

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе

Драгунов В.К.

« 16 » июня 2015 г.



Программа аспирантуры

Направление 13.06.01 Электро- и теплотехника

Направленность (специальность) 05.09.02 Электротехнические материалы и изделия

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

специальной дисциплины

«Электротехнические материалы и изделия»

Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.В.ОД.2

Всего: 252 часа

Семестр 5, 144 часа, в том числе 6 часов – контактная работа,
138 часа – самостоятельная
работа,

Семестр 6, 108 часов, в том числе 6 часов – контактная работа,
66 часов – самостоятельная
работа,
36 часов – контроль

Программа составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.06.01 Электро- и теплотехника, утвержденного приказом Минобрнауки России от 30.07.2014 г. № 878 и паспорта специальности 05.09.02 Электротехнические материалы и изделия, номенклатуры специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. № 59.

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины уяснение связей и закономерностей в разработке, производстве, исследовании, эксплуатации и утилизации электрических и радиотехнических материалов, электрической изоляции, кабелей и проводов, электрических конденсаторов как объектов и устройств, являющихся неотъемлемой частью электроэнергетического, электротехнического и радиоэлектронного оборудования.

Задачами дисциплины являются:

- ознакомление с классификацией, свойствами и применением электротехнических материалов в энергетике, электро- и радиотехники;
- изучение технологий производства электротехнических материалов и изделий;
- ознакомление с методами и средствами контроля свойств, обеспечения надёжности электротехнических материалов и изделий.

В процессе освоения дисциплины **формируются следующие компетенции:**

- способность анализировать состояние научно-технической проблемы в области электротехнического материаловедения путём подбора, изучения, анализа и интерпретации литературных и патентных источников (ПК-1);
- готовность применения международных и отечественных стандартов и нормативных актов при разработке, испытаниях и применении новых электротехнических материалов и изделий (ПК-2).

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯЮ ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

знать:

– основные физические закономерности, качественные и количественные характеристики процессов, протекающих в электротехнических материалах и изделиях на основе изучения, анализа и интерпретации литературных и патентных источников (ПК-1);

–международные и отечественные стандарты при разработке, исследованиях и испытаниях электротехнических материалов (ПК-2).

уметь:

– критически анализировать и оценивать современные научные достижения, генерировать новые идеи при решении исследовательских и производственных задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);

– следовать этическим нормам в профессиональной деятельности (УК-5);

– планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-6);

– применять современные методы исследования и технологии при разработке новых электротехнических материалов и изделий (ОПК-1);

– разрабатывать новые методы исследования и технологии и применять их в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в профессиональной области (ОПК-3);

– организовать работу исследовательского коллектива при разработке, исследовании и эксплуатации электротехнических материалов и изделий (ОПК-4);

– применять и внедрять новые технологии для безопасного производства и применения электротехнических материалов и изделий (ПК-4).

владеть:

- методологией экспериментальных исследований в области современных электротехнических материалов и изделий (ОПК-1);
- культурой научного исследования, в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2);

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Электротехнические материалы, их применение в энергетике, электро-, радиотехнике

Классификация электротехнических материалов. Электротехнические материалы (природные и технологически синтезированные). Изоляционные, проводниковые, полупроводниковые и магнитные материалы. Задачи, решаемые в электроэнергетическом, электротехническом и радиоэлектронном оборудовании при использовании электротехнических материалов. Физические свойства электротехнических материалов, определяющие эффективность их использования по назначению. Электрические, магнитные, механические и теплофизические параметры электротехнических материалов, их устойчивость к внешним (атмосферным) воздействиям и времени эксплуатации. Особенности технологии производства электротехнических материалов и методов их утилизации.

2. Электротехнические материалы в эксплуатационных режимах работы

Структурные и физические процессы, сопровождающие взаимодействие электротехнических материалов с динамическими параметрами их применения. Аналитические и численные методы анализа и оценки устойчивости параметров электротехнических материалов к воздействиям электрических и магнитных полей, механических напряжений, температуры. Методы стабилизации параметров электротехнических материалов и оптимизации их рабочих режимов в изделиях.

3. Технология производства электротехнических материалов, полуфабрикатов и изделий

Характеристика физико-химических процессов, сопровождающих процесс изготовления электротехнических материалов, полуфабрикатов и изделий. Методики и математические модели управления параметрами электротехнических материалов в технологических процессах их производства. Основные технологические процессы, используемые в производстве электротехнических материалов, полуфабрикатов, изделий изоляционной, кабельной и конденсаторной техники.

