

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Департамент научно-технологической политики и образования  
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.  
«23» марта 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ:  
Ректор  
Пыжикова Н.И.  
«24» марта 2023 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Электротехнические материалы

ФГОС ВО

по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия  
(код, наименование)

Направленность (профиль) Электрооборудование и электротехнологии в АПК

Курс 1

Семестр (ы) 2

Форма обучения очная

Квалификация выпускника бакалавр

Красноярск, 2023

Составитель: Василенко А.А., к.т.н.; 21.02.2023 г.

Программа разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия примерной основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия, профессиональным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 23 августа 2017 г. № 813. и профессионального стандарта «Специалист в области механизации сельского хозяйства», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 02 сентября 2020 г. № 555н.

Программа обсуждена на заседании кафедры Электроснабжение сельского хозяйства, протокол от 22.02.2023 г. № 6

Зав. кафедрой, к.т.н., доцент А.В. Бастрон, 22.02.2023 г.

## **Лист согласования рабочей программы**

Программа принята методической комиссией института Инженерные системы и энергетика, протокол от 28.02.2023 г. № 7

Председатель МКИ ИСиЭ, к.т.н., доцент А.А. Доржеев, 28.02.2023г.

Заведующий выпускающей кафедрой по направлению подготовки 35.03.06  
Агроинженерия, д.т.н., доцент М.П. Баранова 28.02.2023г.

## Оглавление

	Аннотация	5
1	Место дисциплины в структуре образовательной программы	6
2	Цели и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	6
3	Организационно-методические данные дисциплины	7
4	Структура и содержание дисциплины	8
	Трудоёмкость модулей и модульных единиц дисциплины	8
	Содержание модулей дисциплины	9
	Лекционные занятия	11
	Лабораторные занятия	13
	Самостоятельное изучение разделов дисциплины и виды самоподготовки к текущему контролю знаний	15
4.5.1	Перечень вопросов для самостоятельного изучения и видов самоподготовки к текущему контролю знаний	15
	Расчетно-графические задания	16
5	Взаимосвязь видов учебных занятий	17
6	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	17
	Карта обеспеченности литературой	17
	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»)	17
	Программное обеспечение	17
7	Критерии оценки знаний, умений, навыков и заявленных компетенций	19
	7.1 Текущий контроль	19
	7.2 Промежуточная аттестация	19
8	Материально-техническое обеспечение дисциплины	20
9	Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины	21
	Методические указания по дисциплине для обучающихся	21
	Методические указания по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	21

## Аннотация

Дисциплина «Электротехнические материалы» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1. дисциплин (модули) подготовки студентов по направлению подготовки 35.03.06 – «Агроинженерия» направления (профиля) Электрооборудование и электротехнологии в АПК.

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

Дисциплина нацелена на формирование профессиональных компетенций выпускника, а именно:

ПК-1. Способен участвовать в проведении лабораторных работ исследовательского характера по общепринятым методикам, составлять их описание и формулировать выводы;

ПК-3. Способен участвовать в испытаниях электрооборудования и средств автоматизации по стандартным методикам.

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: лекционные занятия, лабораторные работы, самостоятельную работу студента, консультации.

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3,0 зачетных единицы, 108 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (18 часов), лабораторные (36 часа) занятия и (54 часа) самостоятельной работы студента.

## 1 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина включена в ОПОП направления подготовки 35.03.06 – «Агроинженерия» направленности (профиля) Электрооборудование и электротехнологии в АПК в часть, формируемую участниками образовательных отношений блока 1 дисциплины (модули). 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 и содержание компетенции	Индекс компетенции	Перечень планируемых результатов обучения дисциплине
ПК-1. Способен участвовать в проведении лабораторных работ исследовательского характера по общепринятым методикам, составлять их описание и формулировать выводы	ИД-1 ПК-1 - участвует в проведении лабораторных работ исследовательского характера по общепринятым методикам, составляет их описание и формулирует выводы	Знать: современные способы получения материалов и изделий из них с заданным уровнем эксплуатационных свойств, а также строение и свойства материалов;
		Уметь: выбирать рациональный способ получения заготовок, исходя из заданных эксплуатационных свойств;
		Владеть: методикой проведения лабораторных исследований при определении свойств электротехнических материалов;

