

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Брянский государственный аграрный университет»



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
и цифровизации

А.В. Кубышкина

18.05.2023 г.

**Устройства защиты и автоматики электрооборудования**

(Наименование дисциплины)

рабочая программа дисциплины

Закреплена за кафедрой **Электроэнергетики и электротехнологий**

Направление подготовки **13.04.02 Электроэнергетика и электротехника**

Профиль **Электрооборудование и электротехнологии в АПК**

Квалификация	<b>Магистр</b>
Форма обучения	<b>Очно-заочная</b>
Общая трудоемкость	<b>5 з.е.</b>

Брянская область  
2023

Программу составил(и):

Д.т.н., доцент Кисель Ю.Е. 

Рецензент(ы):

Д.т.н., профессор Погоньшев В.А. 

Рабочая программа дисциплины

Устройства защиты и автоматики электрооборудования

разработана в соответствии с ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 февраля 2018 г. №147.

составлена на основании учебного плана 2023 года набора

Направление подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль Электрооборудование и электротехнологии в АПК

утвержденного Учёным советом вуза от 18.05.2023 г. протокол № 10

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Электроэнергетики и электротехнологий

Протокол от 18.05.2023 г. № 10

Зав. кафедрой, к.т.н., доцент Безик Д.А. 

## ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель изучения дисциплины:

-подготовка обучающихся к проектно-конструкторской и научно-исследовательской деятельности по направлению подготовки 13.04.02. Электроэнергетика и электротехника посредством обеспечения этапов формирования компетенций.

### 1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Блок ОПОП ВО Б1.В.05

2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Для успешного освоения дисциплины слушателю необходимо:

знать математические дисциплины, владеть элементами компьютерной грамотности, релейной защиты и автоматики.

2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Знания, умения и навыки, приобретенные при изучении дисциплины «Устройства защиты и автоматики электрооборудования» могут быть использованы в дисциплинах, где требуются знания специальных вопросов электроснабжения, современных устройствах релейной защиты и автоматики, производственной практики.

### 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Достижения планируемых результатов обучения, соотнесенных с общими целями и задачами ОПОП, является целью освоения дисциплины.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен усвоить трудовые функции в соответствии с профессиональным стандартом «Специалист в области проектирования систем электропривода», утвержденный приказом Минтруда России от 13.04.2017 № 354н (Зарегистрировано в Минюсте России 5.05.2017 № 46626).

Обобщенная трудовая функция – Разработка отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования системы электропривода (код – В/6).

Трудовая функция – Разработка проектных решений отдельных частей системы электропривода (код – В/02.6).

Трудовые действия:

Выбор оптимальных технических решений для разработки отдельных разделов на различных стадиях проектирования системы электропривода.

Выбор оборудования для отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования системы электропривода.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен усвоить трудовые функции в соответствии с профессиональным стандартом "Специалист по эксплуатации трансформаторных подстанций и распределительных пунктов", утвержденный приказом Минтруда России от 17.04.2014 N 266н (Зарегистрировано в Минюсте России 11.07.2014 N 33064).

Обобщенная трудовая функция – Руководство структурным подразделением по техническому обслуживанию и ремонту трансформаторных подстанций и распределительных пунктов (код – В/6).

Трудовая функция – Организационно-техническое, технологическое и ресурсное обеспечение работ по эксплуатации трансформаторных подстанций и распределительных пунктов (код – В/01.6).

Трудовые действия:

Прием законченных работ по реконструкции трансформаторных подстанций и распределительных пунктов, испытание вновь вводимого оборудования

В результате изучения дисциплины обучающийся должен усвоить трудовые функции в соответствии с профессиональным стандартом "Специалист по эксплуатации воздушных и кабельных муниципальных линий электропередачи", утвержденный приказом Минтруда России от 08.09.2014 N 620н (Зарегистрировано в Минюсте России 10.10.2014 N 34284).

Обобщенная трудовая функция – Руководство структурным подразделением по техническому обслуживанию и ремонту муниципальных линий электропередачи (код – В/6).

Трудовая функция – Организация технологического, технического и материального обеспечения работ по эксплуатации муниципальных линий электропередачи (код – В/02.6).

Трудовые действия:

Проведение измерений, связанных с проверкой элементов линий электропередачи при приемке их в эксплуатацию, после окончания строительства и капитального ремонта

## 2. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ИНДИКАТОРАМИ ДОСТИЖЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Компетенция (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Результаты обучения
Тип задач профессиональной деятельности: организационно-управленческий		
ПК-4 Способен осуществлять руководство структурным подразделением по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту	ПК-4.2 Организует технологическое, техническое и материального обеспечения работ техническому обслуживанию и ремонту муниципальных линий электропередач муниципальных линий электропередачи, трансформаторных подстанций и распределительных пунктов	Знать: основные принципы выполнения релейной защиты; особенности их использования для осуществления защиты линий электропередачи, трансформаторных подстанций и распределительных пунктов Уметь: рассчитывать и проектировать систем релейной защиты линий электропередачи, трансформаторных подстанций и распределительных пунктов Владеть: навыками проектирования систем релейной защиты линий электропередачи, трансформаторных подстанций и распределительных пунктов
ПК-5 Способен организовать работу по повышению эффективности энергетического и электротехнического оборудования предприятий, организаций и учреждений	ПК-5.1 Владеет методами организации работы по повышению эффективности и энергосбережения энергетического и электротехнического оборудования	Знать: основные принципы выполнения релейной защиты с использованием современных устройств РЗА Уметь: рассчитывать и проектировать систем релейной защиты электротехнического оборудования предприятий с использованием современных устройств РЗА Владеть: навыками проектирования систем релейной защиты электротехнического оборудования предприятий с использованием современных устройств РЗА

#### 4 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСОВ ДИСЦИПЛИНЫ ПО КУРСАМ

Вид занятий	1		2		3		Итого	
	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД
Лекции	14	14					14	4
Практические	14	14					14	6
Консультация перед экзаменом	1	1					1	1
Прием экзамена	0,25	0,25					0,25	0,25
Контактная работа обучающихся с преподавателем (аудиторная)	29,25	29,25					29,25	11,25
Сам. работа	116	116					116	162
Контроль	34,75	34,75					34,75	6,75
Итого	180	180					180	180

#### СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Раздел дисциплины, тема и основные вопросы (вид занятия)	Курс	Трудоемкость в часах	Индикаторы достижения компетенций
1	<p><b>Раздел.1. Основные сведения о системах релейной защиты и автоматики</b></p> <p><i>Вопросы:</i></p> <p>Система противоаварийного управления, основное предназначение комплекса.</p> <p>Релейная защита. Системная автоматика. Режимная автоматика. Противоаварийная автоматика. Автоматическое повторное включение линий электропередачи. Автоматический ввод резерва. Автоматика регулирования частоты и мощности. Автоматика регулирования напряжения. Электрическая система генераторов и нагрузки. Автоматический ввод генераторов при возникновении аварийной ситуации в электрической системе. Специальная автоматика отключения нагрузки. Автоматическая частотная разгрузка. (Лек)</p>	1	6	ПК-4., ПК-5
	Изучение учебного материала, перенесенного с аудиторных занятий на самостоятельную проработку (Ср)	1	4	ПК-4., ПК-5
2	<p><b>Раздел 2 Виды повреждений и ненормальных режимов работы энергосистем.</b></p> <p><i>Вопросы:</i></p> <p>Виды повреждений: трехфазные и двухфазные короткие замыкания, однофазные и двухфазные замыкания на землю, методы их расчета и основные допущения, средства автоматизации расчета токов короткого замыкания. Сложные виды повреждений, влияние переходного сопротивления в месте повреждения. Ненормальные режимы: токи перегрузки и внешних замыканий, качания и нарушения синхронизма.(Лек)</p>	1	4	ПК-4., ПК-5
	Расчета токов короткого замыкания для выбора уставок релейных защит (Пр)	1	6	ПК-4., ПК-5
	Изучение учебного материала, перенесенного с аудиторных занятий на самостоятельную проработку. Подготовка к практическим занятиям (СР)	1	4	ПК-4., ПК-5

