#### МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

# Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

# Ивановский государственный энергетический университет имени В. И. Ленина (ИГЭУ)

УТВЕРЖДАН
Декан факультета заочного и вечернего обучения (ФЗВС
Н. И. Дюповки
«»2012 :

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

#### «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ АППАРАТЫ»

Квалификация (степень) вып	ускника Бакалавр
Профин подготорки Эпок	(бакалавр, магистр)
Профиль подготовки <u>Элек</u>	ропривод и автоматика
Форма обучения Заочная	
	(очная, заочная и др.)
Форма обучения Заочная	
	(очная, заочная и др.) Электропривод и автоматизация промышленных устано
	* * * * * * * * * * * * * * * * * * * *

Семестр	Трудоем- кость з.е./ час.	Лек- ций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	КоР, КП, КуР, РГР	СРС, час	Форма итогового (рубежного) контроля (экзамен/зачет)
7	3/108	6	4	8	РГР	86 + 4	Зачет
8	3/108	6	_	8	КоР	85 + 9	Экзамен
Итого	6/216	12	4	16		184	

Рабочая программа дисциплины (РПД) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению подготовки 140400 — Электроэнергетика и электротехника с учетом рекомендаций ПрООП по профилю подготовки «Электропривод и автоматика»

Программу состави	или:		
	кафедра «Электропривод и ав	втоматизация промышленных	установок» (ЭП и АПУ)
	-	Соломаничев	М. А., ст. преподаватель
Рецензент(ы):			
Программа одобре	ена на заседании кафедры (УМС	С): зация промышленных установ	OKN
(протокол №		ация промышленных установ	UK"
Председатель цикл	повой методической комиссии З	ЭМФ:	
			Морозов Н А лоцент

#### СОДЕРЖАНИЕ

- 1. Цели освоения дисциплины.
- 2. Место дисциплины в структуре ООП ВПО.
- 3. Структура и содержание дисциплины.
- 4. Формы контроля освоения дисциплины.
- 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.
- 6. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Приложение 1. Аннотация рабочей программы дисциплины.

«Электрические и электронные аппараты».

Приложение 2. Технологии и формы преподавания.

Приложение 3. Технологии и формы обучения.

Приложение 4. Оценочные средства и методики их применения.

Приложение 5. Образец задания расчетно-графической работы.

Приложение 6. Образец задания контрольной работы.

Приложение 7. Образцы билетов зачета.

Приложение 8. Образцы билетов экзамена.

#### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение следующих результатов образования (РО):

#### Знания на уровне представлений:

- основ цифровой электроники;
- общей теории электрических аппаратов;

#### на уровне воспроизведения:

- типовых элементов цифровой электроники и основных устройств на их основе;
- методов расчета электромагнитных электрических аппаратов, схем их включения и методов их настройки;

#### на уровне понимания:

- систем счисления и двоичной арифметики;
- принципов построения основных блоков ЭВМ;
- работы электромагнитов постоянного и переменного тока;
- работы электрических контактов и процесса дугогашения.

#### Умения теоретические:

- решать типовые задачи цифровой электроники;
- решать типовые задачи расчета обмоток электромагнитов;

#### практические:

- проводить сборку, проверку и наладку типовых цифровых устройств;
- настраивать схемы релейно-контактной автоматики.

#### Навыки:

- составление и чтение принципиальных электрических схем;
- использование измерительных приборов и осциллографа при проверке и наладке типовых устройств.

Перечисленные РО являются основой для формирования следующих компетенций (в соответствии с  $\Phi \Gamma OC$  ВПО и требованиями к результатам освоения основной образовательной программы (OOП)):

#### Общекультурных:

- способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-1);
  - готовность к кооперации с коллегами, работе в коллективе (ОК-3);
- готовность к самостоятельной, индивидуальной работе, принятию решений в рамках своей профессиональной компетенции (ОК-7);
- способность и готовность осуществлять свою деятельность в различных сферах общественной жизни с учетом принятых в обществе моральных и правовых норм (ОК-8).