4. Контроль свойств электротехнических материалов и изделий

Контролируемые параметры электротехнических материалов и изделий, оптимальные для создания баз данных и прогнозирования рынка. Методы контроля параметров электротехнических материалов, особенности методов контроля изделий изоляционной, кабельной и конденсаторной техники. Виды контрольных (в том числе типовых) испытаний на соответствие параметров готовой продукции стандартам и техническим условиям. Методы регистрации параметров электротехнических материалов на стадии инженерных разработок материалов, тенденции в развитии методов регистрации и измерительных комплексов. Автоматизация процессов контроля и информационно-измерительные системы в электроизоляционной, кабельной и конденсаторной технике.

5. Надёжность и долговечность электротехнических, кабельных и конденсаторных изделий

Методы исследования надёжности и долговечности технических материалов, кабельных и конденсаторных изделий. Типовые испытания на надёжность и долговечность изделий, особенности переноса результатов типовых испытаний на прогноз работоспособности изделий в эксплуатации и гарантийные обязательства. Анализ физических процессов, приводящих к ослаблению или полной утрате эксплуатационных параметров (отказу) электротехнических материалов, кабельных и конденсаторных изделий. Математические модели отказов. Количественные характеристики надёжности. Особенности получения количественных характеристик

надежности по статистическим данным, полученным в процессе эксплуатации и испытаний электротехнических, кабельных и конденсаторных изделий. Предпочтительная область использования сведений о надежности, полученных по результатам эксплуатации изделий.

6. Функциональные свойства и области применения электротехнических, кабельных и конденсаторных изделий

Изоляционные, кабельные и конденсаторные изделия как составные части электроэнергетического, электротехнического и радиотехнического оборудования, их классификация по составу конструктивных элементов, материалам, назначению, области применения. Основные параметры, определяющие функциональную эффективность использования различных типов технических, кабельных и конденсаторных изделий, предельные и функционально оптимальные значения параметров. Технические, экономические, экологические и другие критерии оптимальности, используемые для оценки качества технических, кабельных и конденсаторных изделий. Научные и технические направления совершенствования свойств материалов, полуфабрикатов и изделий в электроизоляционной, кабельной и конденсаторной технике.

ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины: 6ой семестр – кандидатский экзамен.

Вопросы для самоконтроля и проведения кандидатского экзамена

1. Как классифицируются электротехнические материалы?
2. Какие виды электротехнических материалов Вы знаете?
3. Охарактеризуйте области применения электротехнических материалов.
4. Перечислите группы физических свойств электротехнических материалов по видам материалов.

5. Как состав, структура, технологии производства электротехнических материалов влияют на их устойчивость к внешним воздействиям.
6. Перечислите основные технологии, применяемые при производстве электротехнических материалов.
7. Как осуществляется утилизация электротехнических материалов?
8. Какие структурные и физические процессы протекают в электротехнических материалах при изменении параметров внешней среды?
9. Как осуществляется анализ устойчивости параметров электротехнических материалов к воздействию электрических, магнитных полей?
10. Как осуществляется анализ устойчивости параметров электротехнических материалов к воздействию изменений температуры?
11. Как осуществляется анализ устойчивости параметров электротехнических материалов к воздействию механических воздействий.
12. Как осуществляется стабилизация параметров электротехнических материалов?
13. Как осуществляется оптимизация рабочих режимов электротехнических материалов и изделий?
14. Перечислите основные физико-химические процессы, протекающие при изготовлении электротехнических материалов, полуфабрикатов и изделий.
15. Как осуществляется управление технологическими процессами изготовления электротехнических материалов для получения их заданных параметров.
16. Перечислите основные технологические процессы, применяемые при производстве электротехнических материалов.