№ п/п	Раздел дисциплины, тема и основные вопросы (вид занятия)	Курс	Трудоемкость в часах	Индикаторы достижения компетенций
3	<p><b>Раздел 3. Трансформаторы тока и напряжения, источники оперативного тока, классификация устройств РЗ</b></p> <p><u>Вопросы:</u>  Назначение релейной защиты. Функции релейной защиты. Селективность релейной защиты. Быстродействие релейной защиты. Чувствительность релейной защиты. Надежность функционирования релейной защиты. Электрическая схема трансформатора. Условные обозначения трансформаторов на схемах. Схема замещения трансформатора. Векторная диаграмма трансформатора. Схема соединения трансформаторов и вторичной нагрузки. Электрическая схема трансформатора напряжения. Схема соединения обмоток трансформатора. Источники оперативного тока. Оперативный ток с использованием аккумуляторной батареи. Принципиальная схема блоков питания типа БПТ-1002 и БПТ-1002. Классификацию устройств релейной защиты.(Лек)</p>	1	4	ПК-4., ПК-5
4	<p><b>Раздел 4. Максимально-токовые защиты</b></p> <p><u>Вопросы:</u>  Схема трехступенчатой максимально-токовой защиты. Карта селективности максимально-токовой защиты. Схема максимально-токовой защиты с разделением третьей ступени. Схема максимальной токовой защиты несимметричной системы векторов токов. Схема максимально-токовой защиты с блокировкой по напряжению. Схема максимально-токовой защиты с двухсторонним питанием потребителей. Схема максимально-токовой защиты с контролем направления мощности. Реле тока мгновенного действия. Реле тока с выдержкой времени. Индукционное электромеханическое реле. Схема МТЗ с дешунтированием соленоида отключения выключателя. Специальные реле тока. Реле времени. Промежуточное реле. Конструкция сигнальных реле. Токовая часть схемы трехступенчатой МТЗ. Логическая часть схемы трехступенчатой МТЗ. Фильтр напряжения обратной последовательности. Векторная диаграмма фильтра напряжения обратной последовательности. Векторная диаграмма фильтра напряжения обратной последовательности при подаче на вход фильтра несимметричного напряжения. Схема многофункциональной микропроцессорной МТЗ. Разделительно-преобразовательное устройство дискретных сигналов. Схема устройства разделения и преобразования аналоговых сигналов. (Ср)</p>	1	12	ПК-4., ПК-5
	Расчет уставок ступенчатых токовых защит от междуфазных коротких замыканий (Ср)	1	6	ПК-4., ПК-5
	Расчет токовых отсечек (Пр)	1	4	ПК-4., ПК-5
	Изучение учебного материала, перенесенного с аудиторных занятий на самостоятельную проработку. Подготовка к практическим занятиям (СР)	1	8	ПК-4., ПК-5
5	<p><b>Раздел 5. Дифференциальные и дистанционные защиты</b></p> <p><u>Вопросы:</u>  Блок-схема дифференциальной защиты. Схема дифферен-</p>	1	10	ПК-4., ПК-5

№ п/п	Раздел дисциплины, тема и основные вопросы (вид занятия)	Курс	Трудоемкость в часах	Индикаторы достижения компетенций
	<p>циальной защиты электрической машины. Расчет параметров срабатывания дифференциальных защит генераторов и электродвигателей. Дифференциальные защиты трансформаторов и автотрансформаторов. Микропроцессорные дифференциальные защиты. Полное сопротивление воздушной линии. Схема ВЛ с двухсторонним питанием. Векторная диаграмма короткого замыкания. Характеристика дистанционной защиты. Дистанционное реле с направленной характеристикой. Блок-схема дистанционной защиты. (Ср)</p>			
	Расчет дифференциальной защиты трансформатора (Пр)	1	4	ПК-4., ПК-5
	Изучение учебного материала, перенесенного с аудиторных занятий на самостоятельную проработку. Подготовка к практическим занятиям (СР)	1	8	ПК-4., ПК-5
6	<p><b>Раздел 6. Защиты воздушных линий и кабельных передач</b>  <b>Вопросы:</b>  <b>Дифференциальные защиты ВЛ напряжением 110 кВ и выше</b>  Схема звуковой и световой сигнализации замыкания на землю. Токовые цепи, образующие узел, в котором соединяются все токи фаз. Схема оперативных цепей. Векторная диаграмма, показывающая соотношения между напряжением и током нулевой последовательности при КЗ на землю. Продольные дифференциальные защиты. Дифференциально-фазная высокочастотная защита. Поперечная дифференциальная защита параллельных ВЛ. Блок-схема защит с ВЧ блокировкой.  <b>Защиты трансформаторов, генераторов, сборных шин</b>  Газовая защита. Дифференциальная защита. Резервные защиты. Схема дифференциальной защиты генератора. Схема поперечной дифференциальной защиты. Защиты от замыкания одной фазы на землю. Защита обмотки ротора генератора. Защита генераторов от токов обратной последовательности. Схема защиты одиночной системы шин. Схема дифференциальной защиты. Схема защиты секционированной системы шин. Схема логической дифференциальной защиты шин. Схема дуговой защиты шин. Устройства резервирования отказа выключателя. Схема трансформатора с подмагничиванием.  Выбор предохранителей для защиты электродвигателей. Схема защиты электродвигателей с использованием предохранителей. Защиты электродвигателя с помощью автоматического выключателя. Схема защиты электродвигателей с использованием автомата. (Ср)</p>	1	8	ПК-4., ПК-5
	Расчет максимальных токовых защит на двухтрансформаторной подстанции (Ср)	1	8	ПК-4., ПК-5
	Расчет защиты электродвигателей (Ср)	1	6	ПК-4., ПК-5
	Изучение учебного материала, перенесенного с аудиторных занятий на самостоятельную проработку. Подготовка к практическим занятиям (СР)	1	8	ПК-4., ПК-5
7	<b>Раздел 7. Автоматика, телемеханика и основы эксплуатации</b>	1	8	ПК-4., ПК-5

№ п/п	Раздел дисциплины, тема и основные вопросы (вид занятия)	Курс	Трудоемкость в часах	Индикаторы достижения компетенций
	<u>Вопросы:</u> Автоматическое повторное включение ВЛ. Блок схема алгоритма АПВ с обходными связями. Автоматический ввод резерва. Схема соединений подстанции. Алгоритм действия АВР. Общая блок-схема телемеханики. Упрощенные схемы передачи сигналов. Устройства, предназначенные для передачи телеуправляющих сигналов. Оперативное обслуживание. Техническое обслуживание. (Ср)			
	Расчет основных показателей при оценке экономической эффективности использования релейной защиты (Ср)	1	8	ПК-4., ПК-5
	Изучение учебного материала, перенесенного с аудиторных занятий на самостоятельную проработку (СР)	1	8	ПК-4., ПК-5
	Подготовка к экзамену (Ср)	1	10	ПК-4., ПК-5
	Контроль /К/	1	6,75	ПК-4., ПК-5
	Консультация перед экзаменом/К/	1	1	ПК-4., ПК-5
	Контактная работа при приеме экзамена/К/	1	0,25	ПК-4., ПК-5

Реализация программы предполагает использование традиционной, активной и интерактивной форм обучения на лекционных и лабораторных занятиях.

