

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего профессионального образования  
**«Владимирский государственный университет**  
**имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
 (ВлГУ)



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методической работе

А.А. Панфилов

« 02 » 10 2015 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электротехническое материаловедение

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль подготовки: Электроснабжение

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: заочная

Семестр	Трудоёмкость, зач. ед./ час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаб. работ, час.	СРС, час.	Форма про- межуточного кон- троля (экз/зачёт)
третий	3/108	2	4		102	Зачёт
четвёртый	4/144	2	4		138	Зачёт
Итого	7/252	4	8		240	Зачёты

Владимир – 2015

Год начала подготовки – 15, 16

## **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Целями** освоения дисциплины являются: приобретение знаний об электромагнитных свойствах электротехнических материалов в зависимости от их состава и структуры; приобретение знаний о связи между свойствами материалов и техническими параметрами электротехнических устройств, влияющими на их режимы работы.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

Дисциплина «Электротехническое материаловедение» относится к обязательным дисциплинам вариативной части дисциплин учебного плана направления подготовки бакалавров «Электроэнергетика и электротехника» для профиля «Электроснабжение» (блок Б1.В.ОД). Дисциплина логически и содержательно- методически тесно связана с рядом естественно-научных и профессиональных дисциплин.

Математические и естественно- научные дисциплины формируют необходимые для изучения электротехнических материалов способности к обобщению и анализу информации, навыки постановки цели и выбора путей её достижения; готовность использовать компьютер как одно из средств освоения новой дисциплины; способности математического анализа и моделирования явлений электрической поляризации, намагничивания материалов, протекания через них тока проводимости; способность и готовность понимать физическую сущность характеристик и параметров свойств материалов, актуальность их совершенствования.

Из общепрофессиональных дисциплин с «Электротехническим материаловедением» тесно связана дисциплина «Теоретические основы электротехники» (часть 1), в результате освоения которой студенты приобретают необходимые для изучения электрических и магнитных свойств материалов знания основных понятий и законов теории электрических и магнитных цепей, понимание способов построения схем замещения механизмов поляризации и намагничивания веществ, овладевают программными средствами для решения задач теоретической электротехники, которые применяются в анализе схем замещения.

Знания и умения, получаемые в ходе изучения дисциплины «Электротехническое материаловедение» служат базой для последующего изучения таких профессиональных дисциплин, как «Электромеханика» и «Кабельные и воздушные линии».

## **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции:

Знать:

И обладать способностью к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

Методы определения параметров оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-5) по имеющейся информации о свойствах применяемых в них материалов.

Уметь:

Определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-5) по известным параметрам свойств материалов;

проводить обоснование проектных решений (ПК-4), зная свойства применяемых материалов.

Владеть:

Методами определения параметров оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-5) по имеющейся информации о свойствах применяемых в них материалов.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единицы, 252 часа.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Объём учебной работы с приме- нением интерак- тивных методов (в часах / %)	Формы теку- щего кон- троля успева- емости (по неделям семестра), форма про- межуточной аттестации (по семест- рам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС		
1	Атомно- кристаллическое строение вещества	3						12		
2	Элементы теории сплавов	3						12		
3	Электропроводящие свойства твёрдых тел	3			2			13	1/50%	
4	Магнитные свойства твёрдых тел	3						13		
5	Тепловые свойства твёрдых тел	3						13		
6	Механические свойства твёрдых тел	3						13		
7	Диэлектрические свойства вещества	3		1	2			13	1/33%	
8	Диэлектрические материалы	3		1				13		



	Всего за семестр			2	4			102		2/33%	Зачёт
9	Полупроводники	4		0,5	1			46		0,5/33%	
10	Проводники	4		0,5	1			46		0,5/33%	
11	Магнитные материалы	4		1	2			46		1/33%	
	Всего за семестр			2	4			138		2/33%	Зачёт
	Всего			4	8			240		4/33%	Зачёты

### Тематика практических занятий

#### Третий семестр

- 1) Решение задач по применению формул, определяющих удельную проводимость. Оценочные расчёты температурных зависимостей соответствующих параметров (2 часа).
- 2) Обсуждение механизмов поляризации диэлектриков и набора параметров, численно характеризующих эти механизмы. Прикидочные расчёты режимов поляризации в этих механизмах (2 часа).

