

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Департамент образования, научно-технологической политики  
и рыбохозяйственного комплекса  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Красноярский государственный аграрный университет»

Институт инженерных систем и энергетики  
Кафедра Электроснабжение сельского хозяйства

СОГЛАСОВАНО:  
Директор института  
Кузьмин Н.В.

«31» марта 2022 г.

УТВЕРЖДАЮ:  
Ректор ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ  
Пыжикова Н.И.

«31» марта 2022 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«Электротехнические материалы»**

ФГОС СПО

по специальности 35.02.08

«Электрификация и автоматизация сельского хозяйства»

Курс 3

Семестр 5

Форма обучения очная

Квалификация выпускника техник-электрик

Срок освоения ОПОП 3г.10 м.

Красноярск, 2022

Составитель: А.А. Василенко, преподаватель  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«20» февраля 2022 г.

Программа разработана в соответствии с требованиями ФГОС СПО по специальности 35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства»

Программа обсуждена на заседании кафедры «Электроснабжение сельского хозяйства», протокол № 6 от «22» февраля 2022г.

Зав. кафедрой А.В. Бастрон, к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«21» февраля 2022 г.

## **Лист согласования рабочей программы**

Программа принята методической комиссией института инженерных систем и энергетики протокол № 8 «30» марта 2022 г.

Председатель методической комиссии

А.А. Доржеев, к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«30» марта 2022 г.

Заведующая выпускающей кафедрой по специальности 35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства»

Г.А. Клундук, к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«30» марта 2022 г.

## Оглавление

	Аннотация	5
1	Место дисциплины в структуре образовательной программы	7
2	Цели и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	7
3	Организационно-методические данные дисциплины	11
4	Структура и содержание дисциплины	11
4.1	Трудоёмкость модулей и модульных единиц дисциплины	11
4.2	Содержание модулей дисциплины	12
4.3	Практические занятия	14
4.4	Самостоятельное изучение разделов дисциплины и виды самоподготовки к текущему контролю знаний	17
4.4.1	Перечень вопросов для самостоятельного изучения и видов самоподготовки к текущему контролю знаний	18
4.5	Расчетно-графические задания	19
5	Взаимосвязь видов учебных занятий	20
6	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	21
6.1	Карта обеспеченности литературой	21
6.2	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»)	21
6.3	Программное обеспечение	21
7	Критерии оценки знаний, умений, навыков и заявленных компетенций	23
7.1	7.1 Текущий контроль	23
7.2	7.2 Промежуточная аттестация	23
8	Материально-техническое обеспечение дисциплины	24
9	Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины	25
9.1	Методические указания по дисциплине для обучающихся	25
9.2	Методические указания по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	25
	ПРОТОКОЛ ИЗМЕНЕНИЙ РПД	27

## Аннотация

Дисциплина «Электротехнические материалы» относится к обязательной части общепрофессиональных дисциплин ОП.14 подготовки студентов по специальности 35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства».

Дисциплина реализуется в институте инженерных систем и энергетики кафедрой электроснабжения сельского хозяйства.

Дисциплина нацелена на формирование профессиональных компетенций выпускника, а именно:

ПК - 1.1 – выполнять монтаж электрооборудования и автоматических систем управления;

ПК - 1.2 – выполнять монтаж и эксплуатацию осветительных и электронагревательных установок;

ПК - 1.3 – поддерживать режимы работы и заданные параметры электрифицированных и автоматизированных систем управления технологическими процессами;

ПК – 2.1 – выполнять мероприятия по бесперебойному электроснабжению сельскохозяйственных организаций;

ПК – 2.2 – выполнять монтаж воздушных линий электропередач и трансформаторных подстанций;

ПК - 2.3 – обеспечивать электробезопасность;

ПК – 3.1 – осуществлять техническое обслуживание электрооборудования и автоматизированных систем сельскохозяйственной техники;

ПК – 3.2 – диагностировать неисправности и осуществлять текущий и капитальный ремонт электрооборудования и автоматизированных систем сельскохозяйственной техники;

ПК - 3.3 – осуществлять надзор и контроль за состоянием и эксплуатацией электрооборудования и автоматизированных систем сельскохозяйственной техники;

ПК – 4.1 – участвовать в планировании основных показателей в области обеспечения работоспособности электрического хозяйства сельскохозяйственных потребителей и автоматизированных систем сельскохозяйственной техники;

ПК – 4.2 – планировать выполнение работ исполнителями;

ПК – 4.3 – организовывать работу трудового коллектива.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с классификацией современных материалов, применяемых в электротехнических устройствах, взаимосвязью состава, строения, основных свойств материалов с процессами, происходящими в них при воздействии электрического и магнитного полей.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: практические занятия в виде лекций, лабораторных работ, самостоятельной работы студента, консультаций.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме защиты лабораторных работ, промежуточная аттестация (диф. зачет) в форме тестов.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 50 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (6 часов), практические занятия (30 часов) и самостоятельная работа студента (14 часов).

## 1 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина включена в ОПОП специальности 35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства» части общепрофессиональных дисциплин ОП.14. Предшествующими знаниями, на которых непосредственно базируется дисциплина «Электротехнические материалы» являются: школьный курс по предметам «Математика»; «Физика»; «Химия».

Дисциплина является основополагающей для последующего изучения дисциплин: физика, теоретические основы электротехники, электрические машины.

## 2 Цели и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Целью дисциплины «Электротехнические материалы» является освоение студентами теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков в области основных физических явлений, происходящих в материалах при воздействии на них электрических, магнитных полей и различных факторов; виды электротехнических материалов и возможности их применения в основных видах электроэнергетического оборудования.

