

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Электроснабжение и электротехнология»

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине

Б.1.1.20 «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»

направления подготовки

«13.02.02 Электроэнергетика и электротехника»

Профиль «Электроснабжение»

форма обучения – очная

курс – 4

семестр – 7

зачетных единиц –4

часов в неделю –

всего часов –144,

в том числе:

лекции – 36

коллоквиумы –нет

практические занятия – 18

лабораторные занятия – 18

самостоятельная работа – 72

зачет – отсутствует

экзамен – 7 семестр

РГР – отсутствует

курсовая работа – 7 семестр

курсовой проект – отсутствует

## 1. Цели и задачи дисциплины

**Целью дисциплины** является формирование у обучающихся системы знаний в области релейной защиты электроэнергетических систем (электрических станций, подстанций и линий электропередач), а также изучение принципов действия и построения (технической реализации) автоматических устройств управления нормальными режимами работы электроэнергетических систем и противоаварийного управления ими, обеспечивающее специалисту возможность осуществлять профессиональную деятельность:

- проектно-конструкторскую;
- производственно-технологическую;
- организационно-управленческую.

**Задачами дисциплины являются:**

- получение знаний в области автоматического управления нормальными режимами работы энергоустановок (ЭУ), а также технического выполнения соответствующих автоматических устройств и систем;
- изучение теоретических основ противоаварийного автоматического управления в энергосистемах, а также технической реализации устройств и систем противоаварийной автоматики;
- получение информации об элементной базе устройств РЗ и систем автоматики;
- приобретение навыков определения возможных вариантов выполнения РЗ и автоматики при проектировании систем электроснабжения промышленных предприятий;
- освоение навыков расчета параметров и настройки основных устройств РЗ и автоматики систем электроснабжения.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина базируется на курсах «Теоретические основы электротехники», «Электроэнергетические системы и сети», «Электрические машины», «Электрические аппараты».

Студенты, приступающие к изучению дисциплины, должны знать:

- теоретические закономерности работы электрических цепей на постоянном и переменном токе, в переходных процессах;
- теоретические закономерности работы и конструкцию промышленных электрических сетей, линий электропередач;
- теоретические закономерности и конструкцию трансформаторов;
- расчет токов коротких замыканий в промышленной электрической сети.

Студенты, приступающие к изучению данной дисциплины, должны уметь:

- применять комплексное исчисление; строить и анализировать векторные диаграммы;
- решать прямые и обратные задачи в электрических цепях; находить решение задач переходных процессов в электрических цепях;
- анализировать работу трехфазных электрических цепей промышленной частоты.

### **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

1. способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ОПК-2);
2. способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике (ПК-1);
3. способностью обрабатывать результаты экспериментов (ПК-2);
4. способностью принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования (ПК-3);
5. способностью проводить обоснование проектных решений (ПК-4);
6. готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-5);
7. способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности (ПК-6).

#### **Студент должен знать:**

- теоретические закономерности работы электрических цепей на постоянном и переменном напряжениях, в переходных процессах;
- теоретические закономерности работы и конструкцию промышленных электрических сетей, линий электропередач;
- теоретические закономерности и конструкцию трансформаторов, асинхронных и синхронных машин, двигателей постоянного тока;

#### **Студент должен уметь:**

- применять математический аппарат решения дифференциальных уравнений в полных производных; применять комплексное исчисление; строить и анализировать векторные диаграммы;
- решать прямые и обратные задачи в электрических цепях; находить решение задач переходных процессов в электрических цепях;
- анализировать работу трехфазных электрических цепей промышленной частоты;

- анализировать рабочие характеристики трансформаторов, асинхронных и синхронных машин, машин постоянного тока.

**Студент должен владеть:**

- методами расчета электрических, промышленных трехфазных цепей переменного тока;

- методами расчета симметричных и несимметричных коротких замыканий, переходных процессов изменения тока в промышленных электрических сетях.

**4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий**

№ модуля	№ недели	№ темы	Наименование темы	Часы					
				Всего	Лекции	Лабораторные	Кол.	Практические	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7 семестр									
	1	1	Введение. Цели и задачи курса, история развития релейной защиты. Основные понятия о релейной защите и автоматике электроэнергетических систем.	10	2	-	-	-	8
	2, 3	2	Общие вопросы защиты и управления электрических систем. Требования, предъявляемые к релейной защите. Принципы выполнения релейной защиты	12	4	-	-	-	8
	4 – 6	3	Электромагнитные реле. Конструкция и принцип действия. Типы электромагнитных реле. Основные характеристики работы электромагнитных реле.	22	4	6	-	4	8
	7, 8	4	Максимальная токовая защита. Область применения, виды максимальной токовой защиты, предъявляемые	22	6	6	-	2	8

			требования к максимальной токовой защите. Принципиальные схемы работы максимальной токовой защиты. Уставки максимальной токовой защиты.						
	9, 10	5	Токовая направленная защита. Область применения, виды токовой направленной защиты, предъявляемые требования к токовой направленной защите. Принципиальные схемы работы токовой направленной защиты. Уставки токовой направленной защиты.	20	4	6	-	2	8
	11, 12	6	Токовая отсечка. Область применения, виды токовой отсечки, предъявляемые требования к токовой отсечке. Принципиальные схемы работы токовой отсечки. Уставки токовой отсечки.	14	4	-	-	2	8
	13, 14	7	Дифференциальная защита линий электропередач. Продольная дифференциальная защита линий электропередач. Поперечная дифференциальная защита линий электропередач.	14	4	-	-	2	8
	15	8	Защита трансформаторов и автотрансформаторов. Виды повреждений. Дифференциальная защита трансформаторов. Токовая отсечка трансформаторов. Газовая защита. Защита трансформаторов от перегрузки.	18	4	-	-	6	8
	16	9	Автоматика в системах электроснабжения промышленных предприятий. Телеуправление в системах электроснабжения промышленных предприятий.	12	4	-	-	-	8
Всего				144	36	18	0	18	72