ПК-3. Способен участвовать в испытаниях электрооборудования и средств автоматизации по стандартным методикам.	ИД-1 ПК-3 – участвует в испытаниях электрооборудования и средств автоматизации по стандартным методикам	Знать: сущность явлений, происходящих в материалах в условиях эксплуатации изделий;
		Уметь: оценивать и прогнозировать состояние материалов и причин отказов деталей под воздействием на них различных эксплуатационных факторов;
		Владеть: методикой выбора конструкционных материалов для изготовления элементов машин и механизмов.

### 3 Организационно-методические данные дисциплины

Таблица 2

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

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	зач. ед.	час.	по семестрам	
			№1	№2
<b>Общая трудоемкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>3</b>	<b>108</b>		<b>108</b>
<b>Контактная работа</b>	<b>1,5</b>	<b>54</b>		<b>54</b>
в том числе:				
Лекции (Л) / в том числе в интерактивной форме		18/2		18/2
Практические занятия (ПЗ) / в том числе в интерактивной форме				
Семинары (С) / в том числе в интерактивной форме				
Лабораторные работы (ЛР) / в том числе в интерактивной форме		36/8		36/8
<b>Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>1,5</b>	<b>54</b>		<b>54</b>
в том числе:				
курсовая работа (проект)				
самостоятельное изучение тем и разделов		30		30
контрольные работы		3		3
реферат				
самоподготовка к текущему контролю знаний		14		14
подготовка к зачету		7		7
др. виды				
<b>Подготовка и сдача экзамена</b>				
<b>Вид контроля:</b>				Зачет с оценкой

## Трудоёмкость модулей и модульных единиц дисциплины

Таблица 3

## Трудоёмкость модулей и модульных единиц дисциплины

Наименование модулей и модульных единиц дисциплины	Всего часов на модуль	Контактная работа		Внеаудиторная работа (СРС)
		Л	ЛЗ	
<b>Модуль 1</b> Физические основы диэлектрических материалов	<b>50</b>	<b>7</b>	<b>16</b>	<b>23</b>
Модульная единица 1 Строение вещества. Виды связи в веществе	2	1	-	1
Модульная единица 2 Поляризация диэлектриков	3	1	-	2
Модульная единица 3 Электропроводность диэлектриков	8	1	4	5
Модульная единица 4 Диэлектрические потери	10	1	4	5
Модульная единица 5 Пробой диэлектриков	17	2	10	5
Модульная единица 6 Основные физические свойства диэлектриков	6	1	-	5
<b>Модуль 2</b> Изоляционные материалы	<b>22</b>	<b>5</b>	<b>-</b>	<b>17</b>
Модульная единица 7 Газообразные электроизоляционные материалы	8	2	-	6
Модульная единица 8 Жидкие электроизоляционные материалы	7	2	-	5
Модульная единица 9 Твердые электроизоляционные материалы	7	1	-	6
<b>Модуль 3</b> Проводниковые, полупроводниковые и магнитные материалы	<b>36</b>	<b>6</b>	<b>16</b>	<b>14</b>
Модульная единица 10 Проводниковые материалы	10	4	-	6
Модульная единица 11 Полупроводниковые материалы	13	1	8	4
Модульная единица 12 Магнитные материалы	13	1	8	4
<b>ИТОГО</b>	<b>108</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>54</b>

## 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. Лекционные занятия

Таблица 4

#### Содержание лекционного курса

№ 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>			7
	<b>Модульная ед. 1</b> Строение вещества. Виды связи в веществе	<b>Лекция № 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>Лекция № 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 диэлектриков	<b>Лекция № 3</b> Ток утечки и сопротивление диэлектриков. Удельные объемные и поверхностные сопротивления. Физическая природа электропроводности диэлектриков. Электропроводность газообразных, жидких и твердых диэлектриков. Поверхностная электропроводность твердых диэлектриков.	Презентация с обсуждением, тестирование	1
	<b>Модульная ед. 4</b> Диэлектрические потери	<b>Лекция № 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	Презентация с обсуждением, тестирование	1