Задачи дисциплины:

- изучить классификацию современных материалов, применяемых в электротехнических устройствах;
- научить студентов определять взаимосвязь состава, строения, основных свойств материалов с процессами, происходящими в них при воздействии электрического и магнитного полей, температуры, состава рабочей среды и других факторов, что является необходимой основой их рационального применения.

Таблица 1

### Перечень планируемых результатов обучения дисциплине

Код компетенции	Содержание компетенции	Перечень планируемых результатов обучения дисциплине
ПК - 1.1	выполнять монтаж электрооборудования и автоматических систем управления;	Знать: характеристики электротехнических материалов для качественного выполнения монтажа электрооборудования и автоматических систем управления
		Уметь: определять характеристики электротехнических материалов для качественного выполнения монтажа электрооборудования и автоматических систем управления
		Владеть: методиками определения характеристик электротехнических материалов для качественного

		выполнения монтажа электрооборудования и автоматических систем управления
ПК - 1.2	выполнять монтаж и эксплуатацию осветительных и электронагревательных установок;	Знать: эксплуатационные свойства электротехнических материалов для монтажа и эксплуатации осветительных и электронагревательных установок
		Уметь: определять эксплуатационные свойства электротехнических материалов для монтажа и эксплуатации осветительных и электронагревательных установок
		Владеть: методиками определения эксплуатационных свойств электротехнических материалов для монтажа и эксплуатации осветительных и электронагревательных установок
ПК - 1.3	поддерживать режимы работы и заданные параметры электрифицированных и автоматизированных систем управления технологическими процессами;	Знать: номенклатуру материалов способных поддерживать режимы работы и заданные параметры электрифицированных и автоматизированных систем управления технологическими процессами
		Уметь: систематизировать номенклатуру материалов способных поддерживать режимы работы и заданные параметры электрифицированных и автоматизированных систем управления технологическими процессами
		Владеть: перечнем материалов способных поддерживать режимы работы и заданные параметры электрифицированных и автоматизированных систем управления технологическими процессами
ПК – 2.1	выполнять мероприятия по бесперебойному электроснабжению сельскохозяйственных организаций;	Знать: явления, происходящие в электротехнических материалах, способных повлиять на бесперебойное электроснабжение сельскохозяйственных организаций
		Уметь: определять и устранять явления, происходящие в электротехнических материалах, способных повлиять на бесперебойное электроснабжение сельскохозяйственных организаций
		Владеть: способами устранения явлений, происходящие в электротехнических материалах, способных повлиять на бесперебойное электроснабжение сельскохозяйственных организаций
ПК – 2.2	выполнять монтаж воздушных линий электропередач и трансформаторных подстанций;	Знать: электротехнические материалы, использующиеся при монтаже воздушных линий электропередач и трансформаторных подстанций
		Уметь: правильно выбирать и применять электротехнические материалы, использующиеся при монтаже воздушных линий электропередач и трансформаторных подстанций
		Владеть: информацией по правильному применению электротехнические материалы, использующиеся при монтаже воздушных линий электропередач и трансформаторных подстанций
ПК - 2.3	обеспечивать электробезопасность;	Знать: электротехнические материалы, способные обеспечивать электробезопасность
		Уметь: подбирать электротехнические материалы,



		способные обеспечивать электробезопасность Владеть: информацией по номенклатуре электротехнических материалов, способных обеспечивать электробезопасность
ПК – 3.1	осуществлять техническое обслуживание электрооборудования и автоматизированных систем сельскохозяйственной техники;	Знать: требования, предъявляемые к электротехническим материалам при техническом обслуживании электрооборудования и автоматизированных систем сельскохозяйственной техники
		Уметь: определять перечень требований, предъявляемых к электротехническим материалам при техническом обслуживании электрооборудования и автоматизированных систем сельскохозяйственной техники
		Владеть: знаниями относительно требований, предъявляемых к электротехническим материалам при техническом обслуживании электрооборудования и автоматизированных систем сельскохозяйственной техники
ПК – 3.2	диагностировать неисправности и осуществлять текущий и капитальный ремонт электрооборудования и автоматизированных систем сельскохозяйственной техники;	Знать: влияние негативных факторов на электротехнические материалы при диагностировании неисправностей и осуществлении текущего и капитального ремонта электрооборудования и автоматизированных систем сельскохозяйственной техники
		Уметь: определять степень влияния негативных факторов на электротехнические материалы при диагностировании неисправностей и осуществлении текущего и капитального ремонта электрооборудования и автоматизированных систем сельскохозяйственной техники
		Владеть: методиками определения степени влияния негативных факторов на электротехнические материалы при диагностировании неисправностей и осуществлении текущего и капитального ремонта электрооборудования и автоматизированных систем сельскохозяйственной техники
ПК - 3.3	осуществлять надзор и контроль за состоянием и эксплуатацией электрооборудования и автоматизированных систем сельскохозяйственной техники;	Знать: влияние факторов снижающих срок службы электротехнических материалов при осуществлении надзора и контроля за состоянием и эксплуатацией электрооборудования и автоматизированных систем сельскохозяйственной техники
		Уметь: выявлять факторы снижающие срок службы электротехнических материалов при осуществлении надзора и контроля за состоянием и эксплуатацией электрооборудования и автоматизированных систем сельскохозяйственной техники
		Владеть: методиками определения факторов снижающих срок службы электротехнических материалов при осуществлении надзора и контроля за состоянием и эксплуатацией электрооборудования и автоматизированных систем сельскохозяйственной техники
ПК – 4.1	участвовать в планировании основных показателей в области обеспечения работоспособ-	Знать: перспективные технологии производства электротехнических материалов с целью участия в планировании основных показателей в области обеспечения работоспособности электрического хозяйства сель-