## 5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции
1	2	3	4
1	2	1	<p><b>Тема лекции:</b> Введение. Цели и задачи курса, история развития релейной защиты. Основные понятия о релейной защите и автоматике электроэнергетических систем.</p> <p><b>Отрабатываемые вопросы:</b> Основные понятия релейной защиты. Развитие систем релейной защиты .</p>
2	4	2	<p><b>Тема лекции:</b> Общие вопросы защиты и управления электроэнергетических систем.</p> <p><b>Отрабатываемые вопросы:</b> Аварийные и ненормальные режимы работы электроэнергетических систем. Функции релейной защиты и автоматики по управлению режимами работы электроэнергетических систем.</p>
		3	<p><b>Тема лекции:</b> Требования, предъявляемые к релейной защите. Принципы выполнения релейной защиты</p> <p><b>Отрабатываемые вопросы:</b> Зона ответственности релейной защиты. Ступени селективности релейных защит. Чувствительность релейной защиты. Структурная схема релейной защиты. Принципы построения схем релейной защиты.</p>
3	6	4	<p><b>Тема лекции:</b> Электромагнитные реле. Конструкция и принцип действия.</p> <p><b>Отрабатываемые вопросы:</b> Принцип действия и конструкция электромагнитных реле.</p>
		5	<p><b>Тема лекции:</b> Типы электромагнитных реле. Основные характеристики работы электромагнитных реле.</p> <p><b>Отрабатываемые вопросы:</b> Особенности реле направленного действия и с выдержкой времени срабатывания. Характеристики срабатывания электромагнитных реле.</p>
4	4	6	<p><b>Тема лекции:</b> Максимальная токовая защита. Область применения, виды максимальной токовой защиты,</p> <p><b>Отрабатываемые вопросы:</b> Предназначение максимальной токовой защиты. Максимальные токовые защиты с независимой и ограниченно зависимой выдержками времени срабатывания. Зона ответственности максимальной токовой защиты.</p>
		7	<p><b>Тема лекции:</b> Требования предъявляемые к максимальной токовой защите.</p> <p><b>Отрабатываемые вопросы:</b> Время срабатывания, чувствительность, селективность максимальной токовой защиты.</p>
		8	<p><b>Тема лекции:</b> Принципиальные схемы работы максимальной токовой защиты.</p> <p><b>Отрабатываемые вопросы:</b> Максимальная токовая защита с пуском (блокировкой) от реле минимального напряжения</p>
		9	<p><b>Тема лекции:</b> Уставки максимальной токовой защиты.</p> <p><b>Отрабатываемые вопросы:</b> Порядок расчета уставок срабатывания максимальной токовой защиты.</p>
4	4	10	<p><b>Тема лекции:</b> Токовая направленная защита. Область применения, виды токовой направленной защиты,</p> <p><b>Отрабатываемые вопросы:</b> Предназначение и принцип действия токовой направленной защиты. Принципы работы индукционных реле направленной мощности.</p>
		11	<p><b>Тема лекции:</b> Требования, предъявляемые к токовой направленной защите.</p> <p><b>Отрабатываемые вопросы:</b> Область применения токовой направленной защиты. Чувствительность, селективность, быстродействие токовой направленной защиты.</p>
		12	<p><b>Тема лекции:</b> Принципиальные схемы работы токовой направленной защиты. Уставки токовой направленной защиты.</p> <p><b>Отрабатываемые вопросы:</b> Схемы включения реле направленной мощности в токовой направленной защите. Схемы 30 и 90 градусов. Блокировка токовой направленной защиты.</p>
6	4	13	<p><b>Тема лекции:</b> Токовая отсечка. Область применения, виды токовой отсечки,</p> <p><b>Отрабатываемые вопросы:</b> Область применения и принцип действия токовой отсечки. Мгновенная токовая отсечка и токовая отсечка с выдержкой времени.</p>
		14	<p><b>Тема лекции:</b> Требования предъявляемые к токовой отсечке.</p>

			<b>Отрабатываемые вопросы:</b>
		15	<b>Тема лекции:</b> Принципиальные схемы работы токовой отсечки. Уставки токовой отсечки. <b>Отрабатываемые вопросы:</b> Токи срабатывания токовой отсечки, зона ответственности токовой отсечки. Порядок расчета уставок токовой отсечки.
7	4	16	<b>Тема лекции:</b> Дифференциальная защита линий электропередач. Продольная дифференциальная защита линий электропередач. <b>Отрабатываемые вопросы:</b> Принцип действия. Компенсация токов небаланса. Использование дифференциальных реле с торможением.
		17	<b>Тема лекции:</b> Поперечная дифференциальная защита линий электропередач. <b>Отрабатываемые вопросы:</b> Принцип действия и принципиальные схемы поперечной защиты. Мертвая зона защиты.
8	4	18	<b>Тема лекции:</b> Защита трансформаторов и автотрансформаторов. Виды повреждений. Дифференциальная защита трансформаторов. <b>Отрабатываемые вопросы:</b> Принцип действия защиты трансформаторов и автотрансформаторов. Защита от ненормальных режимов работы трансформаторов. Дифференциальная защита трансформаторов.
		19	<b>Тема лекции:</b> Токовая отсечка трансформаторов. Газовая защита. Защита трансформаторов от перегрузки. <b>Отрабатываемые вопросы:</b> Принцип действия. Применением БНТ для отстройки от токов небаланса и бросков токов намагничивания. Расчет уставок защиты.
9	4	20	<b>Тема лекции:</b> Автоматика в системах электроснабжения промышленных предприятий. <b>Отрабатываемые вопросы:</b> Предназначение автоматики управления в системах электроснабжения. Автоматическое включение резерва. Автоматическое повторное включение. Автоматическая частотная разгрузка.
		21	<b>Тема лекции:</b> Телеуправление в системах электроснабжения промышленных предприятий. <b>Отрабатываемые вопросы:</b> Предназначение телеуправления объектами электроэнергетики. Функции диспетчерского управления объектами электроэнергетики.

