



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

АКТУАЛИЗИРОВАНО  
решением ученого совета ИЭЭ  
протокол № 7 от 24.03.2026

УТВЕРЖДАЮ

Директор \_\_\_\_\_ ИЭЭ \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Р.В. Ахметова  
« 30 » \_\_\_\_\_ мая \_\_\_\_\_ 2023г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДЭ.01.02.02 «Электрические и электронные аппараты»

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Направленность(и)  
(профиль(и)) «Проектирование и эксплуатация электрохозяйства  
потребителей»,  
«Электромобильный и беспилотный транспорт»,  
«Электромеханические комплексы и системы»

Квалификация Бакалавр

г. Казань, 2023

Программу разработал(и):

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
ЭХП	Доцент, к.т.н., доцент	Сидоров А.Е.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	ЭХП	16.05.2023	№8	_____ И.о. зав. каф., к.т.н., доцент Гибадуллин Р.Р.
Согласована	ЭТКС	17.05.2023	№29	_____ Зав. каф., к.т.н., доцент Павлов П.П.
Согласована	Учебно-методический совет института	30.05.2023	№8	_____ Директор ИЭЭ, к.т.н., доцент Ахметова Р.В.
Одобрена	Ученый совет института	30.05.2023	№8	_____ Директор ИЭЭ, к.т.н., доцент Ахметова Р.В.

## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

*(Цель и задачи освоения дисциплины, соответствующие цели ОП)*

Целью освоения дисциплины «Электрические и электронные аппараты» является формирование общепрофессиональных компетенций, знаний, умений и навыков по электрическим и электронным аппаратам, необходимых в профессиональной деятельности.

Задачами дисциплины являются:

1. Освоение обучающимися студентами основных сведений из теории, назначения, устройства, основных характеристик, применения и принципа действия современных электрических и электронных аппаратов.

2. Формирование навыков на основе паспортных и каталожных данных определять параметры и характеристики типовых электрических и электронных аппаратов.

3. Формирование навыков эксплуатации электрических и электронных аппаратов в соответствующих условиях промышленного предприятия.

4. Формирование способностей использовать знания основных физических теорий для решения возникающих электротехнических задач, самостоятельного приобретения физических знаний для понимания принципов работы аппаратов, в том числе электрических и электронных.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-1 Способен применять методы выработки, передачи, распределения и преобразования электрической энергии, понимать закономерности функционирования электротехнологического оборудования, электрических сетей и энергосистем	ПК-1.2 Раскрывает вопросы сохранения и преобразования энергии, разбирается в схемах устройств накопления энергии ПК-1.3 Разбирается в конструкциях основного и вспомогательного оборудования и их комплектующих, используемых в области электротехнологического оборудования, электрических сетей и энергосистем

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. Физика, Прикладная механика, Метрология, стандартизация и сертификация, Теоретические основы электротехники, Материаловедение и технология конструкционных материалов.

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. Основы релейной защиты, Электроснабжение, Возобновляемые источники энергии, Электрические машины, Электрические станции и подстанции.

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)		
			5		
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	4	144	144		
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	-	65	65		
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	1.4	50	50		
Лекции	0.44	16	16		
Практические (семинарские) занятия	0.5	18	18		
Лабораторные работы	0.44	16	16		
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	2.61	94	94		
Проработка учебного материала	1.61	58	58		
Курсовой проект	-	-	-		
Курсовая работа	-	-	-		
Подготовка к промежуточной аттестации	1	36	36		
Промежуточная аттестация:			Э		
			-		

Для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр(ы)		
			3		
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	4	144	144		
КОНТАКТНАЯ РАБОТА	-	39	39		
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	0.5	18	18		
Лекции	0.22	8	8		
Практические (семинарские) занятия	0.17	6	6		
Лабораторные работы	0.11	4	4		
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	3.5	126	126		
Проработка учебного материала	3.25	117	117		
Курсовой проект	-	-	-		
Курсовая работа	-	-	-		
Подготовка к промежуточной аттестации	0.25	9	9		
Промежуточная аттестация:			Э		
			-		

### 3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1	14	2		2	10	ТК1	ПК-1.2.3, ПК-1.3.3
Раздел 2	24	4	4	4	12	ТК2	ПК-1.2.У,В, ПК-1.3.У,В
Раздел 3	22	2	4	4	12	ТК3	ПК-1.2.3,У, ПК-1.3.3,У
Раздел 4	24	4	4	4	12	ТК4	ПК-1.2.3, ПК-1.3.3
Раздел 5	24	4	4	4	12	ТК5	ПК-1.2.3,У, ПК-1.3.3,У
Экзамен	36				36	<b>ОМ 1</b>	
<b>Итого за 5 семестр</b>	<b>144</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>94</b>		

### 3.3. Содержание дисциплины

Раздел 1 Основные физические явления и процессы в электрических аппаратах.  
 Тема 1.1 Основные определения и классификация электрических аппаратов.  
 Раздел 2 Электрические аппараты автоматики и управления.  
 Тема 2.1 Основные физические явления и процессы в электрических аппаратах.  
 Тема 2.2 Электромеханические реле.  
 Раздел 3 Электрические аппараты распределительных устройств.  
 Тема 3.1 Электромеханические датчики.  
 Раздел 4 Основные сведения об аппаратах высокого напряжения.  
 Тема 4.1 Аппараты температурной, тепловой и токовой защиты.  
 Тема 4.2 Аппараты распределительных устройств.  
 Раздел 5 Электронные аппараты.  
 Тема 5.1 Основные сведения об электронных аппаратах.  
 Тема 5.2 Системы управления электронных аппаратов.

### 3.4. Тематический план практических занятий

1. Электромагнитные и герконовые реле.
2. Контроллеры и командоаппараты.
3. Основные типы контакторов и магнитных пускателей.
4. Предохранители и автоматические выключатели.
5. Конструкция аппаратов высокого напряжения.
6. Элементная база силовых электронных устройств.
7. Последовательное и параллельное соединение ключей, Модули силовых электронных ключей.
8. Выпрямители, инверторы. Полупроводниковые реле и контакторы.
9. Микропроцессорные и гибридные аппараты.

### 3.5. Тематический план лабораторных работ

1. Исследование реле максимального тока.
2. Исследование электромагнитного реле напряжения типа рн-53.
3. Исследование индукционного реле рт-81.
4. Исследование работы магнитного пускателя с тепловым реле и АВР.

### 3.6. Курсовой проект /курсовая работа

«Данный вид работы не предусмотрен учебным планом».