	ности электрического хозяйства сельскохозяйственных потребителей и автоматизированных систем сельскохозяйственной техники;	<p>скохозяйственных потребителей и автоматизированных систем сельскохозяйственной техники</p> <p>Уметь: систематизировать перспективные технологии производства электротехнических материалов с целью участия в планировании основных показателей в области обеспечения работоспособности электрического хозяйства сельскохозяйственных потребителей и автоматизированных систем сельскохозяйственной техники</p> <p>Владеть: системой знаний по перспективным технологиям производства электротехнических материалов с целью участия в планировании основных показателей в области обеспечения работоспособности электрического хозяйства сельскохозяйственных потребителей и автоматизированных систем сельскохозяйственной техники</p>
ПК – 4.2	планировать выполнение работ исполнителями;	<p>Знать: характеристики электротехнических материалов при планировании выполнения работ исполнителями</p> <p>Уметь: определять характеристики электротехнических материалов при планировании выполнения работ исполнителями</p> <p>Владеть: методиками определения характеристик электротехнических материалов при планировании выполнения работ исполнителями</p>
ПК – 4.3	организовывать работу трудового коллектива.	<p>Знать: современные тенденции развития производства электротехнических материалов для организации работы трудового коллектива</p> <p>Уметь: производить поиск современных тенденций развития производства электротехнических материалов для организации работы трудового коллектива</p> <p>Владеть: методами систематизации современных тенденций развития производства электротехнических материалов для организации работы трудового коллектива</p>

### 3 Организационно-методические данные дисциплины

Таблица 2

#### Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоемкость		
	час.	по семестрам	
		№5	№6
<b>Общая трудоемкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>50</b>	<b>50</b>	
<b>Контактная работа</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	
в том числе:			
Лекции (Л) / в том числе в интерактивной форме	6	6	
Практические занятия (ПЗ) / в том числе в интерактивной форме	30/2	30/2	
Семинары (С) / в том числе в интерактивной форме			
Лабораторные работы (ЛР) / в том числе в интерактивной форме			
<b>Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	
в том числе:			
курсовая работа (проект)			
самостоятельное изучение тем и разделов	12	12	
контрольные работы	2	2	
реферат			
самоподготовка к текущему контролю знаний			
подготовка к зачету			
др. виды			
<b>Вид контроля:</b>		Диф. зачет	

### 4 Структура и содержание дисциплины

#### 4.1 Трудоемкость модулей и модульных единиц дисциплины

Таблица 3

#### Трудоемкость модулей и модульных единиц дисциплины

Наименование модулей и модульных единиц дисциплины	Всего часов на модуль	Внеаудиторная работа (СРС)
<b>Модуль 1 ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ</b>	<b>26</b>	<b>8</b>
Модульная единица 1 Строение вещества. Виды связи в веществе	2	1
Модульная единица 2 Поляризация диэлектриков	2	1
Модульная единица 3 Электропроводность диэлектриков	4	2
Модульная единица 4 Диэлектрические потери	2	2
Модульная единица 5 Пробой диэлектриков	12	1
Модульная единица 6 Основные физические свойства диэлектриков	4	1
<b>Модуль 2 ИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
Модульная единица 7 Газообразные электроизо-	2	2

Наименование модулей и модульных единиц дисциплины	Всего часов на модуль	Внеаудиторная работа (СРС)
ляционные материалы		
<b>Модульная единица 8</b> Жидкие электроизоляционные материалы	0,5	1
<b>Модульная единица 9</b> Твердые электроизоляционные материалы	0,5	1
<b>Модуль 3 ПРОВОДНИКОВЫЕ, ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ И МАГНИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ</b>	<b>6</b>	<b>2</b>
<b>Модульная единица 10</b> Проводниковые материалы	2	1
<b>Модульная единица 11</b> Полупроводниковые материалы	2	0,5
<b>Модульная единица 12</b> Магнитные материалы	2	0,5
<b>ИТОГО</b>	<b>36</b>	<b>14</b>

## 4.2 Содержание модулей дисциплины

**МОДУЛЬ 1. Физические основы диэлектрических материалов.** В данном модуле приводится характеристика изучаемой дисциплины, её роль в формировании компетенций, изучаются физические явления протекающие в электротехнических материалах при воздействии на них различных факторов.

Модуль разделен на шесть модульных единиц:

- Строение вещества. Виды связи в веществе;
- Поляризация диэлектриков;
- Электропроводность диэлектриков;
- Диэлектрические потери;
- Пробой диэлектриков;
- Основные физические свойства диэлектриков.

**Модульная единица 1. Строение вещества. Виды связи в веществе.** В данной модульной единице рассматривается предмет и содержание курса дисциплины, её место в подготовке инженеров-электриков, классификация электротехнических материалов, строение вещества и виды связи в веществе.

**Модульная единица 2. Поляризация диэлектриков.** В данной модульной единице дисциплины изучается, что такое электрическое поле, как происходит поляризация диэлектриков в электрическом поле, диэлектрическая проницаемость, основные виды поляризации диэлектриков, поляризация комбинированных диэлектриков, диэлектрическая проницаемость газообразных, жидких и твердых диэлектриков.

**Модульная единица 3. Электропроводность диэлектриков.** В данной модульной единице дисциплины изучается ток утечки и сопротивление диэлектриков, удельные объемное и поверхностное сопротивления, физическая природа электропроводности диэлектриков, электропроводность газообразных, жидких и твердых диэлектриков, поверхностная электропроводность твердых диэлектриков.

**Модульная единица 4. Диэлектрические потери.** В данной модульной единице дисциплины изучаются виды диэлектрических потерь, векторное представление синусоидальных величин, угол диэлектрических потерь, зависимость тангенса угла диэлектрических потерь от различных факторов, диэлектрические потери в газообразных, жидких и твердых диэлектриках, измерение тангенса угла диэлектрических потерь.