#### Четвёртый семестр

- 1) Оценочные расчёты удельной электрической проводимости полупроводников при заданных концентрациях носителей заряда и параметрах их подвижности (1 час).
- 2) Оценочные расчёты погонных электрических сопротивлений металлических проволок и жил проводов по известным свойствам соответствующих проводящих материалов (1 час).
- 3) Сравнительный анализ параметров предельных гистерезисных циклов ферро- и ферромагнетиков (2 часа).

#### Самостоятельная работа студентов

Самостоятельная работа студентов предусматривает самостоятельную подготовку по сбору, систематизации и обработке материала из предложенного списка литературы (и дополнительной литературы), лекционного материала, к практическим занятиям, зачётам. Сюда включается также самостоятельное составление реферата (4 семестр).

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Лекционные занятия и практические проводятся в аудиториях, оборудованных компьютерами, электронными проекторами, что позволяет сочетать активные и интерактивные формы проведения занятий. Чтение лекций сопровождается демонстрацией компьютерных слайдов, комплект которых содержится в электронном приложении к рабочей программе. Интерактивные формы – компьютерные симуляции, а также разбор ситуаций, связанных с физическими (главным образом, электромагнитными) воздействиями на анализируемые материалы. Контроль текущей успеваемости и самостоятельной работы студентов производится в форме опросов. Перечни контрольных вопросов представлены ниже.

В рамках учебного курса предусмотрены встречи со специалистами, работающими в области электроэнергетики и электротехники.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **6.1. Вопросы по разделам программы для проведения текущего контроля**

Семестр 3. Контрольные вопросы по СРС.

1. Каким образом можно классифицировать диэлектрики по свойствам и техническому назначению?
2. Чем отличается реакция полимеризации от поликонденсации?
3. Чем различаются свойства линейных и пространственных полимеров?
4. Какие полимеры используются в качестве высокочастотных диэлектриков и почему?
5. Как и для каких целей производят изделия из композиционных пластмасс?
6. Каковы основные преимущества эпоксидных компаундов? Каков механизм их отверждения?
7. Какие виды стёкол нашли наиболее широкое применение в электротехнике и для каких целей?
8. В чём сходство и различие между ситаллом и стеклом? Какова технология изготовления ситаллов и для каких целей они применяются?
9. Каковы операции технологического цикла при изготовлении керамических изделий? В чём преимущества керамического производства?
10. Приведите примеры установочных высокочастотных керамических диэлектриков. Назовите наиболее характерные области их применения.
11. На каких принципах основано создание термостабильной конденсаторной керамики?
12. Какие диэлектрики называют активными? В чём различие требований к активным и пассивным диэлектрикам?
13. Какая электрическая упорядоченность свойственна сегнетоэлектрикам?
14. Как объяснить диэлектрический гистерезис и нелинейность зависимости заряда от напряжения у конденсаторов с сегнетоэлектриками?
15. Что такое начальная, реверсивная и эффективная диэлектрические проницаемости?
16. Что называют сегнетоэлектрической точкой: Кюри?
17. Каков микроскопический механизм спонтанной поляризации титаната бария?