#### Профессиональных:

- способность разрабатывать простые конструкции электроэнергетических и электротехнических объектов (ПК-9);
- способность применять способы графического отображения геометрических образов изделий и объектов электрооборудования, схем и систем (ПК-12);
- способность использовать технические средства для измерения основных параметров электроэнергетических и электротехнических объектов и систем и происходящих в них процессов (ПК-18);
- готовность участвовать в исследовании объектов и систем электроэнергетики и электротехники (ПК-38);
- готовность изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования (ПК-39);
  - готовность планировать экспериментальные исследования (ПК-40);
  - готовность понимать существо задач анализа и синтеза объектов в технической среде (ПК-41);
  - готовность участвовать в составлении научно-технических отчетов (ПК-42);
- способность применять методы испытаний электрооборудования и объектов электроэнергетики и электротехники (ПК-43);
- способность выполнять экспериментальные исследования по заданной методике, обрабатывать результаты экспериментов (ПК-44);

готовность использовать технические средства испытаний технологических процессов и изделий (ПК-45).

#### Профильно-специализированных (ПСК):

- готовность проводить эскизное проектирование отдельных узлов низковольтных комплектных устройств (НКУ) и электропривода (ЭП) в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных методов (ПСК-3);
- готовность составлять техническую документацию, а также установленную отчетность по утвержденным формам (ПСК-8).

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Дисциплина «Электрические и электронные аппараты» относится к профессиональному циклу дисциплин. Ее изучение базируется на глубоком знании курсов физики, теоретических основ электротехники, электроники. Знания, полученные при изучении дисциплины, необходимы для изучения профилирующих дисциплин данного направления (курсов «Системы управления электроприводов», «Векторное управление электроприводом переменного тока», «Компьютерное и МП управление в электроприводе»), а также для курсового и дипломного проектирования и практической деятельности.

В результате изучения дисциплины «Электрические и электронные аппараты» студент должен:

**знать**: электрические и электронные аппараты, как средства управления режимами работы, защиты и регулирования параметров электротехнических и электроэнергетических систем; физические явления в электрических аппаратах и основы их теории;

**уметь**: применять, эксплуатировать и производить выбор электрических и электронных аппаратов; формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде научно-технического отчета с его публичной защитой;

**владеть**: навыками исследовательской работы в области электрических и электронных аппаратов; методами расчета параметров релейной защиты и автоматики.

В табл. 1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций, заявленных в разд. 1.

Γ	аблица	1
•	иолици	

Наименование компетенции	Предшествующие	Последующие
	дисциплины	дисциплины
Общекультурные компетенции	Истор окон пануоло	
– способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-1)	Истор., экон., психология, экон. и орг. произв., информ., физика, химия, теор. и прикл. механика, объекториен. прогр., ТОЭ, ЭМ, БЖД, ИГ, электроника, введ. в специальность	СУЭП, комп. и МП упр. в ЭП, ЭП в совр. технолог., вект. упр. ЭП пер. тока, ЭТПМ, ВАЭП, проект. ЭП и автоматики
- готовность к кооперации с коллегами, работе в коллективе (OK-3)	Психология, рус. яз. и культ. речи, экон. и орг. произв-ва, комп. техн. в матем. и техн. расч., прикл. мех., электр-ка,	ЭП в совр. технолог., СУЭП, комп. и МП упр. в ЭП, вект. упр. ЭП пер. тока, ЭП и прогр. управ. станк., управл. движ. пром. манип., ЭТПМ, ВАЭП, проект. ЭП и авт.
<ul> <li>готовность к самостоятельной, индивидуальной работе, принятию решений в рамках своей профессиональной компетенции (ОК-7)</li> </ul>	Психология, экон. и орг. произв-ва, информ., физика, теор. и прикл. мех., объкториент. прогр., ЭМ, БЖД, электроника	СУЭП, комп. и МП упр. в ЭП, ЭП в совр. технолог., вект. упр. ЭП пер. тока, ЭП и прогр. управ. станк., ЭТПМ, ВАЭП, проект. ЭП и автом., монт. и нал. ЭП и автом.
- способность и готовность осуществлять свою деятельность в различных сферах общественной жизни с учетом принятых в обществе моральных и правовых норм (ОК-8)	Экон., социол., политол., правовед., электроника, прикл. мех., введ. в спец.	СУЭП, ЭТПМ, ВАЭП, проект. ЭП и автомат.