### 4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		не зачтено	
ПК-1	ПК-1.2	знать:				
		Функции и основные характеристики электрических и электронных аппаратов	Свободно описывает функции и основные характеристики электрических и электронных аппаратов	Достаточно уверенно излагает функции и основные характеристики электрических и электронных аппаратов, допускает неточности	Слабо знает функции и основные характеристики электрических и электронных аппаратов, допускает неточности, много ошибок	Не знает функции и основные характеристики электрических и электронных аппаратов
		уметь:				
		Применять знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов	Свободно применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов	Достаточно уверенно умеет излагать применение функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов	Демонстрирует слабые умения применить знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов	Не умеет применять знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов

				ых аппаратов , допускает неточности	аппаратов , много ошибок	
		владеть:				
	Применением знаний функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов	Свободно применяет функции и основные характеристики электрических и электронных аппаратов	Достаточно уверенно владеет применением знаний функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов , допускает неточности	Слабо владеет применением знаний функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов , много ошибок	Не владеет применением знаний функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов	
		знать:				
	Принцип действия электронных устройств	Глубоко знает принцип действия электронных устройств	Достаточно хорошо знает принцип действия электронных устройств , допускает неточности	Слабо знает принцип действия электронных устройств , много ошибок	Не знает принцип действия электронных устройств	
		уметь:				
	Описывать принцип действия электронных устройств	Уверенно описывает принцип действия электронных устройств	Достаточно уверенно описывает принцип действия электронных устройств , допускает неточности	Слабо умеет описывать принцип действия электронных устройств , много ошибок.	Не умеет описывать принцип действия электронных устройств , много ошибок.	
		владеть:				
	Изложением	Уверенно	Достаточно	Слабо	Не	
ПК-1.3						

		принципа действия электронных устройств	излагает принцип действия электронных устройств	но уверенно излагает принцип действия электронных устройств, допускает неточности	излагает принцип действия электронных устройств	владеет изложением принципа действия электронных устройств
--	--	---	---	---	---	--

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика.

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **5.1. Учебно-методическое обеспечение**

#### **5.1.1. Основная литература**

1. Электрические и электронные аппараты : учебник для вузов: в 2 томах / под ред. А.Г. Годжелло, Ю.К. Розанова. - М. : Академия, 2010. - ISBN 978-7695-6254-9. - Текст : непосредственный.

Т. 1 : Электромеханические аппараты. - 2010. - 352 с.

2. Электрические и электронные аппараты : учебник для вузов: в 2 томах / под ред. Ю. К. Розанова. - М. : Академия, 2010. - ISBN 978-57695-6254-9. - Текст : непосредственный.

Т. 2 : Силовые электронные аппараты. - 2010. - 320 с.

3. Аполлонский, С. М. Электрические аппараты управления и автоматики : учебное пособие / С. М. Аполлонский, Ю. В. Куклев, В. Я. Фролов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 256 с. — ISBN 978-5-8114-4601-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206918>.

#### **5.1.2.Дополнительная литература**

1. Электрические и электронные аппараты : учебное пособие / сост. А. Е. Сидоров [и др.]. - Казань : КГЭУ, 2016. - 126 с. - URL: <https://lib.kgeu.ru/>. - Б. ц. - Текст : электронный.

2. Электрические и электронные аппараты : практикум / сост.: А. В. Сидоров, Л. В. Долманюк, Е. М. Степанова. - Казань : КГЭУ, 2018. - 40 с. - URL: <https://lib.kgeu.ru/>. - Б. ц. - Текст : электронный.

3. Электрические и электронные аппараты. Регулирующие аппараты : учебное пособие по дисциплине "Электрические и электронные аппараты" / А. А. Варенов. - Казань : КГЭУ, 2014. - 95 с. - 4780. - Текст : непосредственный.

## 5.2. Информационное обеспечение

### 5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

№ п/п	Наименование электронных и интернет-ресурсов	Ссылка
1	Электронно-библиотечная система «Лань»	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
2	Электронно-библиотечная система «ibooks.ru»	<a href="https://ibooks.ru/">https://ibooks.ru/</a>
3	Электронно-библиотечная система «book.ru»	<a href="https://www.book.ru/">https://www.book.ru/</a>
4	Энциклопедии, словари, справочники	<a href="http://www.rubricon.com">http://www.rubricon.com</a>
5	Портал "Открытое образование"	<a href="http://npoed.ru">http://npoed.ru</a>
6	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>
7	Дисциплина «Электрооборудование промышленности» размещенная в LMS Moodle	ДК, размещенные в LMS Moodle и Docebo)

### 5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

№ п/п	Наименование профессиональных баз данных	Адрес	Режим доступа
1	Официальный интернет-портал правовой информации	<a href="http://pravo.gov.ru">http://pravo.gov.ru</a>	
2	Справочная правовая система «Консультант Плюс»	<a href="http://consultant.ru">http://consultant.ru</a>	
3	Справочно-правовая система по законодательству РФ	<a href="http://garant.ru">http://garant.ru</a>	
4	Web of Science	apps.webofknowledge.com	apps.webofknowledge.com
5	Scopus	www.scopus.com	www.scopus.com
6	Национальная электронная библиотека (НЭБ)	<a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a>	<a href="https://rusneb.ru/">https://rusneb.ru/</a>
7	Техническая библиотека	<a href="http://techlibrary.ru">http://techlibrary.ru</a>	<a href="http://techlibrary.ru">http://techlibrary.ru</a>
8	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>

№ п/п	Наименование информационно-справочных систем	Адрес	Режим доступа
1	Научная электронная библиотека	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	
2	Российская государственная библиотека	<a href="http://www.rsl.ru">http://www.rsl.ru</a>	
3	Международная реферативная база данных научных изданий zbMATH	<a href="http://www.zbmath.org">http://www.zbmath.org</a>	
4	Международная реферативная база данных научных изданий Springerlink	<a href="http://link.springer.com">http://link.springer.com</a>	
5	Образовательный портал	<a href="http://www.ucheba.com">http://www.ucheba.com</a>	

### 5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование программного обеспечения	Описание	Реквизиты подтверждающих документов
1	Windows 7 Профессиональная (Starter)	Пользовательская операционная система	№2011.25486 от 28.11.2011
2	Браузер Chrome	Система поиска информации в сети интернет (включая русскоязычный интернет).	<a href="https://www.google.com/intl/ru/chrome/">https://www.google.com/intl/ru/chrome/</a>
3	Браузер Firefox	Свободный веб-браузер	<a href="https://www.mozilla.org/ru/firefox/new/">https://www.mozilla.org/ru/firefox/new/</a>

## 6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование вида учебной работы	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран) и др.
Лабораторные работы	Учебная лаборатория «Технология электромонтажных работ», Д-728	Специализированное лабораторное оборудование по профилю лаборатории: Лаб. стенд «Монтаж и наладка эл. оборудования предприятий и гражданских сооружений» НТЦ-15. В лаборатории 6 стендов.
	Компьютерный класс с выходом в Интернет Д-726	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), лицензионное программное обеспечение
	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение

## 7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www//kgeu.ru](http://www//kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

## **8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.**

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

*Гражданское и патриотическое воспитание:*

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

*Духовно-нравственное воспитание:*

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

*Культурно-просветительское воспитание:*

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

*Научно-образовательное воспитание:*

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

**Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год**

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					



**КГЭУ**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
по дисциплине**

**«Электрические и электронные аппараты»**

*(Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)*

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»  
*(Код и наименование направления подготовки)*

Квалификация Бакалавр  
*(Бакалавр / Магистр)*



В письменной форме по билетам											
-------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