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	№ и тема лекции	Вид <sup>1</sup> контрольного мероприятия	Кол-во часов
		диэлектриках. Измерение тангенса угла диэлектрических потерь.		
	<b>Модульная ед. 5</b> Пробой диэлектриков	<b>Лекция № 5</b> Пробивное напряжение и электрическая прочность. Процессы ионизации в газах. Виды ионизации. Механизм пробоя газов. 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.	Презентация с обсуждением, тестирование	2
	<b>Модульная ед. 6</b> Основные физические свойства диэлектриков	<b>Лекция № 6</b> Влажностные свойства. Термические свойства. Классы нагровостойкости. Тепловое старение электроизоляционных материалов. Дугостойкость. Механические характеристики. Влияние окружающей среды на характеристики электроизоляционных материалов.	Презентация с обсуждением, тестирование	1
2	<b>Модуль 2 ИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ</b>			3
	<b>Модульная ед. 7</b> Газообразные электроизоляционные материалы.	<b>Лекция № 7</b> Воздух. Вакуум. Азот. Элегаз. Перфторированные углеводороды. Область применения газообразных диэлектриков.	Презентация с обсуждением, тестирование	1
	<b>Модульная ед. 8</b> Жидкие электроизоляционные материалы.	<b>Лекция № 8</b> Минеральные масла. Хлорированные углеводороды. Кремнийорганические жидкости. Синтетические углеводороды.	Презентация с обсуждением, тестирование	1
	<b>Модульная ед. 9</b> Твердые электроизоляционные материалы.	<b>Лекция № 9</b> Волокнистые материалы. Электрокерамика. Стекла. Материалы на основе слюды. Высокополимерные твердые электроизоляционные материалы. Кремнийорганические материалы. Лаки, смолы, компаунды.	Презентация с обсуждением, тестирование	1
3	<b>Модуль 3 Проводниковые, полупроводниковые и магнитные материалы.</b>			6
	<b>Модульная ед. 10</b> Проводниковые материалы.	<b>Лекция № 10</b> Материалы высокой удельной проводимости. Криопроводники и сверхпроводники. Мате-	Презентация с обсуждением, тести-	4

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	№ и тема лекции	Вид <sup>1</sup> контрольного мероприятия	Кол-во часов
		риалы высокого удельного сопротивления. Специальные материалы. Проводниковые изделия. Обмоточные провода с эмалевой, волокнистой и пленочной изоляцией. Монтажные и установочные 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.	рование	
	<b>Модульная ед. 11</b> Полупроводниковые материалы	<b>Лекция № 11</b> Классификация и свойства полупроводниковых материалов. Полупроводниковые материалы, используемые в электроэнергетике.	Презентация с обсуждением, тестирование	1
	<b>Модульная ед. 12</b> Магнитные материалы	<b>Лекция № 12</b> Классификация магнитных материалов и их характеристики. Магнитомягкие материалы. Магнитотвердые материалы.	Презентация с обсуждением, тестирование	1

## Лабораторные занятия

Таблица 5

### Содержание лабораторных занятий и контрольных мероприятий

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	№ и название лабораторных с указанием контрольных мероприятий	Вид <sup>2</sup> контрольного мероприятия	Кол-во часов
1	<b>Модуль 1 Физические основы диэлектрических материалов</b>		тестирование	<b>20</b>
	<b>Модульная ед. 1</b> Строение вещества. Виды связи в веществе			
	<b>Модульная ед. 2</b> Поляризация диэлектриков			
	<b>Модульная ед. 3</b> Электропроводность диэлектриков	Занятие № 1 Исследование электропроводности диэлектриков	Работа по звеньям, защита отчета	6