		Окончание табл. 1
Наименование компетенции	Предшествующие	Последующие
Tigniciobaline Romicientini	дисциплины	дисциплины
Профессиональные компетенции	1	
<ul> <li>способность разрабатывать простые конструкции электроэнер- гетических и электротехнических объектов (ПК-9)</li> </ul>	Теор. и прикл. механика, электр. техн. и констр. матер., ИГ	ЭП в совр. технологиях, ЭТПМ, ВАЭП
- способность применять способы графического отображения геометрических образов изделий и объектов электрооборудования, схем и систем (ПК-12)	ИГ, введ. в спец.,	Сист. автоматиз. техн. проц., проект. ЭП и автомат., произв. практ.
<ul> <li>способность использовать технические средства для измерения основных параметров электроэнергетических и электротехниче- ских объектов и систем и происходящих в них процессов (ПК-18)</li> </ul>	Метрология	Сист. автоматиз. техн. проц., вект. упр. ЭП пер. тока, ЭТПМ, ВАЭП, произв. практика
<ul> <li>готовность участвовать в исследовании объектов и систем электроэнергетики и электротехники (ПК-38)</li> </ul>	Комп. техн. в матем. и техн. расчетах, ТОЭ, ЭМ, общ. энергетика, модел. ЭП,	Вект. упр. ЭП пер. тока, ЭП и прогр. управление станк., управл. движ. промышл. манип.
– готовность изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования (ПК-39)	Ин. яз., введ. в спец.,	Управл. движ. промышл. манипуляторов
<ul> <li>готовность планировать экспериментальные исследования (ПК-40)</li> </ul>	ЭМ	СУЭП, вект. упр. ЭП пер. тока, ЭП и прогр. управл. станками, проект. ЭП и автоматики, произв. практика
<ul> <li>готовность понимать существо задач анализа и синтеза объектов в технической среде (ПК-41)</li> </ul>	МОТАУ, теор. механика, комп. техн. в матем. и техн. расчетах, теор. осн. синерг. управл., ТАУ, моделирование ЭП	СУЭП, ЭП в совр. техн., вект. упр. ЭП пер. тока, ЭП и прогр. управление станками, управл. движ. пром. манип., ЭТПМ, ВАЭП, проект. ЭП и автоматики
<ul> <li>готовность участвовать в составлении научно-технических отчетов (ПК-42)</li> </ul>	тоэ, эм, иг	Вект. упр. ЭП пер. тока, ЭТПМ, ВАЭП, проект. ЭП и автоматики
<ul> <li>– способность применять методы испытаний электрооборудования и объектов электроэнергетики и электротехники (ПК-43)</li> </ul>	тоэ, эм	ЭП и прогр. управление станками, монт. и нал. ЭП и автоматики
- способность выполнять экспериментальные исследования по заданной методике, обрабатывать результаты экспериментов (ПК-44)	Физика, МОТАУ, теор. механика, ТОЭ, ЭМ, общ. энергетика, электр., метрология,	СУЭП, ЭП в совр. техн., вект. упр. ЭП пер. тока
- готовность использовать технические средства испытаний технологических процессов и изделий (ПК-45)	электр. техн. и констр. матер.,	Вект. упр. ЭП пер. тока, ЭТПМ, ВАЭП
Профильно-специализированные компетенции		
- готовность проводить эскизное проектирование отдельных узлов низковольтных комплектных устройств (НКУ) и электропривода (ЭП) в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных методов (ПСК-3)	Теор. и прикл. механика, комп. техн. в матем. и техн. расчетах, ИГ, электроника, введ. в спец.	СУЭП, вект. упр. ЭП пер. тока, ЭТПМ, ВАЭП, проект. ЭП и автоматики
<ul> <li>готовность составлять техническую документацию, а также установленную отчетность по утвержденным формам (ПСК-8)</li> </ul>	Физика, инф. техн. в ЭП, ТОЭ, ЭМ, ИГ, электрон., метрология, введение в спец.,	СУЭП, ЭП в совр. техн., вект. упр. ЭП пер. тока, ЭП и прогр. управ. стан., ЭТПМ, ВАЭП, проект. ЭП и автоматики, монт. и нал. ЭП и автоматики

# 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Электрические и электронные аппараты», входящей в образовательную программу под индексом БЗ.В.8, составляет 6 зачетных единиц (216 часов) (табл. 2).