## 2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		не зачтено	
ПК-1	ПК-1.2	знать:				
		Функции и основные характеристики электрических и электронных аппаратов	Свободно описывает функции и основные характеристики электрических и электронных аппаратов	Достаточно уверенно излагает функции и основные характеристики электрических и электронных аппаратов, допускает неточности	Слабо знает функции и основные характеристики электрических и электронных аппаратов, допускает неточности, много ошибок	Не знает функции и основные характеристики электрических и электронных аппаратов
		уметь:				
		Применять знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов	Свободно применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов	Достаточно уверенно умеет излагать применение функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов, допускает неточности	Демонстрирует слабые умения применять знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов, много ошибок	Не умеет применять знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов

ПК-1.3	владеть:				
	Применением знаний функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов	Свободно применяет функции и основные характеристики электрических и электронных аппаратов	Достаточно уверенно владеет применением знаний функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов, допускает неточности	Слабо владеет применением знаний функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов, много ошибок	Не владеет применением знаний функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов
	знать:				
	Принцип действия электронных устройств	Глубоко знает принцип действия электронных устройств	Достаточно хорошо знает принцип действия электронных устройств, допускает неточности	Слабо знает принцип действия электронных устройств, много ошибок	Не знает принцип действия электронных устройств
	уметь:				
	Описывать принцип действия электронных устройств	Уверенно описывает принцип действия электронных устройств	Достаточно уверенно описывает принцип действия электронных устройств, допускает неточности	Слабо умеет описывать принцип действия электронных устройств, много ошибок.	Не умеет описывать принцип действия электронных устройств, много ошибок.
	владеть:				
	Изложением принципа действия электронных устройств	Уверенно излагает принцип действия электронных устройств	Достаточно уверенно излагает принцип действия электронных устройств	Слабо излагает принцип действия электронных устройств	Не владеет изложением принципа действия электронных устройств

				устройств , допускает неточност и		устройств в
--	--	--	--	---	--	----------------

**«Отлично»** - в ответе отражены основные концепции и теории по данному вопросу, проведен их критический анализ и сопоставление, описанные теоретические положения иллюстрируются практическими примерами и экспериментальными данными. Студентом формулируется и обосновывается собственная точка зрения на заявленные проблемы, материал излагается профессиональным языком с использованием соответствующей системы понятий и терминов.

**«Хорошо»** – в ответе описываются и сравниваются основные современные концепции и теории по данному вопросу, описанные теоретические положения иллюстрируются практическими примерами, студентом формулируется собственная точка зрения на заявленные проблемы, однако он испытывает затруднения в ее аргументации. Материал излагается профессиональным языком с использованием соответствующей системы понятий и терминов.

**«Удовлетворительно»** – в ответе отражены лишь некоторые современные концепции и теории по данному вопросу, анализ и сопоставление этих теорий не проводится. Студент испытывает значительные затруднения при иллюстрации теоретических положений практическими примерами. У студента отсутствует собственная точка зрения на заявленные проблемы. Материал излагается профессиональным языком с использованием соответствующей системы понятий и терминов.

**«Неудовлетворительно»** – ответ не отражает современные концепции и теории по данному вопросу. Студент не может привести практических примеров. Материал излагается «житейским» языком, не используются понятия и термины соответствующей научной области, студент не может назвать ни одной научной теории, не дает определения.

### 3. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Описание оценочного средства
Опрос по разделам (темам)	Знание основных понятий темы/раздела/дисциплины	Перечень определений основных понятий темы/дисциплины
Отчет по лабораторной работе (ОЛР)	Выполнение лабораторной работы, обработка результатов испытаний, измерений, эксперимента. Оформление отчета, защита результатов лабораторной работы по отчету	Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы, перечень

		требований к отчету
Практическое задание (ПЗ)	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задание направлено на оценивание компетенций по дисциплине, содержит четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий	Комплект задач и заданий
Реферат (Рфр)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы	Темы рефератов
Тест (Тест)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Комплект тестовых заданий

#### **4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины**

##### **Для текущего контроля ТК1:**

Проверяемая компетенция: **ПК-1** Способен применять методы выработки, передачи, распределения и преобразования электрической энергии, понимать закономерности функционирования электротехнологического оборудования, электрических сетей и энергосистем

#### **Базовые вопросы по курсу «Электрические и электронные аппараты»**

1. Тепловые процессы в электрических аппаратах. Источники теплоты. Поверхностный эффект и эффект близости. Способы распространения теплоты в пространстве. Термическая стойкость электрических аппаратов.
2. Электродинамическая стойкость электрических аппаратов. Электродинамические усилия в электрических аппаратах.
3. Электромеханические реле: реле времени, тепловые реле, тока, напряжения, промежуточные, указательные. Принцип работы. Область применения.
4. Магнитоуправляемые герметизированные контакты (герконы). Сухие язычковые герконы. Смоченные (жидкометаллические) язычковые герконы. Герконовые реле. Конструктивные особенности. Область применения.
5. Контактторы электромагнитные. Назначение контакторов. Контактторы постоянного и переменного тока. Конструктивные особенности. Выбор контакторов.
6. Магнитные пускатели. Назначение пускателей. Схема включения. Выбор пускателей.
7. Виды щелей дугогасительных устройств. Перемещение дуги под воздействием магнитного поля. Гашение дуги с помощью дугогасительной решетки. Виды дугогасительных решеток.
8. Способы гашения электрической дуги. Область применения.
9. Предохранители. Назначение предохранителей. Конструкция. Условия выбора предохранителей.

10. Автоматические выключатели. Основные типы. Принцип действия. Основные типы расцепителей. Механизм свободного расцепления. Условия выбора.
11. Выключатели переменного тока высокого напряжения. Назначение, основные требования. Номинальный ток отключения. Классификация высоковольтных выключателей по виду дугогасительной среды и изоляции межконтактного промежутка. Использование АПВ. Условия выбора.
12. Выключатели нагрузки. Назначение, конструктивное исполнение и принцип действия выключателей нагрузки. Условия выбора.
13. Разъединители. Назначение. Конструктивное исполнение. Принцип действия. Условия выбора.
14. Отделители и короткозамыкатели. Назначение. Конструктивное исполнение. Принцип действия. Условия выбора. Совместная работа отделителей и короткозамыкателей.
15. Измерительные трансформаторы тока и напряжения. Назначение. Конструктивное исполнение. Принцип действия. Условия выбора.
16. Разрядники: назначение, конструкция, принцип действия. Вентильные и трубчатые разрядники. Нелинейные ограничители перенапряжения (ОПН): назначение, конструкция, принцип действия. Условия выбора.

Лабораторная работа

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1**

### **ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЛЕ МАКСИМАЛЬНОГО ТОКА**

**Цель работы:** изучить конструкцию реле РТ-40, реагирующего на превышение тока в контролируемой цепи, и исследовать его основные характеристики.