**Модульная единица 5. Пробой диэлектриков.** В данной модульной единице дисциплины изучается пробивное напряжение и электрическая прочность, процессы ионизации в газах и её виды, механизм пробоя газов, влияние формы электрического поля и полярности электродов на разрядное напряжение, закон Пашена, механизмы пробоя жидких диэлектриков, содержащих примеси, и пробой хорошо очищенных жидких диэлектриков, пробой твердых диэлектриков, электрический пробой, тепловой пробой, электрохимический пробой, пробой, вызванный частичными разрядами в газовых включениях.

**Модульная единица 6. Основные физические свойства диэлектриков.** В данной модульной единице дисциплины изучаются влажностные и термические свойства диэлектриков, классы их нагревостойкости, тепловое старение электроизоляционных материалов, дугостойкость, механические характеристики и влияние окружающей среды на характеристики электроизоляционных материалов.

**МОДУЛЬ 2. Изоляционные материалы.** В данном модуле обучения рассматриваются различные виды изоляционных материалов, их строение и электрофизические свойства:

Модуль разделен на три модульных единицы:

- Газообразные электроизоляционные материалы;
- Жидкие электроизоляционные материалы;
- Твердые электроизоляционные материалы.

**Модульная единица 7. Газообразные электроизоляционные материалы.** В данной модульной единице дисциплины рассматриваются, такие как газообразные электроизоляционные материалы как воздух, вакуум, азот, элегаз, перфторированные углеводороды и область применения газообразных диэлектриков.

**Модульная единица 8. Жидкие электроизоляционные материалы.** В данной модульной единице дисциплины рассматриваются жидкие электроизоляционные материалы, такие как минеральные масла, хлорированные углеводороды, кремнийорганические жидкости и синтетические углеводороды.

**Модульная единица 9. Твердые электроизоляционные материалы.** В данной модульной единице дисциплины рассматриваются твёрдые электроизоляционные материалы, такие как волокнистые материалы, электрокерамика, стёкла, материалы на основе слюды, высокополимерные твердые электроизоляционные материалы, кремнийорганические материалы, лаки, смолы, компаунды.

**МОДУЛЬ 3. Проводниковые, полупроводниковые и магнитные материалы.** В данном модуле обучения рассматриваются различные виды

проводниковых, полупроводниковых и магнитных материалов, их строение и электрофизические свойства:

Модуль разделен на три модульных единицы:

- Проводниковые материалы;
- Полупроводниковые материалы;
- Магнитные материалы.

**Модульная единица 10. Проводниковые материалы.** В данной модульной единице дисциплины рассматриваются материалы высокой удельной проводимости, крио- и сверхпроводники. Материалы высокого удельного сопротивления, обмоточные провода с эмалевой, волокнистой и пленочной изоляцией, монтажные и установочные провода, различные марки кабелей, алюминиевые и сталеалюминевые провода, их конструкции, номенклатура, маркировка, состав, назначение и техника работы с припоями, флюсами и токопроводящими клеями.

**Модульная единица 11. Полупроводниковые материалы.** В данной модульной единице дисциплины рассматривается классификация и свойства полупроводниковых материалов используемых в электроэнергетике.

**Модульная единица 12. Магнитные материалы.** В данной модульной единице дисциплины рассматривается классификация магнитных материалов и их характеристики, магнитомягкие и магнитотвердые материалы.

### 4.3. Практические занятия

Таблица 4

#### Содержание практических занятий

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	№ и тема лекции	Вид <sup>1</sup> контрольного мероприятия	Кол-во часов
1	<b>Модуль 1 Физические основы диэлектрических материалов.</b>			<b>26</b>
	<b>Модульная ед. 1</b> Строение вещества. Виды связи в веществе	<b>Учебное занятие № 1</b> Предмет и содержание курса. Место дисциплины в подготовке инженеров-электриков. Классификация электротехнических материалов. Строение вещества. Виды связи в веществе.	Презентация с обсуждением, тестирование	2
	<b>Модульная ед. 2</b> Поляризация диэлектриков	<b>Учебное занятие № 2</b> Электрическое поле. Поляризация диэлектриков в электрическом поле. Диэлектрическая проницаемость. Основные виды поляризации диэлектриков. Поляризация комбинированных диэлектриков. Диэлектрическая проницаемость газообразных, жидких и твердых диэлектриков.	Презентация с обсуждением, тестирование	2
	<b>Модульная ед. 3</b> Электропроводность	<b>Учебное занятие № 3</b> Ток утечки и сопротивление диэлектриков.	Презентация с обсужде-	4

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	№ и тема лекции	Вид <sup>1</sup> контрольного мероприятия	Кол-во часов
	диэлектриков	<p>Удельные объемные и поверхностные сопротивления. Физическая природа электропроводности диэлектриков.</p> <p>Электропроводность газообразных, жидких и твердых диэлектриков.</p> <p>Поверхностная электропроводность твердых диэлектриков.</p> <p><b>Лабораторное занятие № 1</b> Исследование электропроводности диэлектриков</p>	нием, тестирование	
	<b>Модульная ед. 4</b> Диэлектрические потери	<p><b>Учебное занятие № 4</b> Виды диэлектрических потерь. Векторное представление синусоидальных величин. Угол диэлектрических потерь. Зависимость тангенса угла диэлектрических потерь от различных факторов. Диэлектрические потери в газообразных, жидких и твердых диэлектриках. Измерение тангенса угла диэлектрических потерь.</p> <p><b>Лабораторное занятие № 2</b> Исследование диэлектрических потерь и ёмкости диэлектрических материалов</p>	Презентация с обсуждением, тестирование	2
	<b>Модульная ед. 5</b> Пробой диэлектриков	<p><b>Учебное занятие № 5</b> Пробивное напряжение и электрическая прочность. Процессы ионизации в газах. Виды ионизации. Механизм пробоя газов.</p> <p>Влияние формы электрического поля и полярности электродов на разрядное напряжение. Закон Пашена. Механизмы пробоя жидких диэлектриков, содержащих примеси. Пробой хорошо очищенных жидких диэлектриков. Пробой твердых диэлектриков. Электрический пробой. Тепловой пробой. Электрохимический пробой. Пробой, вызванный частичными разрядами в газовых включениях.</p> <p><b>Лабораторное занятие № 3</b> Электрическая прочность твердых диэлектриков</p> <p><b>Лабораторное занятие № 4</b> Исследование статистических закономерностей пробоя трансформа-</p>	Презентация с обсуждением, тестирование	12