18. Назовите наиболее важные применения сегнетоэлектриков. На каких свойствах материалов основаны эти применения?
19. Что такое прямой и обратный пьезоэффект? В каких диэлектриках можно наблюдать эти явления?
20. От каких факторов зависят пьезоэлектрические свойства сегнетоэлектрической керамики? В чём состоят преимущества пьезокерамики перед монокристаллическими пьезоэлектриками?
21. Что такое пироэлектрический эффект? Где применяются пироэлектрики?
22. Какова при рода электрентного состояния в диэлектриках? Что такое гомо- и гетерозаряд?
23. В чем различие между жидким состоянием вещества и «жидким кристаллом»?
24. Как классифицируются жидкие кристаллы по виду симметрии? Какие из них находят наиболее широкое применение в электронной технике и для каких целей?
25. Какие основные требования предъявляются к диэлектрику как лазерному материалу? Какие элементы и почему наиболее часто используются в качестве активаторов люминесценции в твердотельных лазерах?
- 26) Что такое гомополимеры и сополимеры?
- 27) Что такое гомоцепные и гетероцепные полимеры?
- 28) Что такое линейные, разветвлённые и сетчатые (сшитые) полимеры?
- 29) Что такое термопластичные и терморезистивные полимеры?
- 30) Какие Вы знаете полимерные плёночные материалы и где они применяются в качестве диэлектриков?
- 31) Что такое эластомеры и где они применяются?

#### Семестр 4. Контрольные вопросы по СРС.

- 1) Какие химические элементы обладают свойствами полупроводников? Какие из них имеют наибольшее значение для электронной техники?
- 2) Что служит сырьём при получении полупроводниковых кремния и германия? Назовите основные технологические операции при получении кремния полупроводниковой чистоты.
- 3) Каким образом производится кристаллизационная очистка кремния и германия? Какой метод получил наиболее широкое распространение для выращивания крупных монокристаллов этих полупроводников?
- 4) Как изменяется ширина запрещённой зоны кремния и германия при понижении температуры?
- 5) Какие примесные элементы создают в кремнии и германии мелкие акцепторные и донорные уровни?

- 6) При каком допустимом содержании примесей германий будет обладать собственным сопротивлением при комнатной температуре?
- 7) В каком спектральном диапазоне чистый кремний оптически прозрачен в нормальных условиях?
- 8) Как и почему изменяется подвижность носителей заряда в кремнии и германии при увеличении концентрации легирующих примесей?
- 9) Какая существует взаимосвязь между коэффициентами диффузии и растворимостью примесей в кремнии и германии?
- 10) Какими преимуществами обладают эпитаксиальные методы осаждения полупроводниковых слоёв?
- 11) Какие преимущества кремния обуславливают его широкое применение при изготовлении планарных транзисторов и интегральных микросхем?
- 12) Чем различаются свойства политипов карбида кремния? Как эти различия можно использовать на практике?
- 13) Какой тип химической связи характерен для полупроводниковых соединений типа  $A^3B^5$ ? Какие закономерности в изменении электрофизических свойств этих полупроводников Вам известны?
- 14) Каким образом осуществляется синтез и выращивание монокристаллов разлагающихся полупроводниковых соединений?
- 15) Как изменяется ширина запрещённой зоны полупроводниковых твёрдых растворов в зависимости от состава?
- 16) Какие материалы используются для изготовления инжекционных лазеров и светодиодов?
- 17) Какие полупроводниковые материалы наиболее перспективны для создания гетеропереходов со свойствами идеального контакта?
- 18) Почему большинство полупроводниковых соединений  $A^2B^6$  проявляет лишь один тип электропроводности, независимо от характера легирования?
- 19) Для каких целей перспективно использование полупроводников  $A^4B^6$  и твёрдых растворов на их основе?
- 20) Какие свойства меди обуславливают ее широкое применение в электротехнике? Что такое «водородная болезнь» меди?
- 21) Какими преимуществами и недостатками по сравнению с медью обладает алюминий как проводниковый материал?
- 22) Какие металлы и в каких условиях могут переходить в состояние сверхпроводимости? Что является причиной образования куперовских пар?

- 23) Как влияет магнитное поле на критическую температуру перехода в состояние сверхпроводимости? Чем различаются сверхпроводники первого и второго рода?
- 24) Какие металлические сплавы высокого сопротивления нашли применение в электротехнике и для каких целей?
- 25) Каким образом обеспечивается прочность и формоустойчивость вольфрамовых нитей и спиралей при высоких температурах эксплуатации?
- 26) Чем обусловлено широкое применение тантала в конденсаторостроении?
- 27) Почему ферромагнитные металлы обладают нелинейной зависимостью удельного сопротивления от температуры?
- 28) Что понимают под мягкими и твёрдыми припоями?
- 29) Назовите неметаллические проводниковые материалы и приведите примеры их применения в электротехнике.
- 30) Что представляет собой электротехническая сталь и где она применяется?
- 31) Какие группы материалов для изготовления постоянных магнитов Вы знаете? Чем они отличаются друг от друга по физическим свойствам?