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### Приложение №1

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 6.1. Рекомендуемая литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество
6.1.1. Основная литература				
1	Аполлонский С.М.	Аполлонский С.М. Куклев Ю.В. Фролов В.Я. Электрические аппараты управления и автоматики: учеб. пособие Санкт-Петербург : Лань, 2017. <a href="https://e.lanbook.com/book/96241">https://e.lanbook.com/book/96241</a>	Санкт-Петербург : Лань, 2017.	ЭБС
2	Юндин М.А.	Юндин М.А. Токовая защита электроустановок. Издательство "Лань", 2011. <a href="https://e.lanbook.com/book/1802">https://e.lanbook.com/book/1802</a>	Издательство "Лань", 2011.	ЭБС
6.1.2. Дополнительная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество
1	Андреев В.	Андреев В. А. Релейная защита и автоматика систем электро-	М. :Высш. шк.,	10



	А.	снабжения : учеб. для вузов М. :Высш. шк., 2007. - 639 с.	2007.	
2	Дрозд В.В.	Релейная защита и автоматика в электрических сетях / под редакцией В. В. Дрозд. М. : Издательский дом ЭНЕРГИЯ, Альвис, 2012. 632 с. <a href="http://www.iprbookshop.ru/22702.html">http://www.iprbookshop.ru/22702.html</a>	Издательский дом ЭНЕРГИЯ, Альвис, 2012.	ЭБС
3	Плащанский Л.А.	Плащанский Л.А. Основы электроснабжения. Раздел "Релейная защита электроустановок" М.:МГТУ 2004	М.:МГТУ 2004	30
4	Щеглов, А. И.	Щеглов, А. И. Построение схем релейной защиты : учебное пособие / А. И. Щеглов. Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2012. 90 с. <a href="http://www.iprbookshop.ru/45137.html">http://www.iprbookshop.ru/45137.html</a>	Новосибирский государственный технический университет, 2012.	ЭБС
6.1.3. Методические разработки				
1	Кисель Ю.Е.	Кисель Ю.Е. Устройства защиты и автоматики электрооборудования . Методические указания к практическим занятиям для студентов очной и заочной формы обучения направления подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» Уровень подготовки – магистр. Брянск: БГАУ, 2018. <a href="http://www.bgsha.com/ru/book/673052/">http://www.bgsha.com/ru/book/673052/</a>	Брянск: БГАУ, 2018.	ЭБС
2	Кисель Ю.Е.	Кисель Ю.Е. Устройства защиты и автоматики электрооборудования . Методические указания для самостоятельной работы студентов очной и заочной формы обучения направления подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника». Уровень подготовки – магистр. Брянск: БГАУ, 2018. <a href="http://www.bgsha.com/ru/book/673053/">http://www.bgsha.com/ru/book/673053/</a>	Брянск: БГАУ, 2018.	ЭБС

## 6.2. Перечень современных профессиональных баз данных, информационных справочных систем и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Портал открытых данных Российской Федерации. URL: <https://data.gov.ru>

База данных по электрическим сетям и электрооборудованию // Сервис «Онлайн Электрик». URL: <https://online-electric.ru/dbase.php>

Базы данных, программы и онлайн — калькуляторы компании iEK // Группа компаний IEK. URL: [https://www.iek.ru/products/standard\\_solutions/](https://www.iek.ru/products/standard_solutions/)

Единая база электротехнических товаров // Российская ассоциация электротехнических компаний. URL: <https://raec.su/activities/etim/edinaya-baza-elektrotekhnicheskikh-tovarov/>

Электроэнергетика // Техэксперт. URL: <https://cntd.ru/products/elektroenergetika#home>

Справочник «Электронная компонентная база отечественного производства» (ЭКБ ОП) URL: <http://isstest.electronstandart.ru/>

GostRF.com. ГОСТы, нормативы. (Информационно-справочная система). URL: <http://gostrf.com/>

ЭСИС Электрические системы и сети. Информационно-справочный электротехнический сайт. URL: <http://esystems.ru>

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ-ПОРТАЛ.РФ. Электротехнический портал для студентов ВУЗов и инженеров. URL: <http://электротехнический-портал.рф/index.php>

Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов // Федеральный портал «Российское образование». URL: <http://school-collection.edu.ru/>

Единое окно доступа к информационным ресурсам // Федеральный портал «Российское образование». URL: <http://window.edu.ru/catalog/>

elecab.ru Справочник электрика и энергетика. URL: <http://www.elecab.ru/dvig.shtml>

## 6.3. Перечень программного обеспечения

ОС Windows 7 (подписка Microsoft Imagine Premium от 12.12.2016). Срок действия лицензии – бессрочно.

ОС Windows 10 (подписка Microsoft Imagine Premium от 12.12.2016). Срок действия лицензии – бессрочно.

MS Office std 2013 (контракт 172 от 28.12.2014 с ООО Альта плюс) Срок действия лицензии – бессрочно.

Офисный пакет MS Office std 2016 (Договор Tr000128244 от 12.12.2016 с АО СофтЛайн Трейд) Срок действия лицензии – бессрочно.

PDF24 Creator (Работа с pdf файлами, geek Software GmbH). Свободно распространяемое ПО.

Foxit Reader (Просмотр документов, бесплатная версия, Foxit Software Inc). Свободно распространяемое ПО.

Консультант Плюс (справочно-правовая система) (Гос. контракт №41 от 30.03.2018 с ООО Альянс) Срок действия лицензии – бессрочно.

Техэксперт (справочная система нормативно-технической и нормативно-правовой информации) (Контракт 120 от 30.07.2015 с ООО Техэксперт) Срок действия лицензии – бессрочно.

КОМПАС-3D Viewer V13 SP1 (ЗАО АСКОН). Свободно распространяемое ПО.

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

<p>Аудитории для проведения учебных занятий лекционного типа – 001</p> <p>Специализированная мебель на 36 посадочных мест, доска настенная, кафедра, рабочее место преподавателя. видеопроекционное оборудование для презентаций; средства звуковоспроизведения; выход в локальную сеть и Интернет;</p> <p>ОС Windows 7 (подписка Microsoft Imagine Premium от 12.12.2016). Срок действия лицензии – бессрочно.</p> <p>MS Office std 2013 (контракт 172 от 28.12.2014 с ООО Альта плюс) Срок действия лицензии – бессрочно.</p> <p>PDF24 Creator (Работа с pdf файлами, geek Software GmbH). Свободно распространяемое ПО.</p>
<p>Аудитории для проведения учебных занятий семинарского типа – 233</p> <p>Специализированная мебель на 24 посадочных мест, доска настенная, кафедра, рабочее место преподавателя. видеопроекционное оборудование для презентаций; средства звуковоспроизведения; выход в локальную сеть и сеть Интернет.</p> <p>ОС Windows 7 (подписка Microsoft Imagine Premium от 12.12.2016). Срок действия лицензии – бессрочно.</p> <p>MS Office std 2013 (контракт 172 от 28.12.2014 с ООО Альта плюс) Срок действия лицензии – бессрочно.</p> <p>PDF24 Creator (Работа с pdf файлами, geek Software GmbH). Свободно распространяемое ПО.</p>
<p>Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации – 230, 223, 233.</p> <p>Специализированная мебель на 15, 18, 24 посадочных мест, доска настенная, кафедра, рабочее место преподавателя.</p> <p>компьютерные классы по 12 рабочих мест с выходом в локальную сеть и Интернет, а также с доступом к электронной информационно-образовательной среде.</p> <p>ОС Windows 7 (подписка Microsoft Imagine Premium от 12.12.2016). Срок действия лицензии – бессрочно.</p> <p>MS Office std 2013 (контракт 172 от 28.12.2014 с ООО Альта плюс) Срок действия лицензии – бессрочно.</p> <p>PDF24 Creator (Работа с pdf файлами, geek Software GmbH). Свободно распространяемое ПО.</p>
<p>Помещения для самостоятельной работы (читальные залы научной библиотеки): Специализированная мебель на 100 посадочных мест, доска настенная, кафедра, рабочее место преподавателя.</p> <p>15 компьютеров с выходом в локальную сеть и Интернет, доступом к справочно-правовой системе Консультант, электронным учебно-методическим материалам, библиотечному электронному каталогу, ЭБС, к электронной информационно-образовательной среде.</p> <p>ОС Windows 10 (подписка Microsoft Imagine Premium от 12.12.2016). Срок действия лицензии – бессрочно.</p> <p>Офисный пакет MS Office std 2016 (Договор Tr000128244 от 12.12.2016 с АО СофтЛайн Трейд) Срок действия лицензии – бессрочно.</p> <p>Foxit Reader (Просмотр документов, бесплатная версия, Foxit Software Inc). Свободно распространяемое ПО.</p>
<p>Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования –001а, 223а.</p> <p>Специализированная мебель и технические средства, тиски, заточной станок, паяльные станции АТР-4204, наборы слесарного инструмента, контрольно-измерительные приборы. Вольтметр В7-37, генератор ГЗ-56, осциллограф С-12-22, потенциометр К-48, прибор Морион.</p>

## **8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ**

- для слепых и слабовидящих:
  - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
  - письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
  - обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
  - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
  - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
  - экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.
- для глухих и слабослышащих:
  - лекции оформляются в виде электронного документа, либо предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
  - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
  - экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.
- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
  - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
  - письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
  - экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены университетом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- для слепых и слабовидящих:
  - в печатной форме увеличенным шрифтом;
  - в форме электронного документа;
  - в форме аудиофайла.
- для глухих и слабослышащих:
  - в печатной форме;
  - в форме электронного документа.
- для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
  - в печатной форме;
  - в форме электронного документа;
  - в форме аудиофайла.