#### **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ**

С помощью реле максимального тока осуществляется максимальная токовая защита, реагирующая на увеличение токов в защищаемой электрической установке. Для успешной работы в установках защиты реле максимального тока должны обеспечивать высокий коэффициент возврата, характеризующий чувствительность реле.

В работе исследуется электромагнитное реле максимального тока РТ-40, общий вид которого показан на рис. 1. Магнитная система состоит из П-образного шихтованного сердечника 1 и Г-образного якоря 2. В сердечнике электромагнита под катушками имеются вырезы, предназначенные для снижения вибрации подвижной системы при больших и несинусоидальных токах. При пиках синусоидального тока участки сердечника с уменьшенным сечением насыщаются и ограничивают величину магнитного потока.

Положение якоря в начальном и конечном положениях ограничиваются упорными винтами, закрепленными контргайками или пружинными пластинками для предохранения от самопроизвольного отвинчивания. Якорь реле удерживается в начальном положении с помощью противодействующей спиральной пружины 4, один конец которой связан с якорем, а другой – с указателем уставки 5. При

повороте указателя уставки изменяется противодействующий момент пружины и соответственно ток срабатывания реле. Необходимое положение указателя уставки определяется по делениям, нанесенным на шкале 6. Жесткость противодействующей пружины  $1,0 \text{ Н}\cdot\text{мм}/90^\circ$ , при повороте указателя от минимальной уставки до максимальной (угол поворота около  $90^\circ$ ) момент противодействующей пружины увеличивается в 4 раза (пропорционально квадрату тока). К якорю прикреплены опорная скоба и пластмассовая колодка с двумя подвижными мостиковыми контактами из серебра. К верхней части скобы приклепан полый барабанчик 7 с радиальными перегородками внутри, полость барабанчика заполнена хорошо просушенным кварцевым песком. Барабанчик является гасителем колебаний (вибраций) подвижной системы. Между барабанчиком и опорной скобой помещена шайба с узким центральным отверстием (соответствующее отверстие имеется и в скобе) и бронзовая пластина 8, служащая опорной плоскостью для подвески подвижной системы реле.

Подвижная система в верхней части опирается бронзовой пластинкой на штифт из нержавеющей стали со сферическим концом, укрепленным на вкладыше 9 на рамке-основании 10, и проходящий через отверстия в опорной скобе и шайбе. В нижней части перемещение оси подвижной системы в горизонтальной плоскости ограничивается таким же штифтом, проходящим через отверстие в нижней изогнутой части опорной скобы. Сама скоба ограничивает смещение подвижной системы вверх.

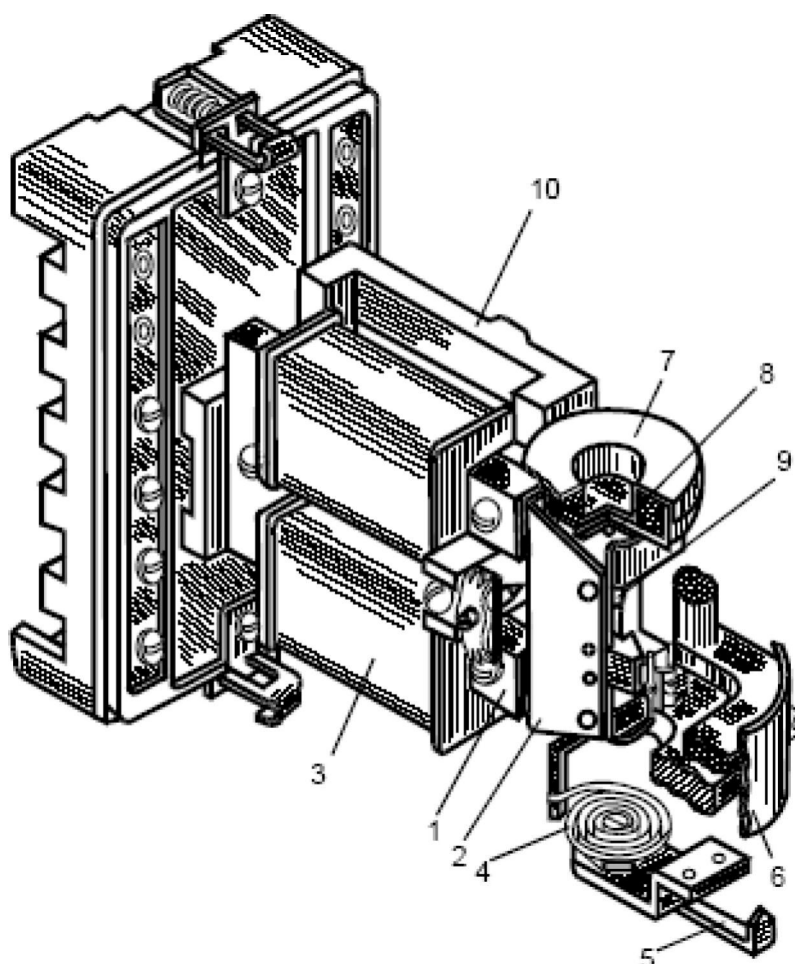


Рис. 1. Общий вид электромагнитного реле РТ-40

На сердечнике расположены две катушки, концы которых выведены на зажимы цоколя реле. Перестановкой перемычек на этих зажимах можно осуществлять параллельное и последовательное соединение катушек реле и соответственно изменять величину уставок в два раза. Цифры, нанесенные на шкале, соответствуют последовательному соединению обмоток. Схема внутренних соединений реле приведена на рис. 2.

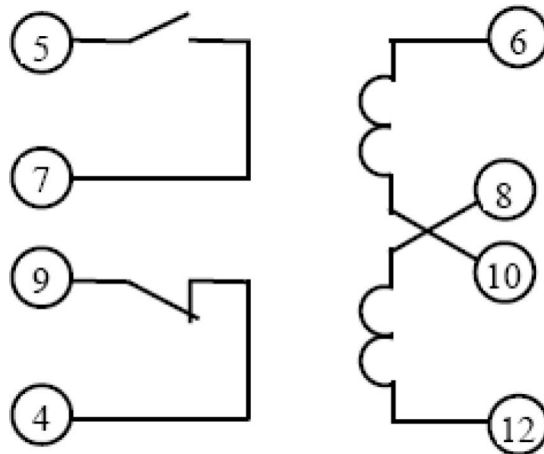


Рис. 2. Схема внутренних соединений реле РТ-40

Реле имеет один замыкающий и один размыкающий контакт. Для более четкой работы контактов подвижные контакты выполнены свободно поворачивающимися. Неподвижные контакты приварены к плоским бронзовым пружинам, перемещение которых ограничивается гибкими наружными и жесткими внутренними пружинами.

Все узлы реле смонтированы на рамке-основании 2 из алюминиевого сплава (рис. 1), укрепленной на пластмассовом цоколе реле, и закрыты прозрачным полистирольным кожухом. Крепление кожуха к цоколю производится пружинными замками.

Погрешность тока срабатывания реле по отношению к уставке не превышает  $\pm 5\%$ , разброс тока срабатывания не более 4% на любой уставке.