#### Семестр 4. Темы рефератов.

1. Типы химической связи, влияющие на структуру вещества.
2. Аморфные и кристаллические тела. Кристаллографический анализ.
3. Типы кристаллических решёток. Индексы Миллера.
4. Изоморфизм и полиморфизм.
5. Монокристаллические и поликристаллические материалы.
6. Дефекты кристаллического строения.
7. Сплавы. Их фазы. Твёрдые растворы и химические соединения в сплавах. Эвтектики.
8. Виды термической обработки металлов и сплавов.
9. Химико-термические и термомеханические виды обработки металлов и сплавов.
10. Классификация веществ (материалов) по отношению к воздействию электрического поля.
11. Электропроводящие свойства материалов.
12. Классификация веществ (материалов) по отношению к воздействию магнитного поля.
13. Магнитный диполь, магнитный дипольный момент, намагниченность вещества, магнитная восприимчивость, магнитная проницаемость.
14. Тепловые свойства вещества. Нагревостойкость и холодостойкость.
15. Основные механические свойства твёрдых материалов.
16. Основные технологические свойства материалов.



17. Электрический диполь, электрический дипольный момент, электрическая поляризованность вещества. Диэлектрическая восприимчивость, поляризуемость и проницаемость линейного диэлектрика.
18. Механизмы поляризации диэлектриков.
19. Спонтанная поляризация. Нелинейные диэлектрики.
20. Пробой диэлектрика. Электрическая прочность диэлектрика.
21. Активные диэлектрики.
22. Неорганические диэлектрические материалы.
23. Органические диэлектрические материалы.

## 6.2. Вопросы к зачёту

### Семестр 3

1. Что такое электротехнический материал? На какие группы подразделяются вещества по отношению к электрическому и магнитному полю? Дать определения этим группам.
2. Типы кристаллических решёток, их краткая характеристика.
3. Типы сплавов. Их наиболее характерные фазовые диаграммы.
4. Какими параметрами и характеристиками описываются свойства диэлектриков? Чем отличаются изоляционные материалы от диэлектриков для конденсаторной техники?
5. Указать условные границы между диэлектриками, полупроводниками и проводниками. Что такое удельная электрическая проводимость вещества?
6. Назовите основные виды химической связи и кратко охарактеризуйте их.
7. Что такое электрический диполь и соответствующий дипольный момент? Что такое электрическая поляризованность вещества?
8. Что такое энергетические уровни электронных оболочек и энергетические зоны? Чем отличаются друг от друга диэлектрики, полупроводники и проводники с точки зрения зонной теории?
9. Как зависит электрическая поляризованность пассивных диэлектриков от напряжённости электрического поля в статическом режиме? Что такое диэлектрическая восприимчивость вещества и диэлектрическая проницаемость?
10. Кратко опишите механизмы поляризации диэлектриков.
11. Как выглядит частотная зависимость диэлектрической восприимчивости вещества, обусловленной одним видом релаксационной поляризации, если известна статическая восприимчивость и постоянная времени релаксации?
12. Как выглядит частотная зависимость диэлектрической проницаемости вещества, обусловленной совместным действием нескольких механизмов мгновенной и релаксационной

поляризации, если для каждого из этих механизмов известна статическая восприимчивость и постоянная времени релаксации?