Учебные аудитории для всех видов контактной и самостоятельной работы, научная библиотека и иные помещения для обучения оснащены специальным оборудованием и учебными местами с техническими средствами обучения:

- для слепых и слабовидящих:
  - электронно-оптическое устройство доступа к информации для лиц с ОВЗ предназначено для чтения и просмотра изображений людьми с ослабленным зрением.
  - специализированный программно-технический комплекс для слабовидящих. (аудитория 1-203)
- для глухих и слабослышащих:
  - автоматизированным рабочим местом для людей с нарушением слуха и слабослышащих;
  - акустический усилитель и колонки;
- индивидуальные системы усиления звука
  - «ELEGANT-R» приемник 1-сторонней связи в диапазоне 863-865 МГц
  - «ELEGANT-T» передатчик
  - «Easy speak» - индукционная петля в пластиковой оплетке для беспроводного подключения устройства к слуховому аппарату слабослышащего
  - Микрофон петличный (863-865 МГц), Hengda
  - Микрофон с оголовьем (863-865 МГц)
- групповые системы усиления звука
- Портативная установка беспроводной передачи информации .
- для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
  - передвижными, регулируемые эргономическими партами СИ-1;
  - компьютерной техникой со специальным программным обеспечением.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

**Устройства защиты и автоматики электрооборудования**

## 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 13.04.02-Электроэнергетика и электротехника

Профиль: Электрооборудование и электротехнологии в АПК

Дисциплина: Устройства защиты и автоматики электрооборудования

Форма промежуточной аттестации: экзамен

## 2. ПЕРЕЧЕНЬ ФОРМИРУЕМЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ И ЭТАПЫ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

2.1. Компетенции, закреплённые за дисциплиной ОПОП ВО и индикаторы достижения компетенций

Компетенция (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Результаты обучения
Тип задач профессиональной деятельности: организационно-управленческий		
ПКС-1 Способен осуществлять технологическую подготовку производства изделий высокой сложности с применением электрохимических и электрофизических методов обработки	ПКС-1.2 Способен выбирать оборудование для производства изделий высокой сложности с применением электрохимических и электрофизических методов обработки	Знать: основные принципы выполнения релейной защиты и особенности ее использования для осуществления защиты оборудования для производства изделий высокой сложности с применением электрохимических и электрофизических методов обработки Уметь: рассчитывать и проектировать систем релейной защиты электротехнического оборудования для производства изделий высокой сложности с применением электрохимических и электрофизических методов обработки Владеть: навыками проектирования систем релейной защиты электротехнического оборудования производства изделий высокой сложности с применением электрохимических и электрофизических методов обработки
ПКС-4 Способен осуществлять руководство структурным подразделением по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту	ПКС-4.2 Организует технологическое, техническое и материальное обеспечения работ техническому обслуживанию и ремонту муниципальных линий электропередач муниципальных линий электропередачи, трансформаторных подстанций и распределительных пунктов	Знать: основные принципы выполнения релейной защиты; особенности их использования для осуществления защиты линий электропередачи, трансформаторных подстанций и распределительных пунктов Уметь: рассчитывать и проектировать систем релейной защиты линий электропередачи, трансформаторных подстанций и распределительных пунктов Владеть: навыками проектирования систем релейной защиты линий электропередачи, трансформаторных подстанций и распределительных пунктов
ПКС-5 Способен организовать работу по повышению эффективности энергетического и электротехнического оборудования предприятий, организаций и учреждений	ПКС-5.1 Владеет методами организации работы по повышению эффективности и энергосбережения энергетического и электротехнического оборудования	Знать: основные принципы выполнения релейной защиты с использованием современных устройств РЗА Уметь: рассчитывать и проектировать систем релейной защиты электротехнического оборудования предприятий с использованием современных устройств РЗА Владеть: навыками проектирования систем релейной защиты электротехнического оборудования предприятий с использованием современных устройств РЗА

## 2.2. Процесс формирования компетенций по дисциплине

№ раздела	Наименование раздела	ПКС-4			ПКС-5		
		З	У	В	З	У	В
1	<b>Раздел.1. Основные сведения о системах релейной защиты и автоматики</b>	+	+	+	+	+	+
2	<b>Раздел 2 Виды повреждений и ненормальных режимов работы энергосистем.</b>	+	+	+	+	+	+
3	<b>Раздел 3. Трансформаторы тока и напряжения, источники оперативного тока, классификация устройств РЗ</b>	+	+	+	+	+	+
4	<b>Раздел 4. Максимально-токовые защиты</b>	+	+	+	+	+	+
5	<b>Раздел 5. Дифференциальные и дистанционные защиты</b>	+	+	+	+	+	+
6	<b>Раздел 6. Защиты воздушных линий и кабельных передач</b>	+	+	+	+	+	+
7	<b>Раздел 7. Автоматика, телемеханика и основы эксплуатации</b>	+	+	+	+	+	+

Сокращение:

З. - знание; У. - умение; Н. - навыки.

### 2.3. Структура компетенций по дисциплине

<b>ПКС-1.2</b> Способен выбирать оборудование для производства изделий высокой сложности с применением электрохимических и электрофизических методов обработки					
Знать (З.1)		Уметь (У.1)		Владеть (Н.1)	
основные принципы выполнения релейной защиты и особенности ее использования для осуществления защиты оборудования для производства изделий высокой сложности с применением электрохимических и электрофизических методов обработки	Лекции разделов 1-7	рассчитывать и проектировать систем релейной защиты электротехнического оборудования для производства изделий высокой сложности с применением электрохимических и электрофизических методов обработки	Практические работы разделов 1-7	навыками проектирования систем релейной защиты электротехнического оборудования производства изделий высокой сложности с применением электрохимических и электрофизических методов обработки	Практические работы разделов 1-7
<b>ПК-4.2</b> Планирование и контроль деятельности по эксплуатации трансформаторных подстанций и распределительных пунктов					
Знать (З.2)		Уметь (У.2)		Владеть (Н.2)	
основные принципы выполнения релейной защиты; особенности их использования для осуществления защиты трансформаторных подстанций и распределительных пунктов	Лекции разделов 1-7	рассчитывать и проектировать систем релейной защиты трансформаторных подстанций и распределительных пунктов	Практические работы разделов 1-7	навыками проектирования систем релейной защиты трансформаторных подстанций и распределительных пунктов; пониманием необходимости системного решения технико-экологических проблем	Практические работы разделов 1-7
<b>ПК-5.1</b> Владеет методами организации работы по повышению эффективности и энергосбережения энергетического и электротехнического оборудования					
Знать (З.1)		Уметь (У.1)		Владеть (Н.1)	
основные принципы выполнения	Лекции разделов 1-7	рассчитывать и проектировать систем	Практические работы	навыками проектирования систем	Практические работы разделов 1-7



релейной защиты с использованием современных устройств РЗА		релейной защиты электротехнического оборудования предприятий с использованием современных устройств РЗА	разделов 1-7	релейной защиты электротехнического оборудования предприятий с использованием современных устройств РЗА	
--	--	---	--------------	---	--

### 3. ПОКАЗАТЕЛИ, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ И ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