Коэффициент возврата реле  $k_{\text{возв}} = \frac{I_{\text{возв}}}{I_{\text{сраб}}}$  не ниже 0,85 на первой уставке и

не ниже 0,8 на остальных, за исключением реле РТ-40/50 и РТ-40/100, у которых коэффициент возврата не ниже 0,7 на всех уставках.

Время срабатывания реле не более 0,1 с при токе, равном  $1,2 \cdot I_{\text{сраб}}$ , и не более 0,03 с при токе  $3,0 I_{\text{сраб}}$ .

Время возврата реле при скачкообразном уменьшении тока в обмотках реле 1,2 – 20-кратного значения тока срабатывания до  $0,7 I_{\text{сраб}}$  (у реле РТ-40/50 и РТ-40/100 – до  $0,6 \cdot I_{\text{сраб}}$ ) не более 0,035 с контакта реле средней мощности.

### СХЕМА ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Принципиальная электрическая схема установки испытания реле максимального тока приведена на рис. 3. При выполнении данной лабораторной работы необходимо выполнить несколько опытных срабатываний реле, значения записать в табл.1.

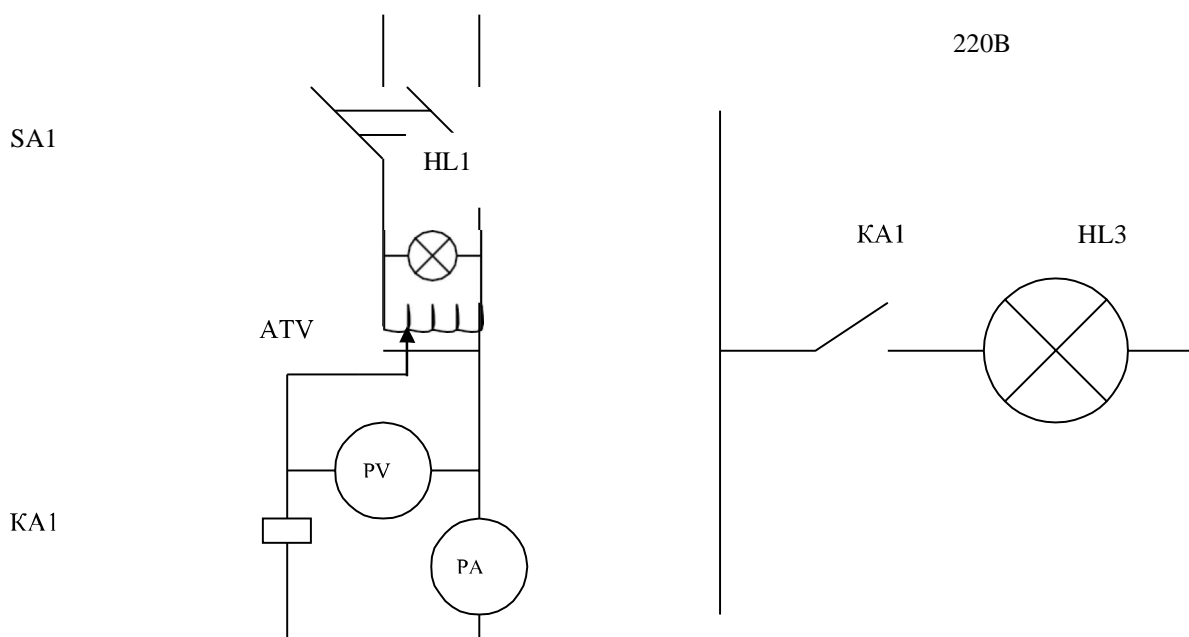


Рис. 3. Принципиальная электрическая схема установки

Схема подключается к электрической сети переменного тока напряжением 220 В. Выключаем реле SA1(A1) и загорается лампочка HL1 (см. рис. 4). Изменение тока в цепи осуществляется с помощью лабораторного автотрансформатора АТ. С помощью амперметра PA1 определяется величина тока при срабатывании и возврате реле тока РТ-40, полученные значения записываются в табл. 1. Срабатывание реле определяется с помощью сигнальной лампы HL3, включенной в цепь нормального открытого контакта реле.

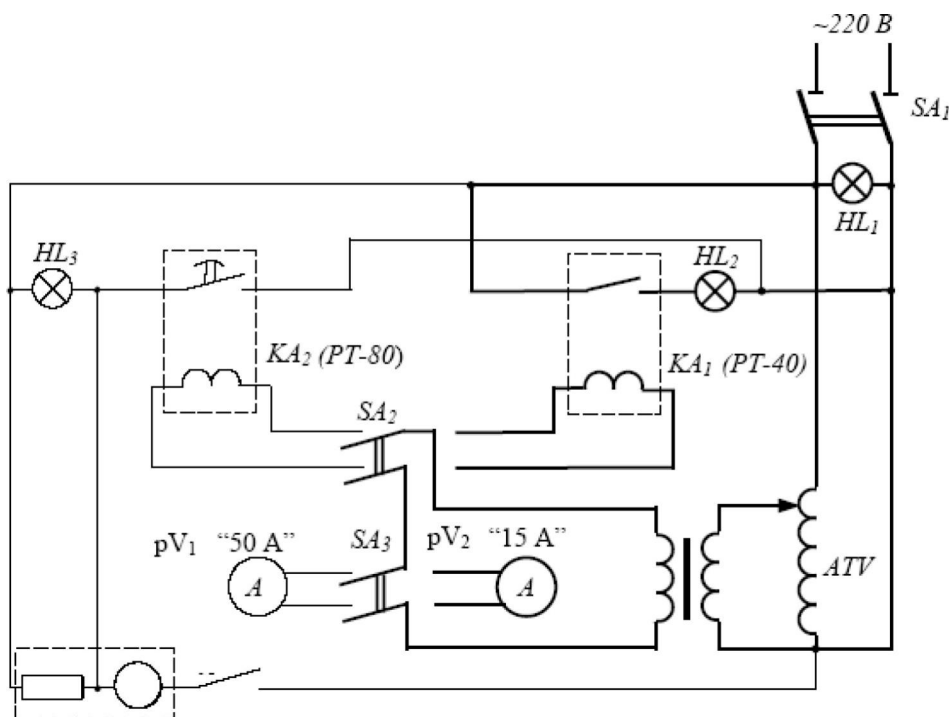


Рис. 4. Принципиальная схема испытания

Схема подключается к электрической сети переменного тока напряжением 220 В выключателем  $SA_1$  (загорается лампочка  $HL_1$ ). Изменение тока в катушках реле осуществляется с помощью лабораторного автотрансформатора  $ATV$ . Трансформатор  $TV$  220/12 В позволяет получить большие токи в катушках реле. Переключателем  $SA_2$  подключается электромагнитное реле. Срабатывание реле РТ-40 контролируется загоранием лампочки  $HL_2$ .

Ток в катушке электромагнитного реле измеряется амперметрами  $PA_1$  и  $PA_2$  с несколькими пределами. Переключение осуществляется переключателем  $SA_3$ .

## ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

При включенном лабораторном стенде на схему управления подается напряжение 220 В. Других опасных для жизни напряжений при нормальной работе на стенде не имеется. Изменение уставок срабатывания исследуемого реле должно производиться только при отключенном стенде. В случае аварии необходимо перевести выключатель питания стенда  $SA_1$  в нижнее положение. Повторное включение разрешается только лаборанту или преподавателю.

## РАБОЧЕЕ ЗАДАНИЕ

1. Изучите конструкцию реле РТ-40.
2. Экспериментально определите и представьте в виде графиков тарировочные характеристики  $I_{сраб} = f(I_{уст})$ ,  $I_{возв} = f(I_{уст})$ ,  $K_{возв} = f(I_{уст})$  (всего три зависимости).

## МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Включение стенда и подготовка к работе.

Перед включением стенда установите переключатели  $SA_2$  и  $SA_3$  в нужное положение. Включите выключатель  $SA_1$  (загорается лампочка  $HL_1$ ).

Изменение уставок тока срабатывания  $I_{уст}$  реле РТ-40 производится поворотом указателя на шкале.

Переключатель  $SA_2$  переведите вправо. Для измерения тока срабатывания вращайте рукоятку автотрансформатора  $ATV$  по часовой стрелке до момента срабатывания реле (загорается лампочка  $HL_2$ ), а амперметр показывает величину тока срабатывания. Для определения тока возврата необходимо вращать рукоятку автотрансформатора в обратном направлении до момента возврата реле в первоначальное состояние (гаснет лампочка  $HL_2$ ). Ток возврата определяется по амперметру.

Полученные данные сведите в табл. 1. Опыт повторите для каждого оцифрованного деления шкалы.

Таблица 1

$I_{уст}$	$I_{сраб}, А$	$I_{возв}, А$	$k_{возв}$	Соединение обмоток
				Последовательное соединение обмоток
				Параллельное соединение обмоток

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Для чего предназначены реле максимального тока?
2. Опишите принцип действия устройства реле максимального тока РТ-40.
3. Опишите принцип работы реле максимального тока РТ-40.
4. Что характеризует коэффициент возврата реле и почему он меньше единицы?

## Задача

### Задача № 1 Электрические и электронные аппараты

## **РАЗДЕЛ 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

### *1.1 Категории надежности электроприемников*

В отношении обеспечения надежности электроснабжения электроприемники (ЭП) разделяются на следующие три категории:

Электроприемники I категории - ЭП, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой: опасность для жизни людей, значительный ущерб народному хозяйству; повреждение дорогостоящего основного оборудования, массовый брак продукции, расстройство сложного технологического процесса, нарушение функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства.

Из их состава выделяется особая группа ЭП, бесперебойная работа которых необходима для безаварийного останова производства с целью предотвращения угрозы жизни людей, взрывов, пожаров и повреждения дорогостоящего основного оборудования.

Электроприемники II категории - ЭП, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому недоотпуску продукции, массовым простоям рабочих, механизмов и промышленного транспорта, нарушению нормальной деятельности значительного количества городских и сельских жителей.

Электроприемники III категории - все остальные ЭП, не подходящие под определения I и II категорий.

### *1.2 Режимы работы электроприемников*

По режимам работы ЭП могут быть подразделены на группы по сходству режимов, т.е. по сходству графиков нагрузки.

Различают три характерные группы ЭП:

1) ЭП, работающие в режиме продолжительной или мало меняющейся нагрузки (ДР). В этом режиме электрические машины и аппараты могут работать длительное время без превышения температуры отдельных частей машины или аппарата выше допустимой.

2) ЭП, работающие в режиме кратковременной (КР) нагрузки. В этом режиме рабочий период машины или аппарата не настолько длителен, чтобы температура отдельных частей машины или аппарата могла достигнуть установившегося значения, а период их остановки таков, что они успевают охладиться до температуры окружающей среды.

3) ЭП, работающие в режиме повторно-кратковременной (ПКР) нагрузки. В этом режиме кратковременные рабочие периоды номинальной нагрузки машины или аппарата чередуются с кратковременными периодами отключения (паузами).

## 2.1 Расчет силовой нагрузки трехфазных потребителей Порядок

### расчета

1. Определяем среднесменную активную нагрузку ( $P_{см}$ ) группы потребителей, подключенных к узлу питания напряжением до 1кВ с помощью коэффициента использования из выражения

$$P_{см} = \sum_{i=1}^n k_{и,i} \cdot P_{н,i}, \quad (1)$$

где  $P_{н,i}$  - активная номинальная мощность  $i$  - го ЭП;

$k_{и,i}$  - коэффициент использования активной мощности.

Для потребителей, работающих в повторно-кратковременном режиме

$$P_{н} = P_{п} \cdot \sqrt{ПВ}, \quad (2)$$

где  $P_{п}$  - паспортная мощность, кВт;

$ПВ$  - продолжительность включения, в долях единиц.

2. Определяем эффективное число ЭП ( $n_{эф}$ ) (такое число однородных по режиму работы электроприемников одинаковой мощности, которое обуславливает те же значения расчетной нагрузки, что и группа различных по мощности ЭП):

$$n_{эф} = \frac{2 \cdot \sum_{i=1}^n P_{н,i}}{P_{н,max}}, \quad (3)$$

где  $P_{н,max}$  - номинальная мощность наиболее мощного приемника группы.

В случае, когда  $P_{н,max} / P_{н,min} \leq 3$ , принимают  $n_{эф}$  равным  $n$  – действительному числу приемников электроэнергии. Здесь  $P_{н,min}$  - номинальная мощность наименее мощного ЭП.

3. Определяем расчетный коэффициент  $k_p$  (приложение Е)

4. Определяем расчетную активную нагрузку по выражению:

$$P_p = k_p P_{см}. \quad (4)$$

Для электроприемников, работающих в длительном режиме

$$P_p = P_{см}. \quad (5)$$

5. Определяем расчетную реактивную нагрузку в зависимости от эффективного числа приемников  $n_{эф}$

при  $n_{эф} \leq 10$   $Q_p = 1,1 \cdot P_{см} \cdot \operatorname{tg} \varphi_i$ ; (6)

при  $n_{эф} > 10$   $Q_p = P_{см} \cdot \operatorname{tg} \varphi_i$ . (7)

6. Полная расчетная мощность определяется

$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}$ . (8)

**Пример 1.** Рассчитать силовую нагрузку механического цеха:

Таблица 1 – Исходные данные для примера 1

№ п/п	Тип станков	Мощность, $P_n$ , кВт	Коли-во, $n$ , шт.	$k_n$	$\cos \varphi$
1	Токарные станки	12	5	0,2	0,65
		5	16		
2	Строгальные станки	5	11	0,2	0,65
		9	4		
3	Долбежные станки	2,7	10	0,2	0,65
		5,4	5		
4	Фрезерные станки	6	2	0,2	0,65
		12	4		
5	Сверлильные станки	5	4	0,2	0,65
		10	2		
6	Карусельные станки	30	6	0,2	0,65
7	Точильные станки	11	10	0,2	0,65
8	Шлифовальные станки	26	1	0,2	0,65
		31	5		
9	Вентиляторы	7	5	0,7	0,8
		10	4		
10	Кран-балка: ПВ = 40%	$P_{пасп} = 10$ кВт	1	0,1	0,5
		$P_{пасп} = 22$ кВт;	2		

Решение:

1. По формуле (1) определяем среднесменную мощность для ЭП, работающих в одинаковом режиме и с одинаковым  $k_n$ .