13. Как определяется диэлектрическая восприимчивость смеси химически не взаимодействующих диэлектрических компонентов? Формула Лихтенеккера.
14. Составляющие тока, протекающего через диэлектрик и их определения.
15. Что такое удельная объёмная проводимость, удельное объёмное сопротивление, удельная поверхностная проводимость, удельное поверхностное сопротивление?
16. Чем обусловлена электропроводность газов?
17. Чем обусловлена электропроводность жидкостей?
18. Чем обусловлена объёмная электропроводность твёрдых диэлектриков?
19. Чем обусловлена поверхностная электропроводность твёрдых диэлектриков?
20. Какие существуют виды диэлектрических потерь? Что такое угол диэлектрических потерь и его тангенс?
21. Что такое пробой диэлектрика и электрическая прочность изоляции?
22. Классификация пассивных и активных диэлектрических материалов.
23. Наиболее часто применяемые полимерные диэлектрики.
24. Наиболее часто применяемые неорганические диэлектрики.
25. Сегнетоэлектрики.
26. Пьезоэлектрики.
27. Пироэлектрики.
28. Электреты.

#### Семестр 4

1. Отличие по электрическим свойствам полупроводников от проводников и диэлектриков.
2. Полупроводники: элементарные и химические соединения.
3. Собственные носители заряда в полупроводниках.
4. Примесные носители заряда в полупроводниках.
5. Электропроводность полупроводников.
6. Электронно-дырочный переход.
7. Фотопроводимость полупроводников.
8. Влияние сильных электрических полей на электропроводность полупроводников.
9. Собственный полупроводник германий.
10. Собственный полупроводник кремний.
11. Собственный полупроводник селен.
12. Пробой p-n перехода.
13. Собственный полупроводник карбид кремния.

14. Собственные полупроводники  $A^3B^5$ .
15. Собственные полупроводники  $A^2B^6$ .
16. Полупроводники на основе оксидов.
17. Проводниковые материалы на основе меди.
18. Проводниковые материалы на основе алюминия.
19. Проводниковые материалы на основе железа.
20. Сверхпроводники и криопроводники.
21. Проводниковые материалы на основе тугоплавких металлов.
22. Проводниковые материалы на основе благородных металлов.
23. Проводниковые материалы на основе свинца.
24. Проводниковые материалы на основе олова.
25. Проводниковые материалы на основе цинка.
26. Металлические сплавы высокого электрического сопротивления.
27. Понятие о твёрдых, жидких и газообразных проводниках.
28. Температурная зависимость удельного сопротивления металлических проводников.
29. Контактная разность потенциалов. Термоэлектродвижущая сила.
30. Классификация проводниковых материалов.
31. Неметаллические проводящие материалы.
32. Проводниковые материалы с ионной проводимостью.
33. Электротехнические композиционные материалы для резисторов.
34. Материалы для контактов электрических аппаратов.
35. Спонтанное намагничивание сильномагнитных материалов и их доменная структура.
36. Магнитомягкие материалы. Их свойства и техническое применение.
37. Магнитотвёрдые материалы. Их свойства и техническое применение.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

а) основная литература (фонд библиотеки ВлГУ и электронные библиотечные системы со свободным доступом для сотрудников и студентов ВлГУ):

1. Г.Г. Бондаренко, Т.А. Кабанова, В.В. Рыбалко. Основы материаловедения [Электронный ресурс] / Г.Г. Бондаренко, Т.А. Кабанова, В.В. Рыбалко. – М. : БИНОМ, 2015. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996323777.html>. – Электронное издание на основе: Основы материаловедения [Электронный ресурс] : учебник / Г. Г. Бондаренко, Т. А. Кабанова, В. В. Рыбалко ; под ред. Г. Г. Бондаренко. – 2-е изд. (эл.). - Электрон. текстовые дан. (1



файл pdf : 763 с.). – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – (Учебник для высшей школы). – Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10". – ISBN 978-5-9963-2377-7.

2. Привалов, Е.Е. Электроматериаловедение [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.Е. Привалов; Ставропольский государственный аграрный университет. – Ставрополь: АГРУС, 2012. – 196 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=515127>.

3. Томилин, В. И. Физическое материаловедение. Ч. 1. Пассивные диэлектрики [Электронный ресурс] : учеб. пособие в 2 ч. / В. И. Томилин, Н. П. Томилина, В. А. Бахтина. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2012. – 280 с. – ISBN 978-5-7638-2510-7. – <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=440908>.