т	_	_				$\mathbf{a}$
ı	а	O.	ЛИ	П	1	2

1 аоли	ща 2						
		Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы					
№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС (РГР, контр. раб., зачет, экзамен)	Всего часов	
	7 семестр (част	<b>5</b> 1)					
1	Общие сведения об электрических аппаратах. Электромагниты постоянного и переменного тока. Электромагнитные реле. Контакторы и магнитные пускатели	3	2	2 + 2	78	87	
2	Электрические контакты и дугогашение. Нагрев электрических аппаратов	1	1	_	-	2	
3	Защитные электрические аппараты. Магнитные усилители	2	1	2 + 2	8	15	
_	Зачет по дисциплине	-	1	1	4	4	
	ИТОГО:	6	4	8	90	108	
	8 семестр (част	5 2)					
4	Общие сведения об электронных аппаратах. Коды и двоичная арифметика	1	_	_	_	1	
5	Логические функции и элементы. Типовые комбинационные устройства	3	ı	4 + 4	81	92	
6	Последовательностные устройства (конечные автоматы). Микропроцессоры и микро-ЭВМ	2	_	_	4	6	
_	Экзамен по дисциплине	-		-	9	9	
	ИТОГО:	6	-	8	94	108	
ИТОГО по дисциплине: 12 4 16 184					216		

#### 3.1. Лекции

В табл. 3 указаны объем и тематика лекций по основным разделам дисциплины.

Га	۲.	ш	ıτα	3
I	() I	IИ	па	•

Таблица 3						
Номер раздела дисц.	Объем, часов	Тема лекции				
		7 семестр (часть 1)				
		<b>Лекция 1.</b> Вводная часть. Основные свойства и характеристики электрических аппаратов (ЭА). Энергетический баланс электромагнита (ЭМ).				
		Лекция 2. Динамика ЭМ постоянного и переменного тока. Электромеханические реле времени.				
		Лекция 3. Магнитные цепи ЭА.				
1	3	Лекция 4. Обмотки электромагнитов.				
		<b>Лекция 5.</b> Электромагнитные реле: виды, основные параметры, классификация и обозначение на схемах. Герконовые реле.				
		<b>Лекция 6.</b> Контакторы постоянного и переменного тока. Магнитные пускатели: основные требования, конструкция и схемы включения.				
		<b>Лекция 7.</b> Электрические контакты ЭА: материалы, конструкция, типы и режимы работы.				
2	1	<b>Лекция 8.</b> Электрическая дуга в ЭА. Условия горения и гашения дуги на постоянном и переменном токе.				
		Лекция 9. Вопросы теории нагрева ЭА.				

Номер раздела дисц.	Объем, часов	Тема лекции				
3	2	<b>Лекция 10.</b> Автоматические воздушные выключатели: требования к конструкции, выбор и настройка. Плавкие предохранители. <b>Лекция 11.</b> Магнитные усилители: основные виды, схемы соединения и обратные связи.				
ИТОГО:	6					
		8 семестр (часть 2)				
4	1	Лекция 12. Коды и двоичная арифметика: основные понятия и определения.				
5	3	<b>Лекция 13.</b> Логические переменные, функции и элементы: общие сведения. <b>Лекция 14.</b> Комбинационные устройства: понятие, основные виды и синтез.				
6	2	<b>Лекция 15.</b> Конечные автоматы: понятие и основные виды. <b>Лекция 16.</b> Архитектура простейшей микро-ЭВМ и центрального процессора.				
ИТОГО:	6					
Всего:	12					

#### 3.2. Практические занятия

В табл. 4 указаны объем и тематика практических занятий по основным разделам дисциплины.

