калганова С.Г.* Электротехнические материалы и изделия. Справочник – М.: Радиософт, 2005. – 352 с.
9. *Ройзен О.Г.* Техника высоких напряжений. Учебное иллюстрированное пособие. М.: Маршрут, 2005. – 39 с.
10. *Серебряков А.С.* Электротехническое материаловедение. Электроизоляционные материалы. Пособие для вузов. – М.: Маршрут, 2005. – 202 с.
11. *Сухогузов А.П., Косяков А.А., Никитина Е.П.* Материаловедение и техника высоких напряжений. Лабораторный практикум. – Екатеринбург: УрГУПС, 2008 – 90 с.
12. *Кирель Л.А., Михайлова Н.А., Михайлова О.М.* Механические испытания металлов. Сборник методических руководств к лабораторным работам по материаловедению часть 1 – Екатеринбург, УрГУПС, 2004. – 41 с.

### 10.3. Интернет ресурс.

15. <https://www.usurt.ru>

Информационное обеспечение дисциплины включает в себя:

- презентации по вышеуказанным темам дисциплины;

- комплект тестовых заданий для контрольного теста по теме «Проводники, полупроводники и магнитные материалы»;
- комплект тестовых заданий для контрольного теста по теме «Диэлектрики»;
- комплект тестовых заданий для контрольного теста по теме «Технология конструкционных материалов».

### **11. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лабораторные работы по дисциплине проводятся в специализированных лабораториях (ауд. Б1 – 25, Б1 – 29), оборудованных необходимыми лабораторными установками и стендами с макетами, позволяющими глубже усвоить изучаемый учебный материал, и привить практические навыки работы с устройствами низкого и высокого напряжения.

Материально-техническое обеспечение дисциплины также включает в себя:

- плакаты по технике безопасности при выполнении лабораторных работ;
- плакаты по и оборудование по технике пожарной безопасности

## 12. ЛИСТ ДОПОЛНЕНИЙ И ИЗМЕНЕНИЙ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального  
образования  
«Уральский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВПО УрГУПС)

### ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ на 20\_\_\_ / 20\_\_\_ учебный год

По дисциплине «Материаловедение» для направления подготовки 190901.65  
«Системы обеспечения движения поездов»  
Основание:

---

(итоги ежегодного рассмотрения на кафедре, внесение изменений в учебный план, введение нового учебного плана, введение новой типовой учебной программы, иные причины – указать, какие)

---

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

---

---

---

---

---

Дополнения и изменения внесены на заседании кафедры «Электрические машины» протокол № \_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г.

Автор рабочей программы:

Зав. кафедрой:

Декан электротехнического факультета:

Никитина Е. П.

Бунзя А. В.

Башуров В. В.

## Приложение 1

### Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

#### Виды самостоятельной работы и формы отчетности

Вид самостоятельной работы	Названия разделов или тем рабочей программы	Объем, ч.	Форма Отчетности
Изучение теоретического материала, вынесенного на самостоятельную работу	1) Основные понятия и определения 2) Конструкционные материалы 3) Магнитные материалы 4) Проводниковые материалы 5) Полупроводниковые материалы 6) Диэлектрики 7) Светотехнические материалы 8) Электроизоляционные конструкции 9)	2 6 8 4 4 16 2 12	Текущий контроль Тестирование
Изучение лекционного материала			Текущий контроль
Подготовка: к контр. работам, к выполнению и защите лаб. работ, выполнение соответствующих разделов комплексных курсовых проектов или работ			Текущий контроль Тестирование
Подготовка к экзамену	Все темы рабочей программы		Дифф. зачет
Итого:		54	

## Приложение 2

### МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

#### 1. Организация текущего контроля

Вид занятий	Номер контр. точки	Темы рабочей программы, подлежащие контролю							Методы и способы контроля	Сроки проведения	Максимальный балл	Всего баллов по виду занятий
		1	2	3	4	5	6	7				
1	2	3							4	5	6	7
Лекции	Л-1		*	*	*				Тестирование	6 нед.	20	40
	Л-2					*	*	*	Тестирование	17 нед.	20	
Лабораторные работы	ЛР-1	*		*					Защита лаб. работ	10 нед.	20	40
	ЛР -2		*				*		Защита лаб. работ	16 нед.	20	
Самостоятельная работа	С-1	*	*	*	*	*	*		Работа над рефератом	8 –16 нед.	15	20
	С-2	*	*	*	*	*	*	*	Защита реферата	17 нед.	5	
ИТОГО:												100

## 2. График текущего контроля

Вид занятий	Номер недели																		Всего часов
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Лекции							4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	36
											Л-1						Л-2		
Практические занятия																			–
																			–
Лабораторные работы							2	2	2		2	2	2	2	2	2			
										С-1							С-2		18
Самостоятельная работа									2	2	2	2	2	2	2	2	2	12	
																			54
Групповые консультации																			
											Рейтин- говая неделя						Рейтин- говая неделя		
Итого:																			108