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	№ и тема лекции	Вид <sup>1</sup> контрольного мероприятия	Кол-во часов
		торного масла		
	<b>Модульная ед. 6</b> Основные физические свойства диэлектриков	<b>Учебное занятие № 6</b> Влажностные свойства. Термические свойства. Классы нагревостойкости. Тепловое старение электроизоляционных материалов. Дугостойкость. Механические характеристики. Влияние окружающей среды на характеристики электроизоляционных материалов.	Презентация с обсуждением, тестирование	4
2	<b>Модуль 2 ИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ</b>			<b>4</b>
	<b>Модульная ед. 7</b> Газообразные электроизоляционные материалы.	<b>Учебное занятие № 7</b> Воздух. Вакуум. Азот. Элегаз. Перфторированные углеводороды. Область применения газообразных диэлектриков.	Презентация с обсуждением, тестирование	2
	<b>Модульная ед. 8</b> Жидкие электроизоляционные материалы.	<b>Учебное занятие № 8</b> Минеральные масла. Хлорированные углеводороды. Кремнийорганические жидкости. Синтетические углеводороды.	Презентация с обсуждением, тестирование	0,5
	<b>Модульная ед. 9</b> Твердые электроизоляционные материалы.	<b>Учебное занятие № 9</b> Волокнистые материалы. Электрокерамика. Стекла. Материалы на основе слюды. Высокополимерные твердые электроизоляционные материалы. Кремнийорганические материалы. Лаки, смолы, компаунды.	Презентация с обсуждением, тестирование	0,5
3	<b>Модуль 3 Проводниковые, полупроводниковые и магнитные материалы.</b>			<b>6</b>
	<b>Модульная ед. 10</b> Проводниковые материалы.	<b>Учебное занятие № 10</b> Материалы высокой удельной проводимости. Криопроводники и сверхпроводники. Материалы высокого удельного сопротивления. Специальные материалы. Проводниковые изделия. Обмоточные провода с эмалевой, волокнистой и пленочной изоляцией. Монтажные и установочные	Презентация с обсуждением, тестирование	2



№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	№ и тема лекции	Вид <sup>1</sup> контрольного мероприятия	Кол-во часов
		провода и кабели с резиновой, поливинилхлоридной, полиэтиленовой и кремнийорганической изоляцией. Алюминиевые и сталеалюминиевые провода. Конструкции, номенклатура, маркировка. Припой, флюсы, токопроводящие клеи. Состав, назначение, техника работы с ними.		
	<b>Модульная ед. 11</b> Полупроводниковые материалы	<b>Учебное занятие № 11</b> Классификация и свойства полупроводниковых материалов. Полупроводниковые материалы, используемые в электроэнергетике.	Презентация с обсуждением, тестирование	2
	<b>Модульная ед. 12</b> Магнитные материалы	<b>Учебное занятие № 12</b> Классификация магнитных материалов и их характеристики. Магнитомягкие материалы. Магнитотвердые материалы.	Презентация с обсуждением, тестирование	2
<b>Итого</b>				<b>36</b>

#### **4.4 Самостоятельное изучение разделов дисциплины и виды самоподготовки к текущему контролю знаний**

Самостоятельная работа студентов (СРС) организуется с целью развития навыков работы с учебной и научной литературой, выработки способности вести научно-исследовательскую работу, а также для систематического изучения дисциплины. Большая часть СРС по данной дисциплине проводится в виде подготовки теоретического материала по вопросам, представленным в таблице 5. Также рекомендуются следующие формы организации самостоятельной работы студентов при изучении данной дисциплины:

- организация и использование электронного курса дисциплины размещенного на платформе LMS Moodle для самостоятельной работы (<https://e.kgau.ru/course/view.php?id=3054>).
- самотестирование по контрольным вопросам (тестам);
- самостоятельная работа по модульным единицам в библиотеке, в компьютерном классе и в домашних условиях.