## 6. Содержание коллоквиумов

Учебным планом не предусмотрены.

## 7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии
1	2	3	4
3	4	1	<b>Тема практического занятия:</b> Электромагнитные реле <b>Отрабатываемые вопросы:</b> Принцип действия, конструкция
		2	<b>Тема практического занятия:</b> Электромагнитные реле <b>Отрабатываемые вопросы:</b> Принцип действия конструкция, характеристики.
4	2	3	<b>Тема практического занятия:</b> Максимальная токовая защита <b>Отрабатываемые вопросы:</b> Расчет уставок максимальной токовой защиты
5	2	4	<b>Тема практического занятия:</b> Токовая направленная защита <b>Отрабатываемые вопросы:</b> Расчет уставок направленной токовой защиты
6	2	5	<b>Тема практического занятия:</b> токовая отсечка <b>Отрабатываемые вопросы:</b> расчет уставок токовой отсечки
7	2	6	<b>Тема практического занятия:</b> дифференциальная защита линий электропередач <b>Отрабатываемые вопросы:</b> расчет уставок дифференциальной защиты линий электропередач
8	6	7	<b>Тема практического занятия:</b> токовая отсечка трансформаторов <b>Отрабатываемые вопросы:</b> расчет уставок токовой отсечки трансформаторов
		8	<b>Тема практического занятия:</b> защита трансформаторов от перегрузки <b>Отрабатываемые вопросы:</b> расчет уставок защиты трансформаторов от

		перегрузки
	9	<b>Тема практического занятия:</b> дифференциальная защита трансформаторов <b>Отрабатываемые вопросы:</b> расчет уставок дифференциальной защиты трансформаторов

## 8. Перечень лабораторных работ

№ темы	Всего часов	№ лаб.	Наименование лабораторной работы. Вопросы, отрабатываемые на лабораторном занятии	
1	2	3	4	
3	9	1	<b>Наименование лабораторной работы:</b> Электромагнитные реле тока и напряжения типа РТ-40 и РН-50 <b>Отрабатываемые вопросы:</b> характеристики, принцип работы и настройка реле РТ-40 и РН-50	
		2	<b>Наименование лабораторной работы:</b> Электромагнитные реле тока и напряжения типа РТ-40 и РН-50 <b>Отрабатываемые вопросы:</b> характеристики, принцип работы и настройка реле РТ-40 и РН-50	
		3	<b>Наименование лабораторной работы:</b> Индукционное токовое реле типа РТ-80 <b>Отрабатываемые вопросы:</b> характеристики, принцип действия и настройка индукционного направленного реле РТ-80	
		4	<b>Наименование лабораторной работы:</b> Индукционное токовое реле типа РТ-80 <b>Отрабатываемые вопросы:</b> характеристики, принцип действия и настройка индукционного направленного реле РТ-80	
		5	<b>Наименование лабораторной работы:</b> Измерительные трансформаторы тока <b>Отрабатываемые вопросы:</b> характеристики, принцип работы и выбор измерительных трансформаторов тока	
		6	<b>Наименование лабораторной работы:</b> Измерительные трансформаторы тока <b>Отрабатываемые вопросы:</b> характеристики, принцип работы и выбор измерительных трансформаторов тока	
		7	<b>Наименование лабораторной работы:</b> Фильтр-реле напряжения обратной последовательности РНФ-1М <b>Отрабатываемые вопросы:</b> принцип, устройство характеристики фильтр-реле напряжения обратной последовательности РНФ-1М	
		8	<b>Наименование лабораторной работы:</b> Фильтр-реле напряжения обратной последовательности РНФ-1М <b>Отрабатываемые вопросы:</b> принцип, устройство характеристики фильтр-реле напряжения обратной последовательности РНФ-1М	
		1	9	<b>Наименование лабораторной работы:</b> Реле направленной мощности типа РМ12(11) <b>Отрабатываемые вопросы:</b> принцип действия, характеристики реле направленной мощности типа РМ12(11)
			10	<b>Наименование лабораторной работы:</b> Реле направленной мощности типа РМ12(11) <b>Отрабатываемые вопросы:</b> принцип действия, характеристики реле направленной мощности типа РМ12(11)
		1	11	<b>Наименование лабораторной работы:</b> Реле сопротивление типа С1081 <b>Отрабатываемые вопросы:</b> принцип действия и характеристики реле сопротивление типа С1081
			12	<b>Наименование лабораторной работы:</b> Реле сопротивление типа С1081 <b>Отрабатываемые вопросы:</b> принцип действия и характеристики реле сопротивление типа С1081
		1	13	<b>Наименование лабораторной работы:</b> Статическое реле максимального тока типа РСТ 11 <b>Отрабатываемые вопросы:</b> принцип действия и характеристики статического реле максимального тока типа РСТ 11
			14	<b>Наименование лабораторной работы:</b> Статическое реле максимального тока



			типа РСТ 11 <b>Отрабатываемые вопросы:</b> принцип действия и характеристики статического реле максимального тока типа РСТ 11
<b>3</b>	<b>1</b>	<b>15</b>	<b>Наименование лабораторной работы:</b> Статическое реле для защит от замыкания на землю типа РТЗ-51 <b>Отрабатываемые вопросы:</b> принцип действия и характеристики статического реле для защит от замыкания на землю типа РТЗ-51
		<b>16</b>	<b>Наименование лабораторной работы:</b> Статическое реле для защит от замыкания на землю типа РТЗ-51 <b>Отрабатываемые вопросы:</b> принцип действия и характеристики статического реле для защит от замыкания на землю типа РТЗ-51
	<b>1</b>	<b>17</b>	<b>Наименование лабораторной работы:</b> Дифференциальное токовое реле с насыщающимися трансформаторами тока типа РНТ-565 <b>Отрабатываемые вопросы:</b> принцип действия и характеристики дифференциального токового реле с насыщающимися трансформаторами тока типа РНТ-565
		<b>18</b>	<b>Наименование лабораторной работы:</b> Дифференциальное токовое реле с насыщающимися трансформаторами тока типа РНТ-565 <b>Отрабатываемые вопросы:</b> принцип действия и характеристики дифференциального токового реле с насыщающимися трансформаторами тока типа РНТ-565