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	№ и название лабораторных с указанием контрольных мероприятий	Вид <sup>2</sup> контрольного мероприятия	Кол-во часов
	<b>Модульная ед. 4</b> Диэлектрические потери	Занятие № 2 Определение диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь электроизоляционных материалов	Работа по звеньям, защита отчета	4
	<b>Модульная ед. 5</b> Пробой диэлектриков	Занятие № 3 Электрическая прочность твердых диэлектриков	Работа по звеньям, защита отчета	4
		Занятие № 4 Исследование статистических закономерностей пробоя трансформаторного масла	Работа по звеньям, защита отчета	6
	<b>Модульная ед. 6</b> Основные физические свойства диэлектриков			
2	<b>Модуль 2 Изоляционные материалы</b>		тестирование	-
	<b>Модульная ед. 7</b> Газообразные электроизоляционные материалы.			
	<b>Модульная ед. 8</b> Жидкие электроизоляционные материалы.			
	<b>Модульная ед. 9</b> Твердые электроизоляционные материалы.			
3	<b>Модуль 3 Проводниковые, полупроводниковые и магнитные материалы</b>		тестирование	<b>16</b>
	<b>Модульная ед. 10</b> Проводниковые материалы.			
	<b>Модульная ед. 11</b> Полупроводниковые материалы	Занятие №5 Исследование свойств полупроводниковых материалов	Работа по звеньям, защита отчета	8
	<b>Модульная ед.12</b> Магнитные материалы	Занятие № 6 Исследование свойств магнитных материалов	Работа по звеньям, защита отчета	8
	<b>ИТОГО</b>			<b>36</b>

## 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 6. 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=3051>).
- самотестирование по контрольным вопросам (тестам);
- самостоятельная работа по модульным единицам в библиотеке, в компьютерном классе и в домашних условиях.

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

Таблица 6

#### 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>26</b>
1	<b>Модульная ед. 2</b> Строение вещества. Виды связи в веществе.	Поляризация комбинированных диэлектриков.	4
2	<b>Модульная ед. 3</b> Электропроводность диэлектриков	Электропроводность диэлектриков.	16
<b>Модуль 2 Изоляционные материалы</b>			<b>20</b>
3	<b>Модульная ед. 9</b> Газообразные электроизоляционные материалы. Жидкие электроизоляционные материалы. Твердые электроизоляционные материалы	Волокнистые материалы. Электрокерамика. Стекла. Материалы на основе слюды. Высокополимерные твердые электроизоляционные материалы. Кремнийорганические материалы. Лаки, смолы, компаунды.	20
<b>Модуль 3 Проводниковые, полупроводниковые и магнитные материалы</b>			<b>14</b>
4	<b>Модульная ед. 10</b> Проводниковые материалы	Природа электрического тока в проводниках. Удельное электрическое сопротивление и его температурная зависимость. Сверхпроводники и криопроводники. Проводниковые материалы вы-	6

№п/п	№ модуля и модульной единицы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Кол-во часов
		сокой удельной проводимости и высокого удельного сопротивления. Области их применения.	
5	<b>Модульная ед. 11</b> Полупроводниковые материалы	Электропроводность полупроводников. Простые и сложные полупроводники.	4
6	<b>Модульная ед. 12</b> Магнитные материалы	Классификация материалов по магнитным свойствам. Основные характеристики магнитных материалов. Магнитомягкие и магнитотвердые материалы. Области их применения.	4
<b>ВСЕГО</b>			<b>54</b>

#### 4.6. Расчетно-графические задания

Таблица 7

##### Содержание расчетно-графических заданий

№ п/п	№ модуля дисциплины	№ и название расчетно-графического задания	Вид <sup>3</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.

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

<b>Компетенции</b>	<b>Лекции</b>	<b>ЛЗ</b>	<b>ПЗ</b>	<b>СРС</b>	<b>Вид контроля</b>
ПК-1. Способен участвовать в проведении лабораторных работ исследовательского характера по общепринятым методикам, составлять их описание и формулировать выводы;	1 - 12	1 - 6			Защита отчета по ЛЗ зачет
ПК-3. Способен участвовать в испытаниях электрооборудования и средств автоматизации по стандартным методикам.	1 - 12			1 - 3	Защита отчетов по РГЗ

**6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

1. Тимофеев, С.А. Технология конструкционных материалов и материаловедение: электротехнические материалы:[учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 110300 "Агроинженерия", специальности 110302 "Электрификация и автоматизация сельского хозяйства"] / С. А. Тимофеев ; Краснояр. гос. аграр. ун-т. - Красноярск : [КрасГАУ], 2009. - 157 с.