- 17.Перечислите основные технологические процессы, применяемые при производстве конденсаторов.
- 18.Перечислите основные технологические процессы, применяемые при производстве силовых кабелей.
- 19.Перечислите основные технологические процессы, применяемые при производстве оптоволоконных кабелей.
- 20.Приведите примеры влияния параметров технологических процессов производства на качество электротехнических материалов.
- 21.Перечислите меры, снижающие вредные воздействия технологических процессов производства электротехнических материалов на окружающую среду.
- 22.Перечислите параметры электротехнических материалов и изделий, подвергающиеся контролю в процессе производства.
- 23.Перечислите параметры электротехнических материалов и изделий, подвергающиеся контролю в процессе эксплуатации.
- 24.Перечислите методы контроля параметров электротехнических материалов.
- 25.Перечислите методы контроля параметров изделий электроизоляционной, кабельной и конденсаторной техники.
- 26.Охарактеризуйте виды контрольных испытаний готовой продукции для электротехнических материалов и изделий.
- 27.Каким нормативным документам должны соответствовать контрольные испытания готовой продукции?
- 28.Охарактеризуйте возможности автоматизации производства материалов или изделий, связанных темой Ваших исследований.
- 29.Охарактеризуйте основные методы, применяемые при определении количественных параметров надежности электротехнических материалов, кабельных и конденсаторных изделий.

30. Как проводится количественное определение параметров долговечности электротехнических материалов, кабельных и конденсаторных изделий?
31. Что такое типовые испытания на надежность и долговечность?
32. Перечислите физические процессы, приводящие к отказам электротехнических материалов и изделий.
33. Перечислите количественные характеристики надежности. Как эти характеристики связаны между собой?
34. Перечислите условия проведения ускоренных испытаний.
35. Проведите классификацию электротехнических, кабельных и конденсаторных изделий по составу конструктивных элементов, материалам, назначению, области применения с точки зрения применения в составе электроэнергетического, электротехнического и радиотехнического оборудования.
36. Перечислите основные параметры, определяющие функциональную эффективность использования различных типов электротехнических, кабельных и конденсаторных изделий, предельные и функционально оптимальные значения параметров.
37. Перечислите критерии, используемые для оценки качества электротехнических, кабельных и конденсаторных изделий.
38. Предложите пути совершенствования свойств материалов, полуфабрикатов и изделий электроизоляционной, кабельной и конденсаторной техники в области Ваших исследований.
39. Классификация электротехнических материалов.
40. Виды электротехнических материалов
- 41.. Электроизоляционные материалы (природные и технологически синтезированные).
42. Задачи, решаемые в электроэнергетическом, электротехническом и радиоэлектронном оборудовании использованием электротехнических материалов.

43. Физические свойства электротехнических материалов, определяющие эффективность их использования по назначению.
44. Электрические, магнитные, механические и теплофизические параметры электротехнических материалов, их устойчивость к внешним (атмосферным) воздействиям и времени эксплуатации. По видам материалов
45. Особенности технологии производства электротехнических материалов
46. Особенности утилизации электротехнических материалов.
47. Структурные и физические процессы, сопровождающие взаимодействие электротехнических материалов с динамическими параметрами их применения.
48. Методы анализа и оценки устойчивости параметров электротехнических материалов к воздействиям электрических и магнитных полей, механических напряжений, температуры, влажности по видам материалов.
49. Методы стабилизации параметров электротехнических материалов и оптимизации их рабочих режимов в изделиях.
50. Характеристика физико-химических процессов, сопровождающих процессы изготовления электротехнических материалов, полуфабрикатов и изделий.
51. Методики управления параметрами электротехнических материалов в процессе их производства.
52. Основные технологические процессы, используемые в производстве электротехнических материалов, полуфабрикатов, изделий изоляционной, кабельной и конденсаторной техники.
53. Контролируемые параметры электротехнических материалов и изделий, оптимальные для создания баз данных и прогнозирования рынка.

54. Методы контроля параметров электротехнических материалов, особенности методов контроля изделий изоляционной, кабельной и конденсаторной техники.
55. Виды контрольных (в том числе типовых) испытаний на соответствие параметров готовой продукции стандартам и техническим условиям.
56. Методы регистрации параметров электротехнических материалов на стадии инженерных разработок материалов, тенденции в развитии методов регистрации и измерительных комплексов.
57. Автоматизация процессов контроля и информационно-измерительные системы в электроизоляционной, кабельной и конденсаторной технике.
58. Методы исследования надёжности и долговечности электротехнических материалов, кабельных и конденсаторных изделий.
59. Типовые испытания на надёжность и долговечность электротехнических материалов и изделий
60. Прогноз работоспособности изделий при эксплуатации.
61. Анализ физических процессов, приводящих к ослаблению или полной утрате эксплуатационных параметров (отказам) электротехнических материалов, кабельных и конденсаторных изделий.
62. Математические модели отказов.
63. Оценка количественных характеристик надёжности по статистическим данным, полученным из эксплуатации электротехнических, кабельных и конденсаторных изделий.
64. Области использования сведений о надёжности, полученных по результатам эксплуатации изделий.
65. Ускоренные испытания на надёжность. Условия их проведения.