4. Тимофеев, Игорь Александрович. Электротехнические материалы и изделия: учебное пособие для вузов по специальностям направлений подготовки "Транспортные машины и транспортно-технологические комплексы" и "Эксплуатация наземного транспорта и транспортного оборудования"/ И. А. Тимофеев. – Санкт-Петербург: Лань, 2012. – 267 с. : ил., табл. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – Библиогр.: с. 252-263. – ISBN 978-5-8114-1304-1.

5. Пешков, Изяслав Борисович. Материалы кабельного производства/ И. Б. Пешков. – Москва: Машиностроение, 2013. – 455 с. : ил., табл. – Библиогр. в конце гл. – ISBN 978-5-94275-708-3.

б) дополнительная литература (фонд библиотеки ВлГУ и электронные библиотечные системы со свободным доступом для сотрудников и студентов ВлГУ):

1. Фролова, Тамара Николаевна. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине "Материаловедение и материалы электронных средств"/ Т. Н. Фролова ; Владимирский государственный университет (ВлГУ), Кафедра конструирования и технологии радиоэлектронных средств. - Владимир : Владимирский государственный университет (ВлГУ), 2009. - 48 с. : ил., табл. – Имеется электронная версия. – Библиогр.: с. 48.

2. Бондаренко, Геннадий Германович. Материаловедение : учебник для вузов по специальности "Управление качеством"/ Г. Г. Бондаренко, Т. А. Кабанова, В. В. Рыбалко ; под ред. Г. Г. Бондаренко. – Москва : Высшая школа, 2007. – 360 с. : ил., табл. – (Для высших учебных заведений, Общетеchnические дисциплины). – Библиогр.: с. 340. – ISBN 978-5-06-005566-5.

3. Картонова, Л. В. Мини-словарь толкования основных терминов по дисциплине «Материаловедение» [Электронный ресурс] / Л. В. Картонова ; Владимирский государственный университет (ВлГУ), Кафедра литейных процессов и конструкционных материалов . – Электронные текстовые данные (1 файл: 227 Кб). – Владимир : Владимирский государственный университет (ВлГУ), 2011. – 32 с. – Заглавие с титула экрана. – Библиогр.: с. 32. – Сво-

бодный доступ в электронных читальных залах библиотеки. – Microsoft Office Word. – <URL:<http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/2825/1/00209.doc>>.

4. В.Р. Васильев, С.А. Герасимов, Э.А. Елисеев и др.; под ред. Н.М. Рыжова. "Материалы с особыми магнитными и электрическими свойствами: методические указания к лабораторным работам № 14, 15, 16, 17, 18, 19 по курсу "Материаловедение" [Электронный ресурс] / В.Р. Васильев, С.А. Герасимов, Э.А. Елисеев и др.; под ред. Н.М. Рыжова. – М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009." – [http://www.studentlibrary.ru/book/bauman\\_0179.html](http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0179.html). - Электронное издание на основе: Материалы с особыми магнитными и электрическими свойствами : методические указания к лабораторным работам № 14, 15, 16, 17, 18, 19 по курсу "Материаловедение" / В. Р. Васильев, С. А. Герасимов, Э. А. Елисеев и др. ; под ред. Н.М. Рыжова. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. с. 54, [2]. : ил.
5. Герасимов В.Г., Орлов И.Н. Электротехнический справочник. Том 1: Общие вопросы. Электротехнические материалы [Электронный ресурс] / Под общ. ред. профессоров МЭИ В.Г. Герасимова и др. (гл. ред. И.Н. Орлов). - 9-е изд., стер. - М.: Издательский дом МЭИ, 2007. - <http://www.studentlibrary.ru/book/MPEI192.html>. – Электронное издание на основе: Электротехнический справочник: В 4 т. Т. 1. Общие вопросы. Электротехнические материалы / Под общ. ред. профессоров МЭИ В.Г. Герасимова и др. (гл. ред. И.Н. Орлов). – 9-е изд., стер. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 440 с. – ISBN 5-7046-0985-6.
6. Исследование физических свойств материалов. Ч. 2. Магнитные свойства магнитомягких материалов / Шишкин А.В., Дутова О.С. – Новосибир.: НГТУ, 2010. – 52 с.: ISBN 978-5-7782-1409-5. – <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=556827>.
7. Материаловедение. Конструкционные и электротехнические материалы. Материалы и элементы электронной техники/ Новиков И.Л., Дикарева Р.П., Романова Т.С. – Новосибир.: НГТУ, 2010. - 56 с.: ISBN 978-5-7782-1479-8. – <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=548084>.
8. Исследование физических свойств материалов. Часть 3. Электрические свойства проводниковых материалов / Шишкин А.В., Дутова О.С. – Новосибир.: НГТУ, 2011. – 42 с.: ISBN 978-5-7782-1679-2. – <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=556750>.
9. Исследование физических свойств материалов. Ч. 1 Электрические свойства твердых диэлектриков/Шишкин А.В., Дутова О.С. – Новосибир.: НГТУ, 2009. – 60 с.: ISBN 978-5-7782-1257-2. – <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=548065>.
10. Зверлин С.В. Гребенкин А.Н. Примеси металлов и диэлектрические свойства текстиля / Вестник СПГУТД, №2 (17), 2009. – <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=524074>.