##### **4.4.1 Перечень вопросов для самостоятельного изучения и видов самоподготовки к текущему контролю знаний**

Таблица 5

**Перечень вопросов для самостоятельного изучения и видов  
самоподготовки к текущему контролю знаний**

№п/п	№ модуля и модульной единицы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Кол-во часов
<b>Модуль 1 Физические основы диэлектрических материалов</b>			<b>8</b>
1	<b>Модульная единица 1</b> Строение вещества. Виды связи в веществе.	Виды связи в веществе.	1
2	<b>Модульная единица 2</b> Поляризация диэлектриков	Поляризация комбинированных диэлектриков.	1
3	<b>Модульная единица 3</b> Электропроводность диэлектриков	Поверхностная электропроводность твердых диэлектриков.	2
4	<b>Модульная единица 4</b> Диэлектрические потери	Определение диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь электроизоляционных материалов.	2
5	<b>Модульная единица 5</b> Пробой диэлектриков	Исследование статистических закономерностей пробоя трансформаторного масла.	1
6	<b>Модульная единица 6</b> Основные физические свойства диэлектриков	Влияние окружающей среды на характеристики.	1
<b>Модуль 2 Изоляционные материалы</b>			<b>4</b>
7	<b>Модульная единица 1</b> Газообразные электроизоляционные материалы	Область применения газообразных диэлектриков.	2
8	<b>Модульная единица 2</b> Жидкие электроизоляционные материалы	Синтетические углеводороды	1
9	<b>Модульная единица 3</b> Твердые электроизоляционные материалы	Лаки, смолы, компаунды.	1
<b>Модуль 3 Проводниковые, полупроводниковые и магнитные материалы</b>			<b>2</b>
10	<b>Модульная единица 1</b> Проводниковые материалы	Природа электрического тока в проводниках. Удельное электрическое сопротивление и его температурная зависимость. Сверхпроводники и криопроводники. Проводниковые материалы высокой удельной проводимости и высокого удельного сопротивления. Области их применения.	1
11	<b>Модульная единица 2</b> Полупроводниковые материалы	Электропроводность полупроводников. Простые и сложные полупроводники.	0,5
12	<b>Модульная единица 3</b> Магнитные материалы	Классификация материалов по магнитным свойствам. Основные характеристики магнитных материалов. Магнитомягкие и магнитотвердые ма-	0,5

№п/п	№ модуля и модульной единицы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Кол-во часов
		териалы. Области их применения.	
<b>ВСЕГО</b>			<b>14</b>

#### 4.5. Расчетно-графические задания

Таблица 6

##### Содержание расчетно-графических заданий

№ п/п	№ модуля дисциплины	№ и название расчетно-графического задания	Вид <sup>2</sup> контрольного мероприятия	Кол-во часов
<b>Модуль 1 Физические основы диэлектрических материалов</b>				<b>1</b>
1	Расчетно-графические задания к модулю 1	Контрольное задание №1	Оценка	1
<b>Модуль 2 Изоляционные материалы</b>				<b>1</b>
2	Расчетно-графические задания к модулю 2	Контрольное задание №2	Оценка	1
<b>Модуль 3 Проводниковые, полупроводниковые и магнитные материалы</b>				<b>1</b>
3	Расчетно-графические задания к модулю 3	Контрольное задание №3	Оценка	1
<b>ВСЕГО</b>				<b>3</b>

Предложенные для выполнения контрольные задания по модулям дисциплины подробно изложены в фонде оценочных средств (ФОС). В нем предложены таблицы с информацией по определению индивидуального варианта заданий и исходных данных для расчета, примеры заданий для тестирования.

#### 5 Взаимосвязь видов учебных занятий

Таблица 7

##### Взаимосвязь компетенций с учебным материалом и контролем знаний студентов

Компетенции	ПЗ	СРС	Вид контроля
ПК - 1.1 – выполнять монтаж электрооборудования и автоматических систем управления	1 - 12	1 - 12	Защита отчета по ПЗ
ПК - 1.2 – выполнять монтаж и эксплуатацию осветительных и электронагревательных установок	1 - 12	1 - 12	Защита отчета по ПЗ
ПК - 1.3 – поддерживать режимы работы и заданные параметры электрифицированных и автоматизированных систем управления технологическими процессами	1 - 12	1 - 12	Защита отчета по ПЗ
ПК – 2.1 – выполнять мероприятия по бесперебойному электроснабжению сельскохозяйственных организаций	1 - 12	1 - 12	Защита отчета по ПЗ

Компетенции	ПЗ	СРС	Вид контроля
ПК – 2.2 – выполнять монтаж воздушных линий электропередач и трансформаторных подстанций	1 - 12	1 - 12	Защита отчета по ПЗ
ПК - 2.3 – обеспечивать электробезопасность	1 - 12	1 - 12	Защита отчета по ПЗ
ПК – 3.1 – осуществлять техническое обслуживание электрооборудования и автоматизированных систем сельскохозяйственной техники	1 - 12	1 - 12	Защита отчета по ПЗ
ПК – 3.2 – диагностировать неисправности и осуществлять текущий и капитальный ремонт электрооборудования и автоматизированных систем сельскохозяйственной техники	1 - 12	1 - 12	Защита отчета по ПЗ
ПК - 3.3 – осуществлять надзор и контроль за состоянием и эксплуатацией электрооборудования и автоматизированных систем сельскохозяйственной техники	1 - 12	1 - 12	Защита отчета по ПЗ
ПК – 4.1 – участвовать в планировании основных показателей в области обеспечения работоспособности электрического хозяйства сельскохозяйственных потребителей и автоматизированных систем сельскохозяйственной техники	1 - 12	1 - 12	Защита отчета по ПЗ
ПК – 4.2 – планировать выполнение работ исполнителями	1 - 12	1 - 12	Защита отчета по ПЗ
ПК – 4.3 – организовывать работу трудового коллектива	1 - 12	1 - 12	Защита отчета по ПЗ

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1. Карта обеспеченности литературой (таблица 8)

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»)

1. Федеральный институт промышленной собственности  
<https://www.fips.ru/>.
2. Научная электронная библиотека «eLibrary» <http://elibrary.ru/>.

### 6.3. Программное обеспечение

1. Office 2007 Russian OpenLicensePack Академическая лицензия ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ №44937729 от 15.12.2008.
2. Справочная правовая система «Консультант+» (договор сотрудничества от 2019 года).
3. Moodle 3.5.6a (система дистанционного образования, бесплатное распространяемое ПО).

4. Библиотечная система «Ирбис 64» (web версия, договор сотрудничества от 2019 года).