1 группа – токарные, строгальные, долбежные, фрезерные, сверлильные, карусельные, точильные, шлифовальные станки ( $k_n = 0,2$ ;  $\cos \varphi = 0,65$ ;  $\operatorname{tg} \varphi = 1,17$ );

2 группа - вентиляторы ( $k_n = 0,7$ ;  $\cos \varphi = 0,8$ ;  $\operatorname{tg} \varphi = 0,75$ );

3 группа - кран-балка ( $k_n = 0,1$ ;  $\cos \varphi = 0,5$ ;  $\operatorname{tg} \varphi = 1,73$ ).

$$1 \text{ гр. } P_{\text{см. 1}} = 0,2 (12 \cdot 5 + 5 \cdot 16 + 5 \cdot 11 + 9 \cdot 4 + 2,7 \cdot 10 + 5,4 \cdot 5 + 6 \cdot 2 + 12 \cdot 4 + 5 \cdot 4 + 10 \cdot 2 + 30 \cdot 6 + 11 \cdot 10 + 26 \cdot 1 + 31 \cdot 5) = 160 \text{ кВт.}$$

$$2 \text{ гр. } P_{\text{см. 3}} = P_p = 0,7 (7 \cdot 5 + 10 \cdot 4) = 52,5 \text{ кВт.}$$

$$3 \text{ гр. } P_{\text{см. 4}} = 0,1 \cdot (\sqrt{14} \cdot 1 + 22 \cdot 2) = 3,42 \text{ кВт.}$$

2. Определяем эффективное число ЭП по группам (формула (3)) в зависимости от отношения  $P_{\text{н, max}} / P_{\text{н, min}}$ .

$$1 \text{ гр. } n_{3\text{ЭФ}} = \frac{2 \cdot 800}{3} = 52 \text{ шт.}$$

2 гр. Т.к.  $P_{\text{см. 2}} = P_p$ , то  $n_{\text{эф}}$  не определяем.

3 гр. Т.к.  $P_{\text{н, max}} / P_{\text{н, min}} < 3$ , то  $n_{\text{эф}} = n = 3$  шт.

3. Определяем расчетный коэффициент  $k_p$  (по приложению Е)

$$1 \text{ гр. } n_{\text{эф}} = 52 \text{ шт.}; k_p = 1,0.$$

$$3 \text{ гр. } n_{\text{эф}} = 3 \text{ шт.}; k_p = 4,05.$$

4. По формуле (4) определяем расчетную активную мощность

$$1 \text{ гр. } P_{p1} = 1,0 \cdot 160 = 160 \text{ кВт};$$

$$3 \text{ гр. } P_{p2} = 3,42 \cdot 4,05 = 13,85 \text{ кВт.}$$

Активная суммарная нагрузка по механическому цеху составляет  $P_{p \Sigma \text{ мех. цеха}}$

$$= 160 + 52,5 + 13,85 = 226,35 \text{ кВт.}$$

5. Определяем расчетную реактивную мощность  $Q_p$  по формуле (6) и

(7) в зависимости от  $n_{\text{эф}}$

$$1 \text{ гр. } Q_{p1} = 160 \cdot 1,17 = 187,2 \text{ квар};$$

$$2 \text{ гр. } Q_{p1} = 1,1 \cdot 52,5 \cdot 0,75 = 43,31 \text{ квар};$$

$$3 \text{ гр. } Q_{p1} = 1,1 \cdot 3,42 \cdot 1,73 = 6,51 \text{ квар.}$$

Реактивная суммарная нагрузка по механическому цеху составляет  $Q_{p \Sigma \text{ мех. цеха}}$

$$= 187,2 + 43,31 + 6,51 = 237,05 \text{ квар.}$$

6. Определяем полную мощность по формуле (8)

$$S_{p \Sigma \text{ мех. цеха}} = \sqrt{226,35^2 + 237,05^2}$$

### Контрольное задание №1

Определить силовую нагрузку в механическом цехе. Исходные данные для расчета приведены в приложении А.

Приложение А

Потребители электроэнергии механического цеха

Вариант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Наименование потребителей	Количество потребителей																								
1. Токарные: $k_{д} = 0,2$ ; $\cos\varphi = 0,65P_{н} = 12$ кВт $P_{н} = 5$ кВт	8	7	12	15	-	-	5	-	30	-	-	8	-	-	3	20	-	-	10	1	-	4	2	-	6
	5	4	-	4	18	40	-	1	-	16	1	11	1	-	4	8	4	2	-	-	10	20	4	-	7
2. Строгальные: $k_{д} = 0,2$ ; $\cos\varphi = 0,65P_{н} = 5$ кВт $P_{н} = 9$ кВт	8	-	6	2	-	16	40	-	11	-	1	-	-	-	4	-	-	-	25	3	-	10	15	-	15
	8	-	9	2	4	-	-	4	-	13	4	7	2	1	6	10	2	3	10	-	5	-	8	1	-
3. Долбежные: $k_{д} = 0,2$ ; $\cos\varphi = 0,65P_{н} = 2,7$ кВт $P_{н} = 5,4$ кВт	3	10	5	-	10	-	-	-	10	-	20	14	2	-	8	12	7	-	-	-	16	19	-	12	10
	2	5	-	8	-	10	5	-	-	15	-	-	4	-	1	-	4	2	-	8	10	15	-	6	10
4. Фрезерные: $k_{д} = 0,2$ ; $\cos\varphi = 0,65P_{н} = 6$ кВт $P_{н} = 12$ кВт	5	10	2	-	8	-	30	10	-	17	15	6	16	-	-	4	10	5	-	7	3	4	-	3	20
	8	4	10	-	3	20	4	-	3	2	5	-	9	7	14	-	6	4	5	14	-	7	6	5	-
5. Сверлильные: $k_{д} = 0,2$ ; $\cos\varphi = 0,65P_{н} = 1$ кВт $P_{н} = 5$ кВт $P_{н} = 10$ кВт	-	8	4	14	-	5	-	10	5	18	11	-	7	12	-	-	40	6	-	14	12	16	10	-	30
	10	6	9	8	24	-	-	6	-	5	2	3	11	-	-	4	10	12	8	20	6	-	14	6	8
	6	2	2	3	3	2	5	-	2	7	-	3	4	6	40	1	4	13	9	-	2	30	8	2	-
6. Карусельные: $k_{д} = 0,2$ ; $\cos\varphi = 0,65P_{н} = 30$ кВт $P_{н} = 33$ кВт	3	-	2	6	-	-	1	-	4	3	-	4	3	-	5	2	-	4	2	-	-	4	-	2	5
	-	8	-	-	-	-	-	9	-	-	10	-	-	13	-	-	1	-	-	3	10	-	3	-	-