## 7. Задания для самостоятельной работы студентов

<b>№ темы</b>	<b>Всего часов</b>	<b>Вопросы для самостоятельного изучения (задания)</b>	<b>Литература</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
3	8	Векторные диаграммы работы индукционных реле направленного действия	[1, 3, 6]
5	8	Особенности расчета уставок токовой направленной защиты трехобмоточных трансформаторов и трансформаторов с расщепленными обмотками	[1, 3, 6]
6	8	Особенности построения оперативных цепей токовой отсечки	[1, 3, 4, 6]
7	8	Продольная и поперечная дифференциальные защиты линий электропередач: проверка чувствительности релейных защит	[2, 5]
8	8	Защита трансформаторов от перегрузки, особенности расчета уставок защиты	[2]
9	8	Системы автоматического включения резерва на подстанциях без оперативного персонала	[1]

## 8. Курсовая работа

Выполняется в соответствии с указаниями преподавателя.

## 9. Вопросы для экзамена

1. Назначение релейной защиты. Требования, предъявляемые к релейной защите
2. Виды повреждений и ненормальных режимов в сетях электроснабжения и электроустановках.
3. Структурная схема и основные органы релейной защиты. Источники оперативного тока.

4. Принцип действия электромагнитного реле. Принцип действия реле направленного действия (индукционных). Предназначение промежуточных реле, реле времени.

5. Трансформаторы тока. Назначение, принцип действия, погрешности трансформаторов тока.

6. Схемы соединения трансформаторов тока (полная звезда, неполная звезда и т.д.) Коэффициент схемы соединения вторичных цепей трансформаторов тока.

7. Трансформаторы напряжения. Назначение, принцип действия, погрешности трансформаторов напряжения. Защита трансформаторов напряжения.

8. Максимальная токовая защита: назначение, принцип действия, принципиальная схема, зона ответственности. Расчет уставок максимальной токовой защиты.

9. Параметры максимальной токовой защиты (чувствительность, ток срабатывания, селективность, мертвая зона защиты). Достоинства и недостатки максимальной токовой защиты.

10. Максимальная токовая защита с пуском (блокировкой) от реле минимального напряжения. Особенности работы, область применения, принципиальная схема, параметры.

11. Максимальная токовая защита с ограниченно зависимой выдержками времени. Принцип действия, принципиальная схема, графики зависимости времени срабатывания от тока.

12. Токовые отсечки. Предназначение, область применения, принципиальная схема, параметры данной релейной защиты. Достоинства недостатки токовых отсечек.

13. Токовые отсечки мгновенного действия. Определение уставок защиты, зона ответственности релейной защиты, мертвая зона действия защиты.

14. Токовая направленная защита. Предназначение, область применения. Принцип действия, принципиальная схема токовой направленной защиты.

15. Схемы включения реле направления мощности. Схемы 90 и 30 градусов. Преимущества и недостатки токовых направленных защит.

16. Блокировка токовых направленных защит. Расчет уставок направленных токовых защит. Ток срабатывания, выдержка времени, мертвая зона токовой направленной защиты.

17. Дифференциальная защита линии. Принцип действия, предназначение, область применения дифференциальных защит линий электропередач.

18. Продольная дифференциальная защита ЛЭП. Принцип действия, принципиальная схема защиты. Токи небаланса в дифференциальной защите.

19. Поперечная дифференциальная защита. Принцип действия, принципиальная схема защиты. Мертвая зона поперечной дифференциальной защиты.

20. Направленная поперечная дифференциальная защита. Принцип действия, принципиальная схема защиты. Блокировка поперечной токовой защиты, зона каскадного действия и мертвая зона защиты.

21. Расчет уставок направленной поперечной дифференциальной защиты. Ток срабатывания, токи небаланса, чувствительность, селективность защиты. Преимущества и недостатки поперечной дифференциальной защиты.

22. Виды повреждений и ненормальных режимов трансформаторов. Виды релейных защит трансформаторов.

23. Дифференциальная защита трансформаторов. Назначение и принцип действия дифференциальной защиты трансформаторов. Принципиальная схема дифференциальной токовой отсечки. Преимущества и недостатки защиты.

24. Токи небаланса в дифференциальной защите трансформаторов. Причины возникновения токов небаланса. Меры предупреждения срабатывания дифференциальной защиты трансформаторов от токов небаланса.

25. Газовая защита трансформаторов. Предназначение и принцип действия газовой защиты трансформаторов. Параметры газовой защиты трансформаторов. Преимущества и недостатки газовой защиты трансформаторов.

26. Принципы построения защиты трансформаторов от перегрузки. Отличия защиты трансформаторов от перегрузки на подстанциях с оперативным персоналом и без него.

27. Аварийные и ненормальные режимы работы электродвигателей. Принципы релейной защиты электродвигателей. Схема продольной дифференциальной защиты электродвигателей. Предназначение и принципиальная схема защиты электродвигателей от минимального напряжения.

28. Предназначение и принципы построения систем автоматического повторного включения в электрических сетях. Классификация систем автоматического повторного включения. Требования, предъявляемые к системам автоматического повторного включения.

29. Предназначение и принципы построения систем автоматического включения резерва. Принципиальные схемы автоматического включения резерва на трансформаторных подстанциях. Требования предъявляемые к системам автоматического включения резерва.