в) периодические издания (фонд библиотеки ВлГУ):

1. Журнал «Вопросы материаловедения».
2. Журнал «Известия ВУЗов: электроника».
3. Журнал «Проектирование и технология электронных средств».
4. Журнал «Электричество».
5. Журнал «Электро. Электротехника. Электротехническая промышленность».
6. Журнал «Электротехника».
7. Журнал «Материаловедение».

г) Internet-ресурсы:

<http://elektrica.info/klassifikatsiya-e-lektrotehnicheskikh-materialov/>

<http://fb.ru/article/245937/elektrotehnicheskie-materialyi-ih-svoystva-i-primeneniye>

<http://www.mukhin.ru/stroysovet/electro/005/htme>

<http://lib.madi.ru/fel/fel1/fel08E024.pdf>

<http://www.elektrikii.ru/publ/10-1-0-69>

<http://refdb.ru/look/1847535.html>

<http://www.studfiles.ru/preview/4354486/>

[http://electrohobby.ru/elektr\\_mater\\_chno\\_eto\\_tak\\_ob\\_pon.html](http://electrohobby.ru/elektr_mater_chno_eto_tak_ob_pon.html)

<http://forca.ru/knigi/arhivy/elektromaterialovedenie.html>

<http://window.edu.ru/resource/993/24993/files/nwpi080.pdf>

<http://bibliofond.ru/view.aspx?id=3250>

<http://pandia.ru/text/78/395/85146.php>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Лекции читаются в аудиториях кафедры ЭтЭн, оборудованных электронными проекторами (ауд. 520-3, 522-3, 517-3), с использованием иллюстративного электронного материала в стандартных графических форматах и в Microsoft Office.

Для работы над рефератом, подготовки к практическим занятиям и зачётам студенты могут воспользоваться компьютерным классом кафедры ЭтЭн (лаб. 519-3; 16 компьютеров) с применением офисного и математического ПО. Основным математическим ПО является система инженерных и научных расчётов MATLAB. Кроме того, для решения расчётных задач применяется программный пакет MathCAD.



Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Рабочую программу составил: Шмелёв В.Е., к.т.н., доцент кафедры «Электротехника и электроэнергетика» (ЭтЭн).

*В.Е. Шмелёв*

Рецензент: Начальник проектного отдела ООО "МФ-Электро"

Чебрякова Ю.С.



Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭтЭн

Протокол №2 от 02.10.2015.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

*Сбитнев С.А.*

Сбитнев С.А.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» 2 октября 2015 года.

Протокол №2 от 02.10.2015.

Председатель комиссии \_\_\_\_\_

*Сбитнев С.А.*

Сбитнев С.А.

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ С.А. Сбитнев

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ С.А. Сбитнев

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ С.А. Сбитнев