#### 3.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации дисциплины

Карта оценочных средств промежуточной аттестации дисциплины, проводимой в форме экзамена

№ п/п	Раздел дисциплины	Контролируемые дидактические единицы (темы, вопросы)	Контролируемые индикаторы достижения компетенций	Оценочное средство (№ вопроса)
1	<b>Раздел.1. Основные сведения о системах релейной защиты и автоматики</b>	Система противоаварийного управления, основное предназначение комплекса. Релейная защита. Системная автоматика. Режимная автоматика. Противоаварийная автоматика. Автоматическое повторное включение линий электропередачи. Автоматический ввод резерва. Автоматика регулирования частоты и мощности. Автоматика регулирования напряжения. Электрическая система генераторов и нагрузки. Автоматический ввод генераторов при возникновении аварийной ситуации в электрической системе. Специальная автоматика отключения нагрузки. Автоматическая частотная разгрузка.	ПК-4., ПК-5	1-9
2	<b>Раздел 2 Виды повреждений и ненормальных режимов работы энергосистем.</b>	Виды повреждений: трехфазные и двухфазные короткие замыкания, однофазные и двухфазные замыкания на землю, методы их расчета и основные допущения, средства автоматизации расчета токов короткого замыкания. Сложные виды повреждений, влияние переходного сопротивления в месте повреждения. Ненормальные режимы: токи перегрузки и внешних замыканий, качания и нарушения синхронизма	ПК-4., ПК-5	10-12
3	<b>Раздел 3. Трансформаторы тока и напряжения, источники оперативного тока, классификация устройств РЗ</b>	Назначение релейной защиты. Функции релейной защиты. Селективность релейной защиты. Быстродействие релейной защиты. Чувствительность релейной защиты. Надежность функционирования релейной защиты. Электрическая схема трансформатора. Условные обозначения трансформаторов на схемах. Схема замещения трансформатора. Векторная диаграмма трансформатора. Схема соединения трансформаторов и вторичной нагрузки. Электрическая схема трансформатора напряжения. Схема соединения обмоток трансформатора. Источники оперативного тока. Оперативный ток с использованием аккумуляторной батареи. Принципиальная схема блоков питания типа БПТ-1002 и БПТ-1002. Классификацию устройств релейной защиты	ПК-4., ПК-5	13-17
4	<b>Раздел 4. Максимально-токовые защиты</b>	Схема трехступенчатой максимальной-токовой защиты. Карта селективности максимальной-токовой защиты. Схема максимальной-токовой защиты с разделением тре-	ПК-4., ПК-5	18-28

		<p>твей ступени. Схема максимальной токовой защиты несимметричной системы векторов токов. Схема максимально-токовой защиты с блокировкой по напряжению. Схема максимально-токовой защиты с двухсторонним питанием потребителей. Схема максимально-токовой защиты с контролем направления мощности. Реле тока мгновенного действия. Реле тока с выдержкой времени. Индукционное электромеханическое реле. Схема МТЗ с дешунтированием соленоида отключения выключателя. Специальные реле тока. Реле времени. Промежуточное реле. Конструкция сигнальных реле. Токовая часть схемы трехступенчатой МТЗ. Логическая часть схемы трехступенчатой МТЗ. Фильтр напряжения обратной последовательности. Векторная диаграмма фильтра напряжения обратной последовательности. Векторная диаграмма фильтра напряжения обратной последовательности при подаче на вход фильтра несимметричного напряжения. Схема многофункциональной микропроцессорной МТЗ. Разделительно-преобразовательное устройство дискретных сигналов. Схема устройства разделения и преобразования аналоговых сигналов</p>		
5	<p>Раздел 5. <b>Дифференциальные и дистанционные защиты</b></p>	<p>Блок-схема дифференциальной защиты. Схема дифференциальной защиты электрической машины. Расчет параметров срабатывания дифференциальных защит генераторов и электродвигателей. Дифференциальные защиты трансформаторов и автотрансформаторов. Микропроцессорные дифференциальные защиты. Полное сопротивление воздушной линии. Схема ВЛ с двухсторонним питанием. Векторная диаграмма короткого замыкания. Характеристика дистанционной защиты. Дистанционное реле с направленной характеристикой. Блок-схема дистанционной защиты</p>	ПК-4., ПК-5	29-30
6	<p>Раздел 6. <b>Защиты воздушных линий и кабельных передач</b></p>	<p><b>Дифференциальные защиты ВЛ напряжением 110 кВ и выше</b>  Схема звуковой и световой сигнализации замыкания на землю. Токовые цепи, образующие узел, в котором соединяются все токи фаз. Схема оперативных цепей. Векторная диаграмма, показывающая соотношения между напряжением и током нулевой последовательности при КЗ на землю. Продольные дифференциальные защиты. Дифференциально-фазная высокочастотная защита. Поперечная дифференциальная защита параллельных ВЛ. Блок-схема защит с ВЧ блокировкой  <b>Защиты трансформаторов, генераторов,</b></p>	ПК-4., ПК-5	31-42

		<p><b>сборных шин</b>          Газовая защита. Дифференциальная защита. Резервные защиты. Схема дифференциальной защиты генератора. Схема поперечной дифференциальной защиты. Защиты от замыкания одной фазы на землю. Защита обмотки ротора генератора. Защита генераторов от токов обратной последовательности. Схема защиты одиночной системы шин. Схема дифференциальной защиты. Схема защиты секционированной системы шин. Схемы логической дифференциальной защиты шин. Схема дуговой защиты шин. Устройства резервирования отказа выключателя. Схема трансформатора с подмагничиванием. Выбор предохранителей для защиты электродвигателей. Схема защиты электродвигателей с использованием предохранителей. Защиты электродвигателя с помощью автоматического выключателя. Схема защиты электродвигателей с использованием автомата</p>		
7	<b>Раздел 7. Автоматика, телемеханика и основы эксплуатации</b>	Автоматическое повторное включение ВЛ. Блок схема алгоритма АПВ с обходными связями. Автоматический ввод резерва. Схема соединений подстанции. Алгоритм действия АВР. Общая блок-схема телемеханики. Упрощенные схемы передачи сигналов. Устройства, предназначенные для передачи телеуправляющих сигналов. Оперативное обслуживание. Техническое обслуживание.	ПК-4., ПК-5	43-46

### Перечень вопросов к экзамену по дисциплине

1. Назначение релейной защиты и автоматики. Функции релейной защиты.
2. Свойства релейной защиты и автоматики. Селективность релейной защиты. Быстродействие релейной защиты. Чувствительность релейной защиты.
3. Надежность функционирования релейной защиты
4. Система противоаварийного управления, основное предназначение комплекса.
5. Системная автоматика. Режимная автоматика. Противоаварийная автоматика.
6. Автоматическое повторное включение линий электропередачи. Автоматический ввод резерва.
7. Автоматика регулирования частоты и мощности. Автоматика регулирования напряжения.
8. Электрическая система генераторов и нагрузки. Автоматический ввод генераторов при возникновении аварийной ситуации в электрической системе.
9. Специальная автоматика отключения нагрузки. Автоматическая частотная разгрузка.
10. Виды повреждений: трехфазные и двухфазные короткие замыкания, однофазные и двухфазные замыкания на землю, методы их расчета и основные допущения, средства автоматизации расчета токов короткого замыкания.
11. Сложные виды повреждений, влияние переходного сопротивления в месте повреждения.
12. Ненормальные режимы: токи перегрузки и внешних замыканий, качания и нарушения синхронизма.