30. Предназначение и принципы построения систем автоматической частотной разгрузки. Регулирующий коэффициент нагрузки. 1, 2 и 3-я очереди автоматической частотной разгрузки.

## 10. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Код контролируемой компетенции	Этап формирования	Наименование оценочного средства
ОПК-2	лекция, практическое занятие	устный опрос, дискуссия, тест
ПК-1	лекция, практическое занятие	устный опрос, дискуссия, тест
ПК-2	лекция, практическое занятие	устный опрос, дискуссия, тест
ПК-3	лекция, практическое занятие	устный опрос, дискуссия, тест
ПК-4	лекция, практическое занятие	устный опрос, дискуссия, тест
ПК-5	лекция, практическое занятие	устный опрос, дискуссия, тест
ПК-6	лекция, практическое занятие	устный опрос, дискуссия, тест

Карта компетенций дисциплины					
Компетенции		Перечень компонентов	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Ступени уровней освоения компетенции
Индекс	Формулировка				
<b>ОПК-2</b>	<b>способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы</b>	<b>Знать:</b> Закономерности описывающие физические процессы в электроэнергетичес	Лекции, Практические занятия, СРС.	1. Устный ответ 2. Экзамен	<b><u>Пороговый (удовлетворительно)</u></b> <b><u>Знает:</u></b> закономерности описывающие физические процессы

	<p><b>анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач</b></p>	<p>ких сетях</p> <p><b>Уметь:</b> Составлять математические модели физических процессов в электроэнергетических системах</p> <p><b>Владеть:</b> Методами решения математических уравнений описывающих физические процессы в электроэнергетических системах</p>			<p>в электроэнергетических системах</p> <p><b><u>Умеет:</u></b> пользоваться методической и вспомогательной литературой для осуществления решения задач..</p> <p><b><u>Владеет:</u></b> Навыком самостоятельной работы в области учебной работы.</p> <p><b><u>Продвинутый (хорошо)</u></b></p> <p><b><u>Знает:</u></b> закономерности описывающие физические процессы в электроэнергетических системах; конструктивные особенности электроэнергетических систем</p> <p><b><u>Умеет:</u></b> пользоваться методической и вспомогательной литературой для осуществления решения задач; разрабатывать пути решения поставленных задач</p> <p><b><u>Владеет:</u></b> Навыком самостоятельной работы в области учебной работы; методами решения математических уравнений описывающих физические процессы в электроэнергетических системах</p> <p><b><u>Высокий (отлично)</u></b></p> <p><b><u>Знает:</u></b> закономерности описывающие физические процессы в электроэнергетических системах; конструктивные особенности электроэнергетических систем; параметры взаимодействия</p>
--	--	--	--	--	--

					<p>структурных элементов электроэнергетических систем</p> <p><b>Умеет:</b> пользоваться методической и вспомогательной литературой для осуществления решения задач; разрабатывать пути решения поставленных задач; пользоваться современными вычислительными средствами при решении поставленных задач</p> <p><b>Владеет:</b> Навыком самостоятельной работы в области учебной работы; методами решения математических уравнений описывающих физические процессы в электроэнергетических системах; навыками построения алгоритмов расчета физических процессов в электроэнергетических системах</p>
ПК-1	Способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике	<p><b>Знать:</b> Технические параметры систем релейной защиты</p> <p><b>Уметь:</b> Разрабатывать алгоритмы выполнения экспериментальных исследований систем релейной защиты</p> <p><b>Владеть:</b> Измерительными устройствами в области релейной защиты</p>	Лекции, Практические занятия, СРС.	Устный ответ, Коллоквиум, Экзамен	<p><b>Пороговый (удовлетворительно)</b></p> <p><b>Знает:</b> Структуру систем релейной защиты, основные технические параметры</p> <p><b>Умеет:</b> Сформулировать задачи экспериментального исследования систем релейной защиты.</p> <p><b>Владеет:</b> Стандартными навыками работы с экспериментальным электротехническим оборудованием</p> <p><b>Продвинутый (хорошо)</b></p> <p><b>Знает:</b> Структуру систем</p>

					<p>релейной защиты, основные технические параметры; особенности функционирования систем релейной защиты определяющие методику экспериментальных исследований</p> <p><b><u>Умеет:</u></b> Сформулировать задачи экспериментального исследования систем релейной защиты; разработать систему оценки адекватности результатов экспериментальных исследований систем релейной защиты</p> <p><b><u>Владеет:</u></b> Стандартными навыками работы с экспериментальным электротехническим оборудованием; навыками оценки результатов экспериментальных исследований систем релейной защиты</p> <p><b><u>Высокий (отлично)</u></b> <b><u>Знает:</u></b> Структуру систем релейной защиты, основные технические параметры; особенности функционирования систем релейной защиты определяющие методику экспериментальных исследований; специфические параметры настройки релейной защиты влияющие на методологию экспериментального исследования</p> <p><b><u>Умеет:</u></b> Сформулировать задачи экспериментального исследования систем релейной защиты;</p>
--	--	--	--	--	---

					разработать систему оценки адекватности результатов экспериментальных исследований систем релейной защиты; разрабатывать направления уточнения экспериментальных исследований систем релейной защиты <b><u>Владеет:</u></b> Стандартными навыками работы с экспериментальным электротехническим оборудованием; навыками оценки результатов экспериментальных исследований систем релейной защиты; методиками оценки качества экспериментальных исследований
<b>ПК-2</b>	<b>способностью обрабатывать результаты экспериментов</b>	<b>Знать:</b> Технические параметры систем релейной защиты <b>Уметь:</b> Разрабатывать алгоритмы выполнения экспериментальных исследований систем релейной защиты <b>Владеть:</b> Измерительными устройствами в области релейной защиты	Лекции, Практические занятия, СРС.	Устный ответ, Коллоквиум Экзамен	<b><u>Пороговый (удовлетворительно)</u></b> <b><u>Знает:</u></b> Структуру систем релейной защиты, основные технические параметры <b><u>Умеет:</u></b> Сформулировать задачи экспериментального исследования систем релейной защиты. <b><u>Владеет:</u></b> Стандартными навыками работы с экспериментальным электротехническим оборудованием  <b><u>Продвинутый (хорошо)</u></b> <b><u>Знает:</u></b> Структуру систем релейной защиты, основные технические параметры; особенности функционирования систем релейной защиты определяющие методику экспериментальных исследований <b><u>Умеет:</u></b>