Вариант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Наименование потребителей	Количество потребителей																								
7. Точильные: $k_n = 0,2; \cos\phi = 0,65; P_n = 3 \text{ кВт}$ $P_n = 11 \text{ кВт}$	-	6	12	4	10	1	2	-	3	-	-	20	15	2	30	14	7	9	5	-	-	-	8	18	-
	2	-	3	5	17	-	-	15	-	-	-	8	10	-	-	4	19	12	-	10	-	-	6	26	-
8. Шлифовальные: $k_n = 0,2; \cos\phi = 0,65$ $P_n = 15 \text{ кВт}$ $P_n = 26 \text{ кВт}$ $P_n = 31 \text{ кВт}$	4	6	12	5	20	-	4	-	-	8	2	5	1	-	1	4	12	-	-	6	2	10	-	7	5
	3	5	-	-	1	10	-	1	4	6	7	-	-	4	3	-	5	1	3	4	5	-	2	3	10
	1	4	5	2	-	-	3	1	2	-	-	6	4	3	2	5	-	-	2	3	1	-	4	2	3
9. Вентиляторы: $k_n = 0,7; \cos\phi = 0,8$ $P_n = 7 \text{ кВт}$ $P_n = 10 \text{ кВт}$	2	-	-	4	3	5	1	-	4	3	5	2	3	-	1	3	3	6	-	-	6	5	4	1	2
	2	1	9	-	-	2	2	7	3	-	-	3	4	10	4	5	-	-	7	15	-	2	3	1	-
10. Кран-балка: ПВ=40%, $k_n = 0,1; \cos\phi = 0,5$ $P_{\text{искл.}} = 10 \text{ кВт}$ $P_{\text{искл.}} = 22 \text{ кВт}$	2	4	-	3	2	-	5	-	1	-	4	6	8	-	2	3	-	-	-	3	2	7	-	-	4
	4	1	6	-	-	5	2	-	-	1	-	-	1	-	-	-	2	3	4	-	-	-	6	3	-



Тест

*Тесты модуль №1 Электрические и электронные аппараты*

**Ф.И.О.**-----

**Учебная группа**-----

**1. Задание №1**

Отметьте правильный ответ

Электроустановки напряжением до 1 кВ защищают

- предохранители
- выключатели
- автоматические выключатели
- выключатели нагрузки

**2. Задание №2**

Отметьте правильный ответ

Защитная характеристика предохранителя определяется

- зависимостью времени от температуры
- времятоковой зависимостью
- температурой в зависимости от тока

**3. Задание №3**

Отметьте правильный ответ

Защитная характеристика предохранителя

- расположена выше перегрузочной характеристики объекта защиты
- лежит ниже перегрузочной характеристики объекта
- совпадает с характеристикой объекта защиты

**4. Задание №4**

Отметьте правильный ответ

Предохранители защищают

- от аварийных токов
- от понижения напряжения
- от повышения напряжения

**5. Задание №5**

Отметьте правильный ответ

Предохранители отключают электроустановку

- при пуске двигателей
- при перегрузке
- при реверсе двигателей
- при тяжелых условиях пуска двигателей

**6. Задание №6**

Отметьте правильный ответ

Предохранители проверяют

- по электродинамической стойкости
- по термической стойкости

- по отключающей способности

### **7. Задание №7**

Отметьте правильный ответ

Токоограничивающие предохранители отключают

- установившийся ток КЗ  
 ток, меньший установившегося тока КЗ  
 ток, больший установившегося тока КЗ

### **8. Задание №8**

Отметьте правильный ответ

Автоматические выключатели применяют в электроустановках

- до 1 кВ  
 до 6 кВ  
 до 10 кВ

### **9. Задание №9**

Отметьте правильный ответ

Органами защиты в автоматах являются

- контакты  
 дугогасительные устройства  
 расцепители

### **10. Задание №10**

Отметьте правильный ответ

Автоматы не предназначены

- для защиты от КЗ  
 для отключения при понижении напряжения  
 для автоматической коммутации нагрузочных токов

Дата \_\_\_\_\_

Подпись \_\_\_\_\_

### **Для промежуточной аттестации:**

Вопросы к экзамену по курсу  
«Электрические и электронные аппараты»

1. Способы гашения электрической дуги. Воздействие на столб электрической дуги. Виды щелей дугогасительных устройств.
2. Способы гашения электрической дуги. Перемещение дуги под воздействием магнитного поля.
3. Способы гашения электрической дуги. Гашение дуги с помощью дугогасительной решетки. Виды дугогасительных решеток.
4. Способы гашения электрической дуги. Гашение дуги высоким давлением. Область применения.

5. Способы гашения электрической дуги. Гашение дуги в потоке сжатого воздуха. Область применения.
6. Способы гашения электрической дуги. Гашение дуги элегазом. Преимущества элегаза.
7. Способы гашения электрической дуги. Гашение дуги в трансформаторном масле.
8. Способы гашения электрической дуги. Гашение дуги в вакуумной среде.
9. Способы гашения электрической дуги. Гашение дуги с помощью полупроводниковых приборов.
10. Электрические аппараты высокого напряжения. Назначения и основные типы.
11. Выключатели переменного тока высокого напряжения. Назначение. Номинальный ток отключения. Основные требования, предъявляемые к выключателям высокого напряжения. Условия выбора. Использование АПВ.
12. Классификация высоковольтных выключателей по виду дугогасительной среды и изоляции межконтактного промежутка.
13. Конструкция и принцип действия малообъемных масляных выключателей. Достоинства и недостатки. Условия выбора. Сравнение с другими высоковольтными выключателями.
14. Конструкция и принцип действия вакуумных выключателей. Достоинства и недостатки. Условия выбора. Сравнение с другими высоковольтными выключателями.
15. Конструкция и принцип действия воздушных выключателей. Достоинства и недостатки. Условия выбора. Сравнение с другими высоковольтными выключателями.
16. Конструкция и принцип действия элегазовых выключателей. Достоинства и недостатки. Условия выбора. Сравнение с другими высоковольтными выключателями.
17. Выключатели нагрузки. Назначение, конструктивное исполнение и принцип действия выключателей нагрузки. Условия выбора.
18. Разъединители. Назначение. Конструктивное исполнение. Принцип действия. Условия выбора.
19. Отделители. Назначение. Конструктивное исполнение. Принцип действия. Условия выбора. Совместная работа отделителей и короткозамыкателей.
20. Короткозамыкатели. Назначение. Конструктивное исполнение. Принцип действия. Условия выбора. Совместная работа короткозамыкателей и отделителей.
21. Реакторы. Назначение. Конструктивное исполнение. Принцип действия. Условия выбора. Сдвоенные реакторы.
22. Трансформаторы тока. Назначение. Конструктивное исполнение. Принцип действия. Условия выбора.

23. Трансформаторы напряжения. Назначение. Конструктивное исполнение. Принцип действия. Условия выбора.
24. Разрядники: назначение, конструкция, принцип действия. Вентильные и трубчатые разрядники.
25. Нелинейные ограничители перенапряжения: назначение, конструкция, принцип действия.