66. Электроизоляционные, кабельные и конденсаторные изделия как составные части электроэнергетического, электротехнического и радиотехнического оборудования.
67. Классификация электротехнических материалов и изделий по составу конструктивных элементов, материалам, назначению, области применения в составе электроэнергетического, электротехнического и радиотехнического оборудования.
68. Технические, экономические, экологические и другие критерии оптимальности, используемые для оценки качества электротехнических, кабельных и конденсаторных изделий.
69. Научные и технические направления совершенствования свойств материалов, полуфабрикатов и изделий в электроизоляционной, кабельной и конденсаторной технике.

РЕКОМЕНДУемая ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Евтушенко Ю.М., Крушевский Г.А., Лебедев В.И., Муракина О.С., Перлов Д.В., Симонов Д.В. Электроизоляционные материалы и системы изоляции для электрических машин. Книга 1., под ред. В.Г. Огонькова, С.В. Серебрянникова. М.: Издательский дом МЭИ, 2012, – 272 с.
2. Серебрянников С.В., Огоньков В.Г., Сяков В.Г., Яценко С.А. Электроизоляционные материалы и системы изоляции для электрических машин. Книга 2., под ред. В.Г. Огонькова, С.В. Серебрянникова. М.: Издательский дом МЭИ, 2012. – 304 с.
3. Холодный С. Д., Серебрянников С.В., Боев М.А. Методы испытаний и диагностики в электроизоляционной и кабельной технике. – М: «Издательский дом МЭИ», 2009 г., 232 с.
4. Дмитриев А.С., Михайлова И.А. Физико-химия наноструктур: учебное пособие. – М.: Издательство МЭИ, 2013. – 240 с.

5. Бородулин В.Н. Физика диэлектриков. Избранные вопросы теории, эксперимент и методы расчетов. – М: «Издательский дом МЭИ», 2010 г., 120 с.
6. Пак В. М., Трубачев С. Г. Новые материалы и системы изоляции высоковольтных электрических машин. М.: изд-во «Энергоатомиздат», 2007 г, 312 с.
7. Серебряков А.С. Электротехническое материаловедение. Электроизоляционные материалы. – М.: изд-во Маршрут, 2005. –280 с.

Дополнительная литература:

1. Электротехническое материаловедение: Сборник лабораторных работ: методическое пособие / В.Н. Бородулин, М.К. Дамбис, Ю.В. Зайцев и др. — М.: Издательский дом МЭИ, 2012. — 64 с.
2. . Теория надежности сложных систем : учебное пособие для вузов по направлениям "Управление качеством", "Безопасность жизнедеятельности" и специальностям "Информационные системы и технологии", "Автоматизированные системы обработки информации и управления", "Прикладная математика", "Управление качеством" / В. А. Каштанов, А. И. Медведев . – 2-е изд., перераб . – М. : Физматлит, 2010 . – 608 с.
3. Методы расчета электрических полей в примерах и задачах: учебное пособие по курсу "Методы расчета электрических и магнитных полей" по специальности "Высоковольтные электроэнергетика и электротехника" / А. А. Белогловский и др.; под ред. И.П.Верещагина. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2007, 84 с.

Лицензионное программное обеспечение

1. Пакет пакета конечно-элементного моделирования. В 2014 была закуплена сетевая лицензия на пакет. Пакет установлен на 15 рабочих мест компьютерного класса кафедры ФТЭМК, Е-310.
2. <http://etm.mpei.ru> – Электронный учебно-методический комплекс по электротехническому материаловедению, включающий в себя

Рекомендуемые веб-ресурсы:

1. <http://malichi.ru/material/> – Электротехническое материаловедение. Курс лекций. Электронный ресурс, 2014 г.
2. <http://elcut.ru> – сайт пакета конечно-элементного моделирования. На этом сайте можно скачать студенческую версию пакета ELCUT; в разделах «Применение» и «Поддержка» можно найти многочисленные примеры решения задач моделирования с помощью пакета и видеоролики, связанные с моделированием электрических и тепловых полей в кабелях и электроизоляционных конструкциях.
3. Апплеты моделирования ускоренных испытаний, разработанные на кафедре ФЭМАЭК, опубликованные по адресу <http://va.mpei.ac.ru/apps11/content/acceleratedtests>