					<p>Сформулировать задачи экспериментального исследования систем релейной защиты; разработать систему оценки адекватности результатов экспериментальных исследований систем релейной защиты</p> <p><b><u>Владеет:</u></b></p> <p>Стандартными навыками работы с экспериментальным электротехническим оборудованием; навыками оценки результатов экспериментальных исследований систем релейной защиты</p> <p><b><u>Высокий (отлично)</u></b></p> <p><b><u>Знает:</u></b></p> <p>Структуру систем релейной защиты, основные технические параметры; особенности функционирования систем релейной защиты определяющие методику экспериментальных исследований; специфические параметры настройки релейной защиты влияющие на методологию экспериментального исследования</p> <p><b><u>Умеет:</u></b></p> <p>Сформулировать задачи экспериментального исследования систем релейной защиты; разработать систему оценки адекватности результатов экспериментальных исследований систем релейной защиты; разрабатывать направления уточнения экспериментальных исследований систем релейной защиты</p>
--	--	--	--	--	--



					<p><b><u>Владеет:</u></b> Стандартными навыками работы с экспериментальным электротехническим оборудованием; навыками оценки результатов экспериментальных исследований систем релейной защиты; методиками оценки качества экспериментальных исследований</p>
ПК-3	<p>способностью принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования</p>	<p><b>Знать:</b> Требования предъявляемые к методике проектных работ при создании/настройке систем релейной защиты; нормативную документацию регламентирующую требования и порядок проектирования систем релейной защиты</p> <p><b>Уметь:</b> Осуществлять самостоятельное проектирование систем релейной защиты</p> <p><b>Владеть:</b> Проектными методами создания и настройки систем релейной защиты</p>	<p>Лекции, Практические занятия, СРС.</p>	<p>Устный ответ, Коллоквиум Экзамен</p>	<p><b><u>Пороговый (удовлетворительно)</u></b> <b><u>Знает:</u></b> Основные требования к методике проектирования систем релейной защиты</p> <p><b><u>Умеет:</u></b> Сформулировать требования к разрабатываемой системе релейной защиты</p> <p><b><u>Владеет:</u></b> Стандартными навыками работы с методическими рекомендациями по проектированию систем релейной защиты</p> <p><b><u>Продвинутый (хорошо)</u></b> <b><u>Знает:</u></b> Основные требования к методике проектирования систем релейной защиты; требования к системе ЕСКД</p> <p><b><u>Умеет:</u></b> Сформулировать требования к разрабатываемой системе релейной защиты; сформулировать параметры создаваемой системы релейной защиты</p> <p><b><u>Владеет:</u></b> Стандартными навыками работы с методическими рекомендациями по проектированию</p>

					<p>систем релейной защиты; навыками комплексного учета параметров защищаемой электроэнергетической системы и системы ее релейной защиты</p> <p><b><u>Высокий (отлично)</u></b> <b><u>Знает:</u></b> Основные требования к методике проектирования систем релейной защиты; требования к системе ЕСКД; нормативные требования ПУЭ к устройству и методике проектирования систем релейной защиты</p> <p><b><u>Умеет:</u></b> Сформулировать требования к разрабатываемой системе релейной защиты; сформулировать параметры создаваемой системы релейной защиты; принимать самостоятельные конструкторские решения при проектировании релейной защиты</p> <p><b><u>Владеет:</u></b> Стандартными навыками работы с методическими рекомендациями по проектированию систем релейной защиты; навыками комплексного учета параметров защищаемой электроэнергетической системы и системы ее релейной защиты</p>
ПК-4	способностью проводить обоснование проектных решений	<p><b>Знать:</b> Функциональные параметры систем релейной защиты</p> <p><b>Уметь:</b> Принимать и обосновывать конструкторские решения при</p>	Лекции, Практические занятия, СРС.	Устный ответ, Коллоквиум, Экзамен	<p><b><u>Пороговый (удовлетворительно)</u></b> <b><u>Знает:</u></b> Основные требования предъявляемые к системам релейной защиты</p> <p><b><u>Умеет:</u></b> Сформулировать</p>

		<p>проектировании систем релейной защиты</p> <p><b>Владеть:</b> Проектными методами оценки принимаемых конструкторских решений при создании систем релейной защиты</p>		<p>алгоритм принятия конструкторских решений при создании систем релейной защиты</p> <p><b><u>Владеет:</u></b> Стандартными навыками конструкторской работы</p> <p><b><u>Продвинутый (хорошо)</u></b> <b><u>Знает:</u></b> Основные требования предъявляемые к системам релейной защиты; методики оценки функциональности систем релейной защиты</p> <p><b><u>Умеет:</u></b> Сформулировать алгоритм принятия конструкторских решений при создании систем релейной защиты; сформулировать методики оценки качества принимаемых конструкторских решений</p> <p><b><u>Владеет:</u></b> Стандартными навыками конструкторской работы; методами технико-экономического и функционального обоснования принимаемых конструкторских решений</p> <p><b><u>Высокий (отлично)</u></b> <b><u>Знает:</u></b> Основные требования предъявляемые к системам релейной защиты; методологию оценки функциональности систем релейной защиты; методологию учета требований нормативной документации при проектировании</p>
--	--	--	--	---