13. Электрическая схема трансформатора. Условные обозначения трансформаторов на схемах.
14. Схема замещения трансформатора. Векторная диаграмма трансформатора.
15. Схема соединения трансформаторов и вторичной нагрузки.
16. Электрическая схема трансформатора напряжения. Схема соединения обмоток трансформатора.
17. Источники оперативного тока. Оперативный ток с использованием аккумуляторной батареи.
18. Схема трехступенчатой максимально-токовой защиты. Карта селективности максимально-токовой защиты.
19. Схема максимально-токовой защиты с разделением третьей ступени.
20. Схема максимальной токовой защиты несимметричной системы векторов токов.
21. Схема максимально-токовой защиты с блокировкой по напряжению.
22. Схема максимально-токовой защиты с двухсторонним питанием потребителей.
23. Схема максимально-токовой защиты с контролем направления мощности.
24. Схема МТЗ с дешунтированием соленоида отключения выключателя. Специальные реле тока.
25. Конструкция сигнальных реле. Реле времени. Промежуточное реле.
26. Токовая часть схемы трехступенчатой МТЗ. Логическая часть схемы трехступенчатой МТЗ.
27. Фильтр напряжения обратной последовательности. Векторная диаграмма фильтра напряжения обратной последовательности.
28. Схема многофункциональной микропроцессорной МТЗ. Схема устройства разделения и преобразования аналоговых сигналов.
29. Блок-схема дифференциальной защиты. Расчет параметров срабатывания дифференциальных защит генераторов и электродвигателей.
30. Дифференциальные защиты трансформаторов и автотрансформаторов. Микропроцессорные дифференциальные защиты.
31. Полное сопротивление воздушной линии. Схема ВЛ с двухсторонним питанием.
32. Характеристика дистанционной защиты. Дистанционное реле с направленной характеристикой. Блок-схема дистанционной защиты
33. Дифференциальные защиты ВЛ напряжением 110 кВ и выше.
34. Схема звуковой и световой сигнализации замыкания на землю. Схема оперативных цепей.
35. Продольные дифференциальные защиты.
36. Дифференциально-фазная высокочастотная защита.
37. Поперечная дифференциальная защита параллельных ВЛ.
38. Защиты трансформаторов, генераторов, сборных шин. Газовая защита. Дифференциальная защита. Резервные защиты.
39. Схема дифференциальной защиты генератора. Схема поперечной дифференциальной защиты. Защиты от замыкания одной фазы на землю.
40. Защита обмотки ротора генератора. Защита генераторов от токов обратной последовательности.
41. Схема защиты одиночной и секционированной системы шин. Схема логической дифференциальной защиты шин. Схема дуговой защиты шин.
42. Схема защиты электродвигателей с использованием предохранителей и автоматического выключателя.
43. Автоматическое повторное включение ВЛ. Блок-схема алгоритма АПВ с обходными связями.
44. Автоматический ввод резерва. Схема соединений подстанции. Алгоритм действия АВР.
45. Общая блок-схема телемеханики. Упрощенные схемы передачи сигналов.

46. Устройства, предназначенные для передачи телеуправляющих сигналов. Оперативное обслуживание. Техническое обслуживание.

### Критерии оценки компетенций.

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Устройства защиты и автоматизации электрооборудования» проводится в соответствии с Уставом Университета, Положением о форме, периодичности и порядке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся. Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с учебным планом в форме экзамена. Студент допускается к экзамену по дисциплине в случае выполнения им учебного плана по дисциплине: выполнения всех заданий и мероприятий, предусмотренных рабочей программой дисциплины.

Знания, умения, навыки студента на экзамене оцениваются оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

#### Оценивание студента на экзамене

Результат	Критерии
«отлично», высокий уровень	Обучающийся показал прочные знания основных положений учебной дисциплины, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи повышенной сложности, свободно использовать справочную литературу, делать обоснованные выводы из результатов расчетов или экспериментов
«хорошо», повышенный уровень	Обучающийся показал прочные знания основных положений учебной дисциплины, умение самостоятельно решать конкретные практические задачи, предусмотренные рабочей программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценить полученные результаты расчетов или эксперимента
«удовлетворительно», пороговый уровень	Обучающийся показал знание основных положений учебной дисциплины, умение получить с помощью преподавателя правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой, знакомство с рекомендованной справочной литературой
«неудовлетворительно», уровень не сформирован	При ответе обучающегося выявились существенные пробелы в знаниях основных положений учебной дисциплины, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины

### 3.2. Оценочные средства для проведения текущего контроля знаний по дисциплине

#### Карта оценочных средств текущего контроля знаний по дисциплине

№ п/п	Раздел дисциплины	Контролируемые дидактические единицы (темы, вопросы)	Контролируемые индикаторы достижения компетенций	Другие оценочные средства**	
				Вид	Кол-во
1.	Раздел.1. <b>Основные сведения о системах релейной защиты и автоматизации</b>	Система противоаварийного управления, основное предназначение комплекса. Релейная защита. Системная автоматика. Режимная автоматика. Противоаварийная автоматика. Автоматическое повторное	ПК-4., ПК-5	Опрос	1

		включение линий электропередачи. Автоматический ввод резерва. Автоматика регулирования частоты и мощности. Автоматика регулирования напряжения. Электрическая система генераторов и нагрузки. Автоматический ввод генераторов при возникновении аварийной ситуации в электрической системе. Специальная автоматика отключения нагрузки. Автоматическая частотная разгрузка.			
2.	<b>Раздел 2 Виды повреждений и ненормальных режимов работы энергосистем.</b>	Виды повреждений: трехфазные и двухфазные короткие замыкания, однофазные и двухфазные замыкания на землю, методы их расчета и основные допущения, средства автоматизации расчета токов короткого замыкания. Сложные виды повреждений, влияние переходного сопротивления в месте повреждения. Ненормальные режимы: токи перегрузки и внешних замыканий, качания и нарушения синхронизма	ПК-4., ПК-5	Опрос	1
3.	<b>Раздел 3. Трансформаторы тока и напряжения, источники оперативного тока, классификация устройств РЗ</b>	Назначение релейной защиты. Функции релейной защиты. Селективность релейной защиты. Быстродействие релейной защиты. Чувствительность релейной защиты. Надежность функционирования релейной защиты. Электрическая схема трансформатора. Условные обозначения трансформаторов на схемах. Схема замещения трансформатора. Векторная диаграмма трансформатора. Схема соединения трансформаторов и вторичной нагрузки. Электрическая схема трансформатора напряжения. Схема соединения обмоток трансформатора. Источники оперативного тока. Оперативный ток с использованием аккумуляторной батареи. Принципиальная схема блоков питания типа БПТ-1002 и БПТ-1002. Классификацию устройств релейной защиты	ПК-4., ПК-5	Опрос	1
4.	<b>Раздел 4. Максимально-токовые защиты</b>	Схема трехступенчатой максимально-токовой защиты. Карта селективности максимально-токовой защиты. Схема максимально-токовой защиты с разделением третьей ступени. Схема максимальной токовой защиты несимметричной системы векторов токов. Схема максимально-токовой защиты с блокировкой по напряжению. Схема максимально-токовой защиты с двухсторонним питанием потребителей. Схема максимально-токовой защиты с контролем направления мощности. Реле тока мгновенного действия. Реле тока с выдержкой времени. Индукционное	ПК-4., ПК-5	Опрос	1

		<p>электромеханическое реле. Схема МТЗ с дешунтированием соленоида отключения выключателя. Специальные реле тока. Реле времени. Промежуточное реле. Конструкция сигнальных реле. Токовая часть схемы трехступенчатой МТЗ. Логическая часть схемы трехступенчатой МТЗ. Фильтр напряжения обратной последовательности. Векторная диаграмма фильтра напряжения обратной последовательности. Векторная диаграмма фильтра напряжения обратной последовательности при подаче на вход фильтра несимметричного напряжения. Схема многофункциональной микропроцессорной МТЗ. Разделительно-преобразовательное устройство дискретных сигналов. Схема устройства разделения и преобразования аналоговых сигналов</p>			
5.	<p><b>Раздел 5. Дифференциальные и дистанционные защиты</b></p>	<p>Блок-схема дифференциальной защиты. Схема дифференциальной защиты электрической машины. Расчет параметров срабатывания дифференциальных защит генераторов и электродвигателей. Дифференциальные защиты трансформаторов и автотрансформаторов. Микропроцессорные дифференциальные защиты. Полное сопротивление воздушной линии. Схема ВЛ с двухсторонним питанием. Векторная диаграмма короткого замыкания. Характеристика дистанционной защиты. Дистанционное реле с направленной характеристикой. Блок-схема дистанционной защиты</p>	<p>ПК-4., ПК-5</p>	<p>Опрос</p>	<p>1</p>
	<p><b>Раздел 6. Защиты воздушных линий и кабельных передач</b></p>	<p><b>Дифференциальные защиты ВЛ напряжением 110 кВ и выше</b>  Схема звуковой и световой сигнализации замыкания на землю. Токовые цепи, образующие узел, в котором соединяются все токи фаз. Схема оперативных цепей. Векторная диаграмма, показывающая соотношения между напряжением и током нулевой последовательности при КЗ на землю. Продольные дифференциальные защиты. Дифференциально-фазная высокочастотная защита. Поперечная дифференциальная защита параллельных ВЛ. Блок-схема защит с ВЧ блокировкой  <b>Защиты трансформаторов, генераторов, сборных шин</b>  Газовая защита. Дифференциальная защита. Резервные защиты. Схема дифференциальной защиты генератора.</p>	<p>ПК-4., ПК-5</p>	<p>Опрос</p>	<p>1</p>