2. Колосов С.Н., Материаловедение и технология конструкционных материалов, М.: «Высшая школа», 2007.- 534с.

**Карта обеспеченности литературой (таблица 9)**

**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/>.

**Программное обеспечение**

Windows 7 Enterprise (бессрочная лицензия) Офисный пакет Office 2007 Russian Open License Pack (Академическая лицензия №44937729 от 15.12.2008) MS Open License Office Access 2007 (Лицензия академическая №45965845 31.10.2011)

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса. Стандартный Russian Edition. 1000-1499 Node 2 year Educational License (лицензия 17E0-171204-043145-330-825 с 12.04.2017 до 12.12.2019)

Свободно распространяемое программное обеспечение: Moodle 3.5.6a (система дистанционного образования), Notepad++, Офисный пакет LibreOffice 6.2.1.

## КАРТА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ЛИТЕРАТУРОЙ

Кафедра Электроснабжение сельского хозяйства Направление подготовки 35.03.06 «Агроинженерия»

Дисциплина «Электротехнические материалы»

Таблица 9

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
Лекции, ЛЗ, СРС	Технология конструкционных материалов и материаловедение: электротехнические материалы: [учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 110300 "Агроинженерия", специальности 110302 "Электрификация и автоматизация сельского хозяйства"]	Тимофеев, С.А.	КрасГАУ	2009	+	+	+		30	95+ИРБИС
Лекции, ЛЗ, СРС	Материаловедение и технология конструкционных материалов	Колосов С.Н.	М.: «Высшая школа»	2007	+		+		10	20

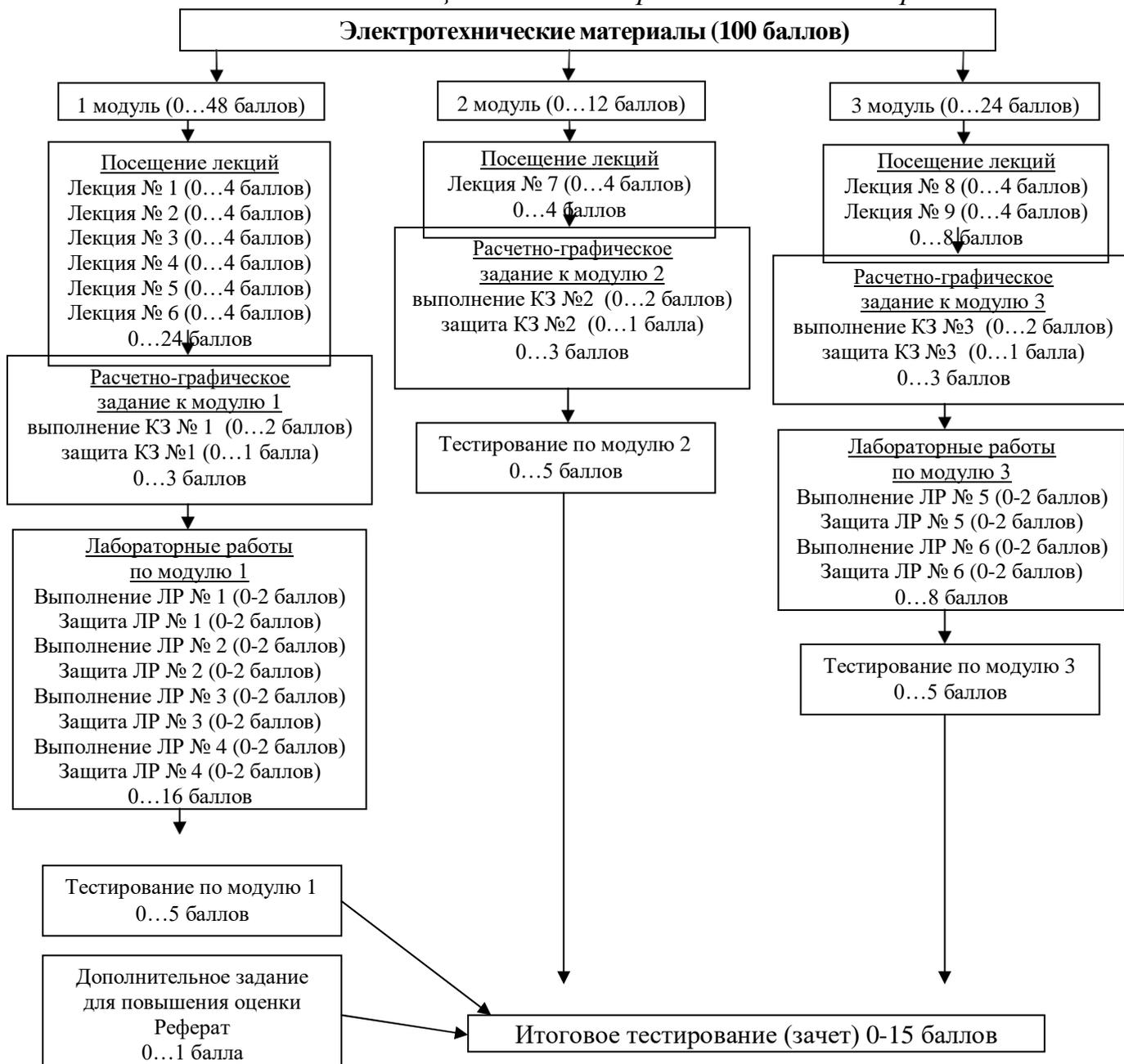
Директор Научной библиотеки  Зорина Р.А.