Таблица 4				
Номер раздела дисц.	Объем, часов	Тема практического занятия		
		7 семестр (часть 1)		
1	2	Расчет магнитных цепей ЭА постоянного и переменного тока. Расчет обмоток ЭМ постоянного и переменного тока.		
2	1	Нагрев ЭА.		
3	1	Использование реле и контакторов в схемах автоматического пуска и торможения электродвигателей.		
ИТОГО:	4			
		8 семестр (часть 2)		
_	ı	F		
ИТОГО:	_			
Всего:	4			

#### 3.3. Лабораторные работы

Всего по дисциплине «Электрические и электронные аппараты» предусмотрено 6 лабораторных работ (табл. 5), которые выполняются студентами в 7 и 8 семестрах в лаборатории ЭМ (A-166) (4 работы) и кабинете проектирования каф. ЭП и АПУ (A-429) (2 работы) соответственно.

Таблица 5		
Номер раздела дисц.	Наименование лабораторной работы	Трудоемкость, часов
дисц.	7 семестр (часть 1)	
	Лабораторная работа 1. Определение коэффициента возврата электромагнитного реле переменного тока.	2
1		_
	Лабораторная работа 2. Исследование электромеханического реле времени.	2
2	Лабораторная работа 3. Исследование автоматического воздушного выключателя.	2
3	Лабораторная работа 4. Исследование времятоковой характеристики теплового реле.	2
	ИТОГО:	8

		жончание табл. 3
Номер раздела дисц.	Наименование лабораторной работы	Трудоемкость, часов
	8 семестр (часть 2)	
	Лабораторная работа 5. Исследование простейших логических функций на базе электрон-	4
	ных схем простейших логических элементов.	
5		
	Лабораторная работа 6. Синтез типовых комбинационных устройств на базе электронных	4
	схем шифраторов троичной клавиатуры.	
	ИТОГО:	8
	ИТОГО по дисциплине:	16

## 3.4. Самостоятельная работа студента

В табл. 6 указаны объем и вид СРС по основным разделам дисциплины.

Габлица 6	
-----------	--

Номер раздела дисц.	Вид СРС	Трудоемкость, часов	
	7 семестр (часть 1)		
1	Разработка расчетных схем замещения магнитной цепи ЭМ, расчет значений: магнитных проводимостей воздушных зазоров, проводимости потоков рассеяния, полной магнитной проводимости магнитной системы, силы тяги ЭМ (этап 1 расчетно-графической работы (РГР))		
	Выбор конструкции и размеров катушек, расчет катушки ЭМ при питании ее постоянным и переменным током, расчет и построение: тяговых характеристик ЭМ на постоянном и переменном токе, зависимости индуктивного сопротивления катушки на переменном токе от величины зазора. Расчет величины тока в катушке ЭМ переменного тока при максимальном и минимальном зазорах (этап 2 РГР)		
	Оформление РГР	8	
	Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы 1	2	
	Оформление отчета по лабораторной работе 1	1	
	Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы 2	2	
	Оформление отчета по лабораторной работе 2	1	
	Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы 3	2	
	Оформление отчета по лабораторной работе 3	1	
3	Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы 4		
	Оформление отчета по лабораторной работе 4	1	
	Подготовка к сдаче зачета	2	
_	Зачет по дисциплине	4	
	ИТОГО:	90	
	8 семестр (часть 2)		
	Разработка комбинационного логического устройства на интегральных микросхемах серии 531, обеспечивающего включение исполнительного органа в функции трех логических переменных (задание 1 контрольной работы (КР))	36	
5	Разработка комбинационного логического устройства на интегральных микросхемах серии K155 и 531, обеспечивающего включение исполнительного органа в функции трех логических переменных (задание 2 КР)	36	
=	Оформление КР	3	
	Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы 5	2	
	Оформление отчета по лабораторной работе 5	1	
	Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы 6	2	
	Оформление отчета по лабораторной работе 6	1	
6	Подготовка к сдаче экзамена	4	
	Экзамен по дисциплине	9	
	ИТОГО:	94	
	ИТОГО по дисциплине:	184	

#### 3.5. Курсовая работа

Выполнение студентами курсовой работы по дисциплине не предусмотрено.

#### 3.6. Контрольные работы

В 8 семестре по дисциплине «Электрические и электронные аппараты» студенты выполняют контрольную работу, связанную с разработкой комбинационных логических устройств на интегральных микросхемах серии 531 (задание 1) и серии K155 и 531 (задание 2), обеспечивающих включение исполнительного органа в функции трех заданных логических переменных.