		Схема поперечной дифференциальной защиты. Защиты от замыкания одной фазы на землю. Защита обмотки ротора генератора. Защита генераторов от токов обратной последовательности. Схема защиты одиночной системы шин. Схема дифференциальной защиты. Схема защиты секционированной системы шин. Схема логической дифференциальной защиты шин. Схема дуговой защиты шин. Устройства резервирования отказа выключателя. Схема трансформатора с подмагничиванием. Выбор предохранителей для защиты электродвигателей. Схема защиты электродвигателей с использованием предохранителей. Защиты электродвигателя с помощью автоматического выключателя. Схема защиты электродвигателей с использованием автомата			
	<b>Раздел 7. Автоматика, телемеханика и основы эксплуатации</b>	Автоматическое повторное включение ВЛ. Блок схема алгоритма АПВ с необходимыми связями. Автоматический ввод резерва. Схема соединений подстанции. Алгоритм действия АВР. Общая блок-схема телемеханики. Упрощенные схемы передачи сигналов. Устройства, предназначенные для передачи телеуправляющих сигналов. Оперативное обслуживание. Техническое обслуживание.	ПК-4., ПК-5	Опрос	1

\*\* - устный опрос, устное тестирование; практическая работа.

### Примерные тестовые задания

#### Задание №1

1. Электрические сети 6-35 кВ работают в режиме:
  - а) изолированной нейтрали;
  - б) глухозаземлённой нейтрали;
  - в) воздушной нейтрали.
2. Электрические сети 110-1150 кВ работают в режиме нейтрали:
  - а) компенсированной;
  - б) с заземлением через резистор;
  - в) воздушной нейтрали.
3. Электрические сети 0,38 кВ работают в режиме нейтрали:
  - а) изолированной;
  - б) компенсированной;
  - в) глухозаземлённой нейтрали.
4. Ток трёхфазного КЗ содержит симметричные составляющие последовательностей:
  - а) прямой и обратной;
  - б) прямой последовательности;
  - в) нулевой последовательности.
5. Ток двухфазного КЗ содержит симметричные составляющие последовательностей:
  - а) прямой, обратной и нулевой;
  - б) прямой и обратной;
  - в) обратной последовательности.
6. Ток однофазного КЗ содержит симметричные составляющие последовательностей:
  - а) прямой, обратной и нулевой;
  - б) нулевой и обратной;
  - в) обратной последовательности.
7. При двойных КЗ на землю замкнута(ы) на землю:
  - а) фаза в разных точках;
  - б) две фазы в одной точке;
  - в) две фазы в разных точках сети.
8. При однофазном КЗ на землю напряжение неповрежденных фаз:
  - а) не изменяется;
  - б) уменьшается в 3 раза;
  - в) увеличивается приблизительно в 1,73 раза.
9. При обрыве фазы сети токи нагрузки содержат симметричные составляющие последовательностей:

а) прямой, обратной и нулевой; б) нулевой и обратной; в) обратной.

10. Селективная токовая защита защищает:

а) только защищаемую зону; б) в зависимости от типа реле; в) при угрозе крупной аварии.

#### Задание №2

1. К быстродействующим относят защиты:

а) с временем  $t_{сраб.} \leq 1$  секунды; б) с временем  $t_{сраб.} < 0,1$  секунды; в) все цифровые защиты.

2. Чувствительность МТЗ в зоне резервирования должна быть:

а) максимально высокой; б) с коэффициентом чувствительности  $K_{ч} \geq 1,2$ ; в) с  $K_{ч} \geq 1,5$ .

3. Первичные измерительные токовые реле это реле:

а) первыми реагирующие на КЗ; б) включаемые с трансформаторами тока; в) включаемые без трансформаторов тока.

4. Реле прямого действия – это реле, действующее на:

а) выключатель; б) перемещение якоря; в) сигнал.

5. Реле типа РТМ и РТВ – это реле:

а) максимального тока прямого действия; б) промежуточные; в) минимального тока.

6. Реле типа РТ- 40 - это реле:

а) первичное минимального тока; б) промежуточное; в) вторичное максимального тока.

7. К индукционным относятся токовые реле:

а) реле типа РТ-40; б) реле типа РТ- 80 и РТ- 90; в) реле типа РТМ и РТВ.

8. Реле времени токовых защит предназначены для:

а) фиксации момента КЗ; б) замедления действия защит; в) измерения времени между КЗ.

9. Укажите правильное обозначение промежуточных реле на принципиальных схемах:

а) символами КН; б) символами КЛ; в) символами КW.

10. Указательные реле предназначены для указания:

а) места КЗ; б) факта срабатывания защиты; в) порядка устранения КЗ.

#### Задание №3

1. Трансформаторы тока (ТТ) в устройствах релейной защиты предназначены для:

а) снижение напряжения; б) роли датчиков и источников энергии; в) ограничения токов КЗ.

2. Коэффициент трансформации ТТ обозначается в виде:

а) двухзначного числа; б) отношения  $w_2/w_1$ ; в) отношения  $w_1/w_2$ .

3. Максимальная допустимая токовая погрешность ТТ релейной защиты:

а) не более 1%; б) не более 5%; в) не более 10%

4. Кривые предельной кратности ТТ используются для определения:

а) мощности ТТ; б) погрешности ТТ; в) площади поперечного сечения магнитопровода ТТ.

5. Фильтры токов нулевой последовательности предназначены для:

а) очистки масла; б) выявления однофазных КЗ; в) снижения пульсаций тока.

6. Двухрелейная схема максимальной токовой защиты (МТЗ) применяется в сетях:

а) с изолированной нейтралью; б) напряжением  $\geq 110$  кВ; в) с глухозаземлённой нейтралью.

7. Аккумуляторы в устройствах релейной защиты используются для:

а) питания оперативным током; б) пуска двигателей; в) экономии электроэнергии.

8. Буква О обозначения марки ТПОЛ-10 означает трансформатора тока:

а) однофазный; б) одновитковый; в) опорный.

9. В качестве источников переменного оперативного тока релейной защиты используются:

а) синхронные генераторы; б) трансформаторы тока; в) сельсины.

10. Трансформаторы Роговского и гальваномагнитные элементы в защитах применяются для:

а) измерения тока; б) определения параметров электрического поля; в) крепёжа ТТ.

#### Задание №4

1. Защита с независимой времятоковой характеристикой – это защита, в которой:

а) ток не зависит от  $t_{сраб.}$ ; б)  $t_{сраб.}$  не зависит от тока; в) ток и  $t_{сраб.}$  не зависят от места КЗ.

2. Значение коэффициента самозапуска  $K_{сз}$  зависит от:

а) силы тока КЗ; б) доли двигательной нагрузки; в) места возникновения КЗ.