## КАРТА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ЛИТЕРАТУРОЙ

Кафедра Электроснабжение сельского хозяйства

Специальность 35.02.08 «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства»

Дисциплина «Электротехнические материалы»

Таблица 8

Вид занятий	Наименование	Авторы	Издательство	Год издания	Вид издания		Место хранения		Необходимое количество экз.	Количество экз. в вузе
					Печ.	Электр.	Библ.	Каф.		
1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12
ПЗ, СРС	Практикум по электротехническим материалам.	Василенко А.А.	КрасГАУ	2018	+	+		58	25	<b>Всего: 2, ЧЗ (2)</b>
Лекции, ЛЗ, СРС	Материаловедение: Электротехнические материалы.	Василенко А.А.	КрасГАУ	2018	+	+	+	10	100	<b>Всего: 75, ЧЗ (3), УФ (72)</b>
Лекции, ЛЗ, СРС	Технология конструкционных материалов и материаловедение: Электротехнические материалы.	Тимофеев С.А.	КрасГАУ	2009	+		+	5	100	<b>Всего: 95, ЧЗ (3), УФ (92)</b>

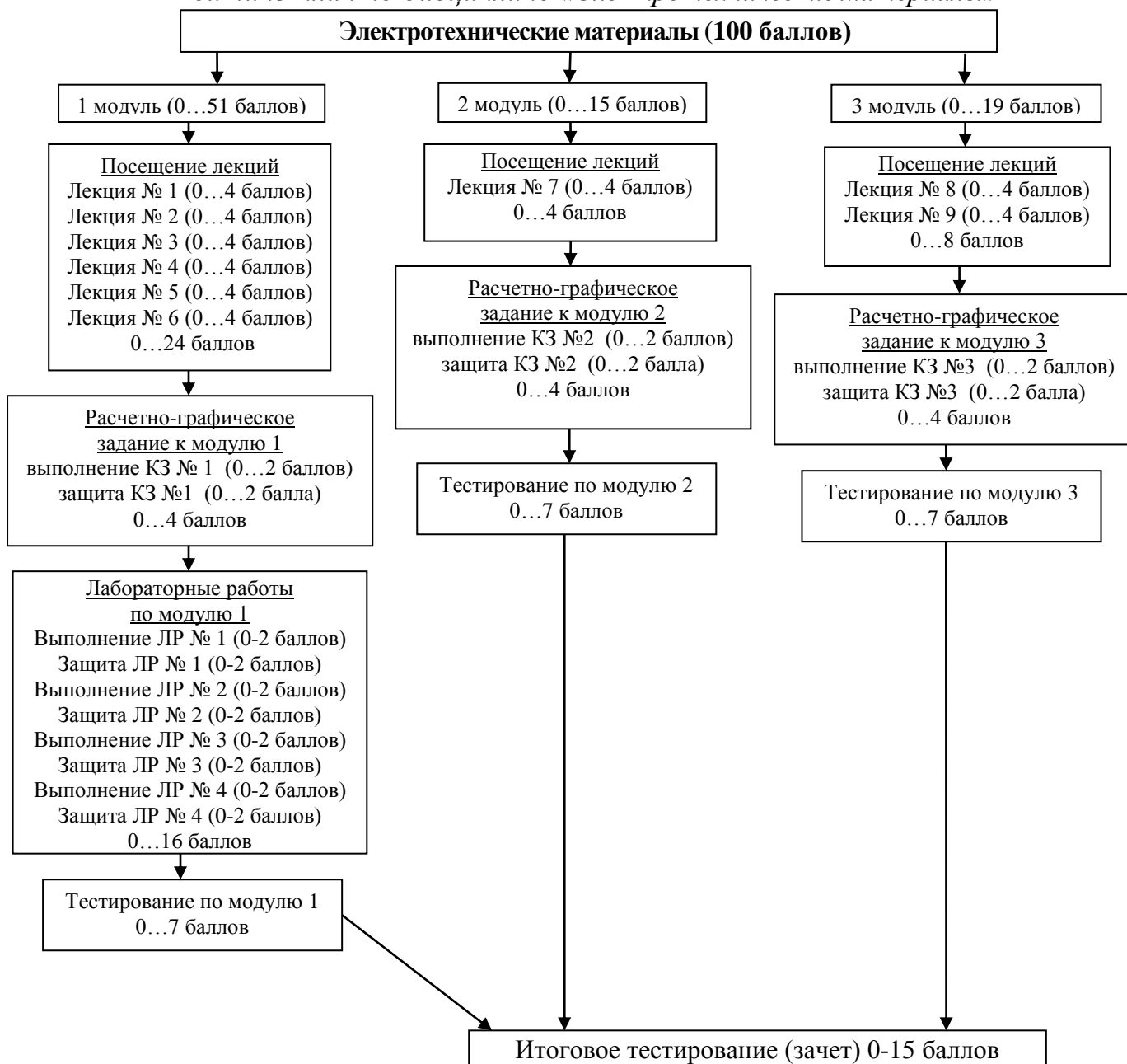
Директор Научной библиотеки Зорина Р. А.

## 7 Критерии оценки знаний, умений, навыков и заявленных компетенций

**7.1 Текущий контроль** знаний студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах: выполнение расчетно-графических заданий к модулю; защита отчетов по расчетно-графическим заданиям; выполнение лабораторных работ; защита отчетов по лабораторным работам.

**7.2 Промежуточная аттестация** знаний по дисциплине – зачет с оценкой проводится итоговым тестированием. Для получения экзамена необходимо набрать следующее количество баллов: от 70 до 100 баллов. Сдача текущих задолженностей и отработка пропущенных осуществляется в установленные преподавателем сроки с использованием показателей рейтинг-плана.

### Рейтинг-план по дисциплине «Электротехнические материалы»



Детальное описание критериев выставления оценок по текущей и промежуточной аттестации представлено в фонде оценочных средств по данной дисциплине.