					<p>систем релейной защиты</p> <p><b><u>Умеет:</u></b> Сформулировать алгоритм принятия конструкторских решений при создании систем релейной защиты;</p> <p>сформулировать методики оценки качества принимаемых конструкторских решений</p> <p><b><u>Владеет:</u></b> Стандартными навыками конструкторской работы; методами технико-экономического и функционального обоснования принимаемых конструкторских решений; навыками комплексной оценки принимаемых конструкторских решений</p>
ПК-5	<p>готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности</p>	<p><b>Знать:</b> Параметры релейной защиты различных электроэнергетических систем</p> <p><b>Уметь:</b> Определять технические параметры систем релейной защиты</p> <p><b>Владеть:</b> Методами оценки параметров систем релейной защиты</p>	<p>Лекции, Практические занятия, СРС.</p>	<p>Устный ответ, Коллоквиум Экзамен</p>	<p><b><u>Пороговый (удовлетворительно)</u></b></p> <p><b><u>Знает:</u></b> Основные требования предъявляемые к системам релейной защиты</p> <p><b><u>Умеет:</u></b> Сформулировать основные требования предъявляемые к системам релейной защиты</p> <p><b><u>Владеет:</u></b> Основными навыками оценки технических параметров систем релейной защиты</p> <p><b><u>Продвинутый (хорошо)</u></b></p> <p><b><u>Знает:</u></b> Основные требования предъявляемые к системам релейной защиты; методологию оценки параметров систем релейной защиты</p> <p><b><u>Умеет:</u></b> Сформулировать основные требования</p>

					<p>предъявляемые к системам релейной защиты; критически оценивать параметры систем релейной защиты</p> <p><b><u>Владеет:</u></b> Основными навыками оценки технических параметров систем релейной защиты; методологией работы с измерительными устройствами для оценки параметров релейной защиты</p> <p><b><u>Высокий (отлично)</u></b> <b><u>Знает:</u></b> Основные требования предъявляемые к системам релейной защиты; методологию оценки параметров систем релейной защиты; нормативные требования к параметрам релейной защиты основных структурных составляющих электроэнергетических систем</p> <p><b><u>Умеет:</u></b> Сформулировать основные требования предъявляемые к системам релейной защиты; критически оценивать параметры систем релейной защиты; осуществлять функциональную оценку релейной защиты и автоматизации электроэнергетических систем</p> <p><b><u>Владеет:</u></b> Основными навыками оценки технических параметров систем релейной защиты; методологией работы с измерительными устройствами для оценки параметров релейной защиты</p>
ПК-6	способностью рассчитывать режимы работы объектов	<b>Знать:</b> Методологию определения уставок систем	Лекции, Практические занятия, СРС.	Устный ответ, Коллоквиум	<b><u>Пороговый (удовлетворительно)</u></b> <b><u>Знает:</u></b> Основные

	<p><b>профессиональной деятельности</b></p>	<p>релейной защиты</p> <p><b>Уметь:</b> Определять уставки релейной защиты и функциональные характеристики систем автоматизации в электроэнергетике</p> <p><b>Владеть:</b> Методами расчета режимов работы систем релейной защиты электроэнергетических систем</p>		<p>Экзамен</p>	<p>особенности физических процессов в электроэнергетических системах</p> <p><b><u>Умеет:</u></b> Сформулировать требования предъявляемые к порядку расчета режимов работы систем релейной защиты</p> <p><b><u>Владеет:</u></b> Основными навыками оценки режимов работы систем релейной защиты</p> <p><b><u>Продвинутый (хорошо)</u></b> <b><u>Знает:</u></b> Основные особенности физических процессов в электроэнергетических системах; методологию расчета рабочих и аварийных режимов работы электроэнергетических систем</p> <p><b><u>Умеет:</u></b> Сформулировать требования предъявляемые к порядку расчета режимов работы систем релейной защиты; рассчитывать рабочие и аварийные режимы работы электроэнергетических систем</p> <p><b><u>Владеет:</u></b> Основными навыками оценки режимов работы систем релейной защиты; методологией расчетов рабочих и аварийных режимов систем электроэнергетики</p> <p><b><u>Высокий (отлично)</u></b> <b><u>Знает:</u></b> Основные особенности физических процессов в</p>
--	---	--	--	----------------	--

					<p>электроэнергетических системах; методологию расчета рабочих и аварийных режимов работы электроэнергетических систем; взаимосвязь между параметрами электроэнергетических систем и их систем релейной защиты и автоматизации</p> <p><b><u>Умеет:</u></b> Сформулировать требования предъявляемые к порядку расчета режимов работы систем релейной защиты; рассчитывать рабочие и аварийные режимы работы электроэнергетических систем;</p> <p><b><u>Владеет:</u></b> Основными навыками оценки режимов работы систем релейной защиты; методологией расчетов рабочих и аварийных режимов систем электроэнергетики; навыками комплексной оценки параметров релейной защиты</p>
--	--	--	--	--	--

### Критерии оценки

Оценка **«отлично»** ставится, если студент обнаруживает высокий уровень владения профессиональными компетенциями, а именно: глубокое, полное знание содержания материала и последние достижения в рассматриваемом вопросе, понимание сущности рассматриваемых явлений и закономерностей, принципов и теорий; умение провести корректный анализ и систематизацию полученных результатов, выявить закономерности поведения изучаемой математической системы, оценить перспективы её прикладного использования в сравнении с имеющимися аналогами, выделять существенные связи в рассматриваемых явлениях, способен давать точное определение основным понятиям, связывать теорию с практикой, решать прикладные задачи. Он аргументирует свои суждения, грамотно владеет профессиональной терминологией, связно излагает свой ответ.