3. Максимальная токовая защита отстраивается от:
  - а) максимальных рабочих токов; б) минимальных токов КЗ; в) токов КЗ вне зоны защиты.
4. Токовая отсечка отстраивается от токов:
  - а) минимальных рабочих; б) максимальных КЗ вне зоны; в) КЗ в начале защищаемой зоны.
5. Значение коэффициента надёжности зависит от:
  - а) силы тока КЗ; б) типа используемых реле тока; в) типа используемых реле времени.
6. Карта селективности токовых защит – это:
  - а) времятоковая характеристика; б) карта местности с защитами; в) бланк с уставками защит.
7. Важнейший недостаток токовой отсечки без выдержки времени заключается в:
  - а) низком быстродействии; б) наличии «мёртвой» зоны; в) низкой селективности.
8. Важнейший недостаток МТЗ заключается в:
  - а) низком быстродействии; б) наличии «мёртвой» зоны; в) низкой селективности.
9. Термин «направленная токовая защита» характеризует защиту:
  - а) реагирующую на КЗ в одном направлении; б) устанавливаемую в заданном направлении от подстанции; в) направленную в сторону источника питания
10. Направленные токовые защиты устанавливаются:
  - а) только в начале линии; б) только в конце линии; в) в линии с двусторонним питанием.

#### Задание №5

1. При каких значениях суммарного ёмкостного тока в соответствии с ПТЭЭС допускается работа сети 6 кВ в режиме с изолированной нейтралью?
  - а) не более 30 А; б) не менее 1 кА; в) не более 10 мА.
1. Дугогасящий реактор – это:
  - а) катушка с ферромагнитным сердечником; б) установка для обогащения урана; в) элемент конструкции высоковольтного выключателя.
2. Дугогасящий реактор расположен:
  - а) в дугогасящей камере; б) между нейтралью силового трансформатора и «землёй»; в) последовательно с кабельной линией.
3. 1-фазные замыкания на землю характеризуют токи нулевой последовательности в режиме нейтрали:
  - а) заземленной через резистор; б) изолированной; в) компенсированной.
4. 1-фазные замыкания на землю характеризуют гармоники тока в режиме нейтрали:
  - а) глухозаземлённой; б) изолированной; в) компенсированной.
5. Вторичная обмотка трансформатора напряжения, соединённая «открытым треугольником» служит:
  - а) фильтром напряжения нулевой последовательности; б) для подключения счётчика электроэнергии; в) для питания потребителей собственных нужд.
6. Дистанционные защиты применяются в сетях:
  - а) радиальных; б) кольцевых с 1-м источником; в) кольцевых с 2-я и более источниками.

#### Задание №6

1. Реле сопротивления предназначены для измерения:
  - а) сопротивления заземления; б) работы в составе дистанционных защит; в) измерения сопротивления изоляции кабельных линий.
2. Принцип действия дифференциальной защиты ВЛ основан на:
  - а) производной по времени от тока КЗ; б) разности токов в начале и конце ВЛ; в) дифференциальном исчислении.
3. Согласующий трансформатор с сигнальным кабелем в дифференциальной защите нужен для:
  - а) питания защиты; б) режима работы трансформатора тока; в) защиты от перенапряжений.
4. Сигнал ВЧ защит передаётся в частотном диапазоне:
  - а) сотни герц; б) десятки кГц; в) десятки МГц.
5. Высокочастотные заградители служат для:

- а) защиты территории ПС от проникновения людей; б) защиты от импульсных перенапряжений; в) ограничения зоны распространения сигнала ВЧ защит.
6. Высокочастотные заградители работают в режиме:
- а) резонанса токов; б) резонанса напряжений; в) согласованном режиме.
7. Фильтры присоединения служат для:
- а) связи силовых и измерительных трансформаторов; б) передачи сигнала ВЧ защит;
- в) выбора высших гармонических составляющих тока промышленной частоты.

### Методические указания по освоению дисциплины

Приступая к изучению дисциплины, обучающимся необходимо внимательно ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной литературы. Преподавание дисциплины предусматривает: лекции, практические занятия, самостоятельную работу (изучение теоретического материала; подготовку к практическим занятиям; выполнение домашних заданий, в т.ч. рефератов, докладов, эссе; индивидуальных расчетов по методическим указаниям к изучению дисциплины, решение задач, выполнение тестовых заданий, устным опросам, промежуточной аттестации и пр.), консультации преподавателя.

Лекции по дисциплине читаются как в традиционной форме, так и с использованием активных форм обучения. Главной задачей каждой лекции является раскрытие сущности темы и анализ ее главных положений. Рекомендуется на первой лекции довести до внимания студентов структуру курса и его разделы, а также рекомендуемую литературу. В дальнейшем указывать начало каждого раздела, суть и его задачи, а закончив изложение, подводить итог по этому разделу, чтобы связать его со следующим. Содержание лекций определяется рабочей программой курса. Каждая лекция должна охватывать определенную тему курса и представлять собой логически вполне законченную работу. Лучше сократить тему, но не допускать перерыва ее в таком месте, когда основная идея еще полностью не раскрыта. Для максимального усвоения дисциплины рекомендуется изложение лекционного материала с элементами обсуждения. Лекционный материал должен быть снабжен конкретными примерами.

Целями проведения практических занятий являются: установление связей теории с практикой в форме экспериментального подтверждения положений теории; развитие логического мышления; умение выбирать оптимальный метод решения: обучение студентов умению анализировать полученные результаты; контроль самостоятельной работы обучающихся по освоению курса. Каждое практическое занятие целесообразно начинать с повторения теоретического материала, который будет использован на нем. Для этого очень важно четко сформулировать цель занятия и основные знания, умения и навыки, которые студент должен приобрести в течение занятия. На практических занятиях преподаватель принимает решенные и оформленные надлежащим образом различные задания, он должен проверить правильность их оформления и выполнения, оценить глубину знаний данного теоретического материала, умение анализировать и решать поставленные задачи, выбирать эффективный способ решения, умение делать выводы. В ходе подготовки к практическому занятию обучающимся следует внимательно ознакомиться с планом, вопросами, вынесенными на обсуждение, изучить соответствующий лекционный материал, предлагаемую литературу. Нельзя ограничиваться только имеющейся учебной литературой (учебниками и учебными пособиями). Обращение к монографиям, статьям из специальных журналов, хрестоматийным выдержкам, а также к материалам средств массовой информации позволит в значительной мере углубить проблему, что разнообразит процесс ее обсуждения. С другой стороны, обучающимся следует помнить, что они должны не просто воспроизводить сумму полученных знаний по заданной теме, но и творчески переосмыслить существующее в современной науке подходы к пониманию тех или иных проблем, явлений, событий, продемонстрировать и убедительно аргументировать собственную позицию.

Теоретический материал по тем темам, которые вынесены на самостоятельное изучение, обучающийся прорабатывает в соответствии с вопросами для подготовки к промежуточной аттестации. Пакет заданий для самостоятельной работы выдается в начале семестра, определяются конкретные сроки их выполнения и сдачи. Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации обучающегося (при сдаче промежуточной аттестации). Задания для самостоятельной работы составляются, как правило, по темам и вопросам, по которым не предусмотрены аудиторские занятия, либо требуется дополнительно проработать и проанализировать рассматриваемый преподавателем материал в объеме заплани-

рованных часов. Для закрепления теоретического материала обучающиеся выполняют различные задания (тестовые задания, рефераты, задачи, кейсы, эссе и проч.). Их выполнение призвано обратить внимание обучающихся на наиболее сложные, ключевые и дискуссионные аспекты изучаемой темы, помочь систематизировать и лучше усвоить пройденный материал. Такие задания могут быть использованы как для проверки знаний обучающихся преподавателем в ходе проведения промежуточной аттестации на практических занятиях, а также для самопроверки знаний обучающимися. При самостоятельном выполнении заданий обучающиеся могут выявить тот круг вопросов, который усвоили слабо, и в дальнейшем обратить на них особое внимание. Контроль самостоятельной работы обучающихся по выполнению заданий осуществляется преподавателем с помощью выборочной и фронтальной проверок на практических занятиях. Консультации преподавателя проводятся в соответствии с графиком, утвержденным на кафедре. Обучающийся может ознакомиться с ним на информационном стенде. При необходимости дополнительные консультации могут быть назначены по согласованию с преподавателем в индивидуальном порядке.