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

**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.

**Промежуточная аттестация** знаний по дисциплине – зачет с оценкой проводится итоговым тестированием. Для получения зачета 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=3051>). 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**

5-24 Лекционный зал Стационарная мультимедийная установка, компьютер, парты, лавки, меловая доска.

1-37 Лаборатория монтажа, ремонта и эксплуатации электрооборудования: Лабораторные стенды, Монтажный инструмент «Набор инструмента электромонтажника» Щиток ЩКП с УЗО. Ножницы по металлу.

Клещи обжимные. Лабораторный автотрансформатор. Дрель. Установка У 5052, У П-34. Источник питания. Осциллограф С1-69. Осциллограф А-306. Прибор ВЧФ5-3. Измеритель сопротивления МИС- 2500. Переносной комплект измерительных приборов для проведения испытаний электрооборудования напряжением до 1000 В. Комплект лабораторного оборудования "Электромонтажная панель" ЭМПА1-Н. Набор для монтажа и наладки на электрическом столе (панели) НМН1-СУАД. Комплект лабораторного оборудования "Определение повреждения кабельной линии" ОП. Комплект лабораторного оборудования ТАДИН1-Н-Р. Комплект лабораторного оборудования ТОСЭМ1-С.

1-26 Компьютерный класс; Компьютерный класс с выходом в интернет: Компьютер DEPO Neos i3 2120/4G/DVD+RW/монитSamsung - 20 шт., Передвижной проекционный столик РТ-5, Экран демонстрационный. 4-03 Учебная аудитория; Переносная мультимедийная установка, меловая доска, принтер.

4-05 Учебная аудитория; Учебные аудитории для общего пользования предназначены для самостоятельной работы студентов: парты, стулья, доска, Wi-Fi.

4-15 Учебная аудитория; Учебные аудитории для общего пользования предназначены для самостоятельной работы студентов: парты, стулья, доска, Wi-Fi.

## **9 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины**

### **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 первой лекции. 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=3051>), 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.

### **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:

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

присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;

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:

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 11

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.

## 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 бакалавров очной формы обучения направления 35.03.06 – «Агроинженерия» профиля «Электрооборудование и электротехнологии в АПК» разработана в соответствии с ФГОС ВО 3-го поколения.

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 зачета с оценкой. 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 ВО, ОПОП ВО, учебного плана и может быть рекомендована к применению для обеспечения основной образовательной программы по направлению подготовки 35.03.06 – «Агроинженерия» дисциплины «Электротехнические материалы».

Рецензент

Тимофеев Геннадий Сергеевич

(Ф.И.О., должность, место работы)

Начальник службы электрических режимов ЦУС филиала ПАО «МРСК  
Сибири» – «Красноярскэнерго»



(подпись)

М.П.