Оценка **«хорошо»** ставится, если студент обнаруживает достаточный уровень владения профессиональными компетенциями, а именно: владеет учебным материалом, в том числе понятийным аппаратом; демонстрирует уверенную ориентацию в изученном материале, навыками планирования и проведения эксперимента но при ответе допускает отдельные неточности.

Оценка **«удовлетворительно»** ставится, если студент обнаруживает необходимый уровень владения профессиональными компетенциями, а именно: излагает основное

содержание учебного материала с учетом некоторых последних достижений в выбранной научной области, но раскрывает материал неполно, непоследовательно, допускает неточности в определении понятий, не умеет доказательно обосновать свои суждения.

Оценка **«неудовлетворительно»** ставится, если студент демонстрирует недостаточный уровень владения профессиональными компетенциями, а именно: демонстрирует бессистемные знания, не выделяет главное и второстепенное, допускает ошибки в определении понятий, беспорядочно, неуверенно излагает материал, не может применять знания для решения практических задач или вообще отказывается от ответа.



## Показатели оценивания планируемых результатов обучения

Сем естр	Шкала оценивания			
	2	3	4	5
7	<p>Студент демонстрирует бессистемные знания, не выделяет главное и второстепенное, допускает ошибки в определении понятий. Не способен анализировать периодическую литературу по теме дискуссии. Не демонстрирует личностный рост, не уверенно формулирует основные достигнутые в процессе обучения положения, экспериментальные подходы к синтезу и реакционной способности обсуждаемых систем.</p>	<p>Студент способен анализировать периодическую литературу по теме дискуссии. Формулирует основные достигнутые в учебной деятельности положения, экспериментальные подходы к синтезу и реакционной способности обсуждаемых систем, но допускает неточности в определении понятий, не умеет доказательно обосновать свои суждения. Демонстрирует неполные знания в овладении тематикой с использованием информационно-коммуникационных технологий.</p>	<p>Студент обнаруживает умение критически анализировать периодическую литературу по учебной теме дискуссии, знание содержания материала. Способен сформулировать основные достигнутые в учебной деятельности положения, экспериментальные подходы к синтезу и реакционной способности обсуждаемых систем. Демонстрирует знания в овладении тематикой с использованием информационно-коммуникационных технологий, но при ответе допускает отдельные неточности. Демонстрирует профессионализм. Может оценить перспективы прикладного использования.</p>	<p>Студент обнаруживает умение критически анализировать периодическую литературу по учебной теме дискуссии, знание содержания материала. Способен сформулировать основные достигнутые в учебной деятельности положения, экспериментальные подходы к синтезу и реакционной способности обсуждаемых систем. Демонстрирует знания в овладении тематикой с использованием информационно-коммуникационных технологий. Демонстрирует профессионализм. Может оценить перспективы прикладного использования.</p>

### 11. Образовательные технологии

Учебная работа по данной дисциплине предусматривается использование активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. На лекциях используются мультимедийные средства обучения.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет не менее 20 % аудиторных занятий.

Для выполнения указанных требований часы СРС используются для подготовки докладов (сообщений), участия в дискуссии по рассмотренным на лекциях темах.

## 12. Список основной и дополнительной литературы по дисциплине

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев, В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения: учеб. / В. А. Андреев. - 6-е изд., стер. - М. : Высшая школа, 2008. - 639 с. : ил. ; 21 см. - Библиогр.: с. 625-634 (223 назв.). - Гриф: допущено М-вом образования и науки РФ в качестве учебника для студ. вузов, обуч. по спец. "Электроснабжение" напр. подг. "Электроэнергетика". - ISBN 978-5-06-004826-12. Экземпляры всего: 40

2. Соловьев А.Л. Релейная защита городских электрических сетей 6 и 10 кВ: Учебное пособие / А. Л. Соловьев, М. А. Шабад; под ред. А. В. Беляева. - СПб.: Политехника, 2012. - 175 с.

*Режим доступа:*

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785732503777.html>

3. Релейная защита и автоматика в электрических сетях [Электронный ресурс]/ - Электрон. текстовые данные.- М.: Издательский дом ЭНЕРГИЯ, Альвис, 2012. - 632 с.

*Режим доступа:* <http://www.iprbookshop.ru/22702.html>.— ЭБС «IPRbooks»

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

4. Булычев А.В. Релейная защита в распределительных электрических сетях [Электронный ресурс]: пособие для практических расчетов/ А.В. Булычев, А.А. Наволочный - Электрон. текстовые данные.- М.: ЭНАС, 2011.- 206 с. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/4340.html>.- ЭБС «IPRbooks». *Режим доступа:*

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5890352539.html>

5. Релейная защита городских электрических сетей 6 и 10 кВ: Учебное пособие / А. Л. Соловьев, М. А. Шабад; под ред. А. В. Беляева. - СПб.: Политехника, 2012. - 175 с.

*Режим*

*доступа:*

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785732503777.html>

6. Почаевец В.С. Защита и автоматика устройств электроснабжения [Электронный ресурс]: учебник для техникумов и колледжей ж.-д. транспорта/ В.С. Почаевец— Электрон. текстовые данные.— М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2007.— 192 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16196.html>.— ЭБС «IPRbooks»

7. Справочник по эксплуатации электроустановок промышленных предприятий / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. - М.: Абрис, 2012. - 400 с., ил.

*Режим*

*доступа:*

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200698.html>

#### ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ИЗДАНИЯ

8. Электро. Электротехника, электроэнергетика, электротехническая промышленность [Текст]. - М. : ОАО "Электрозавод", 2000 - . - Выходит раз в два месяца. - ISSN 1995-5685 (2002 – 2009гг.)

9. Автоматика и телемеханика

*Режим доступа:* <http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1370529>

### **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины.**

В процессе изучения дисциплины применяются:

- образцы оборудования релейной защиты;
- лабораторные стенды по релейной защите;
- наглядные пособия, плакаты по теме дисциплины;
- проекционная компьютерная техника с установленными презентационными программами.