При возникновении текущих задолженностей студент может выполнить практическую и лабораторную работу, набрав количество баллов в соответствии с рейтинг-планом дисциплины в дистанционной форме на платформе LMS Moodle (<https://e.kgau.ru/course/view.php?id=3054>). При этом критерии оценки не меняются, однако необходимо учитывать временные интервалы, установленные в настройках электронного учебного курса.

Любой вид занятий по дисциплине «Электротехнические материалы» может быть отработан студентом с другой группой (по согласованию с ведущим преподавателем), но не в ущерб рабочему времени и другим дисциплинам ОПОП.

## 8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Таблица 9

Вид занятий	Аудитория	Спецоборудование	ТСО
1. Практические занятия	1-31 1-37	Средства мультимедиа Лабораторные установки: 1. Определение диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь электроизоляционных материалов; 2. Электрическая прочность твердых диэлектриков; 3. Исследование статистических закономерностей пробоя трансформаторного масла. Персональный компьютер с программой «Виртуальная лаборатория электротехники: Электроматериаловедение».	Презентации, видеофильмы. Наглядные пособия, макеты. Учебные пособия. Виртуальная программа на компьютере.
2. СРС	1-18 1-31 1-37	Персональный компьютер с программой «Виртуальная лаборатория электротехники: Электроматериаловедение» и выходом в интернет.	Электронные издания. Виртуальная программа на компьютере.

## 9 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

### 9.1. Методические указания по дисциплине для обучающихся



При изучении дисциплины «Электротехнические материалы» обучающимся необходимо поэтапно рассмотреть модульные единицы, начиная с определений и общих понятий, представленных в первого занятия. Как в элементах контактной работы, так и в дистанционной форме, изучение модульных единиц требует установленной последовательности.

При выполнении отчетов по лабораторным работам следует использовать методические рекомендации, прикрепленные к заданию соответствующей лабораторной работы в виде электронного файла.

При выполнении отчетов по расчетно-графическим заданиям, следует использовать методические рекомендации, прикрепленные к заданию расчетно-графического задания в виде электронного файла.

Приступая к тестированию в электронном курсе, на платформе LMS Moodle (<https://e.kgau.ru/course/view.php?id=3054>), с целью получения наилучшего результата следует провести тщательную подготовку, как по теоретическому материалу по лекциям модулей дисциплины, так и практическому материалу лабораторных занятий, поскольку результат прохождения тестов рассчитывается по среднему баллу всех выполненных попыток.

Для экономии времени некоторые вопросы из перечня для самостоятельной работы можно разобрать на консультациях, проводимых в соответствии с расписанием преподавателя. Также на консультациях возможна защита отчетов по лабораторным работам.

## **9.2. Методические указания по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

В целях освоения учебной программы дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается:

1. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

1.1. размещение в доступных для обучающихся местах и в адаптированной форме справочной информации о расписании учебных занятий;

1.2. присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;

1.3. выпуск альтернативных форматов методических материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);

2. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

2.1. надлежащими звуковыми средствами воспроизведение информации;

3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата:

3.1. возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, туалетные комнаты и другие помещения института, а также пребывание в указанных помещениях.

Образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах или в отдельных организациях.

Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в одной из форм, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Таблица 10

Категории студентов	Формы
С нарушением слуха	<ul style="list-style-type: none"><li>• в печатной форме;</li><li>• в форме электронного документа;</li></ul>
С нарушением зрения	<ul style="list-style-type: none"><li>• в печатной форме увеличенным шрифтом;</li><li>• в форме электронного документа;</li><li>• в форме аудиофайла;</li></ul>
С нарушением опорно-двигательного аппарата	<ul style="list-style-type: none"><li>• в печатной форме;</li><li>• в форме электронного документа;</li><li>• в форме аудиофайла.</li></ul>

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная работа. Под индивидуальной работой подразумевается две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа. Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.

## ПРОТОКОЛ ИЗМЕНЕНИЙ РПД

Дата	Раздел	Изменения	Комментарии

**Программу разработал:**

Василенко А.А., преподаватель

\_\_\_\_\_

(подпись)

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу учебной дисциплины «Электротехнические материалы», разработанную доцентом кафедры электроснабжения сельского хозяйства, к.т.н. Василенко А.А.

Рабочая программа дисциплины «Электротехнические материалы» для подготовки техников-электриков по специальности 35.02.08 – «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства» разработана в соответствии с ФГОС СПО №457, от 07.05.2014г.

Дисциплина реализуется в институте инженерных систем и энергетики кафедрой электроснабжения сельского хозяйства. Структуру дисциплины образуют три модуля: 1) физические основы диэлектрических материалов; 2) изоляционные материалы; 3) проводниковые, полупроводниковые и магнитные материалы. Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы учебного процесса: лекции, практические занятия, лабораторные работы, самостоятельную работу студентов. Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме тестирования и защиты лабораторных работ, а также промежуточный контроль в форме экзамена. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины включает список основной, дополнительной литературы, программного обеспечения и Интернет-ресурсы.

В рабочей программе дано описание логической и содержательно-методической взаимосвязи с другими частями ОПОП (дисциплинами, модулями). Указаны компетенции, а также требования к знаниям, умениям и навыкам, полученным в ходе изучения дисциплины. Приводится перечень лабораторных работ и заданий для самостоятельной работы студентов по отдельным разделам дисциплины.

Рабочая программа, составленная Василенко А.А., соответствует требованиям ФГОС СПО, ОПОП СПО, учебного плана и может быть рекомендована к применению для обеспечения основной образовательной программы по специальности 35.02.08 – «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства» дисциплины «Электротехнические материалы».

Рецензент

Тимофеев Геннадий Сергеевич

(Ф.И.О., должность, место работы)

Начальник службы электрических режимов ЦУС филиала

ПАО «Россети Сибирь» – «Красноярскэнерго», к.т.н.

(подпись)