Исходные данные для выполнения задания 1 представлены в виде таблицы истинности искомого комбинационного логического устройства, которую студенты составляют на основе номера своей зачетной книжки, и заданных в двоичном коде вариантов состояний трех логических переменных. Для выбора указанных вариантов, студенты используют 4 последние цифры номера своей зачетной книжки.

Таким образом, варианты заданных состояний трех входных переменных комбинационного логического устройства студенты определяют умножением последней цифры номера своей зачетной книжки на стоящие по порядку слева остальные цифры. При этом в полученном после умножения числе цифра в младшем разряде определяет номер варианта соответствующей логической переменной.

Двоичный код состояния выходной логической переменной искомого комбинационного логического устройства одинаков для всех полученных вариантов состояний входных переменных.

Задание 1 включает в себя выполнение студентами основных этапов синтеза комбинационных логических устройств. Поэтому в ходе выполнения задания 1 студенты решают следующие задачи:

- составление таблицы истинности искомого комбинационного логического устройства;
- составление логического уравнения устройства путем использования дизьюнктивной и конъюнктивной совершенных нормальных форм (ДСНФ и КСНФ);
- минимизация полученного логического уравнения путем использования законов алгебры логики и карты Карно;
  - построение схемы комбинационного логического устройства на базе электромагнитных реле;
- построение вариантов схем синтезированного устройства на базе интегральных микросхем серии 531.

Исходные данные для выполнения задания 2 представлены в виде логического уравнения искомого комбинационного логического устройства. Уравнение задано в виде зависимости состояния выходной логической переменной устройства от суммы состояний трех входных переменных.

Варианты заданных состояний трех входных переменных комбинационного логического устройства студенты определяют сложением последней цифры номера своей зачетной книжки последовательно с остальными тремя цифрами, стоящими слева.

Задание 2 включает в себя выполнение студентами основных этапов синтеза комбинационных логических устройств по заданному логическому уравнению. Поэтому в ходе выполнения задания 2 студенты решают следующие задачи:

- преобразование десятичных чисел полученных вариантов состояний входных переменных устройства в двоичный четырехразрядный код;
- присвоение каждому разряду полученного двоичного кода входных логических переменных произвольного буквенного обозначения и представление его в виде таблицы;
  - составление логического уравнения искомого комбинационного устройства в буквенном виде;
- минимизация полученного логического уравнения путем использования законов алгебры логики и карты Карно;
  - построение схемы комбинационного логического устройства на базе электромагнитных реле;
- построение вариантов схем синтезированного устройства на базе интегральных микросхем серии К155 и 531.

Полностью оформленная контрольная работа должна быть представлена студентами выполненной вручную на тетрадных листах в клетку или в распечатанном виде (в случае электронного оформления) на листах формата A4 с соблюдением норм действующих ГОСТов и ЕСКД и должна содержать подробные выкладки на всех этапах выполнения заданий 1 и 2.

Трудоемкость контрольной работы составляет 75 часов внеаудиторного времени (по 36 часов – задания 1 и 2, 3 часа – оформление).

#### 3.7. Курсовой проект

Выполнение студентами курсового проекта по дисциплине не предусмотрено.

#### 3.8. Расчетно-графическая работа

В 7 семестре по дисциплине «Электрические и электронные аппараты» студенты выполняют РГР, посвященную расчету электромагнита (ЭМ) на постоянном и переменном токе.

Исходными данными для выполнения РГР являются: эскиз магнитной системы П-образного типа, размеры магнитной цепи ЭМ и воздушных зазоров, значения питающего катушку ЭМ напряжения постоянного и переменного тока и намагничивающей силы ЭМ.

Вариант задания на РГР студенты определяют по двум последним цифрам номера своей зачетной книжки. Последняя цифра номера задает номер варианта на размеры ЭМ, предпоследняя – номер варианта на величину МДС катушек и значения постоянного и переменного напряжения питания катушки ЭМ.

Задание на РГР включает следующие этапы: разработку расчетных схем замещения магнитной цепи ЭМ и расчет значений проводимостей различных участков его магнитной системы и силы тяги ЭМ (этап 1); выбор конструкции и размеров катушек, расчет катушки ЭМ на постоянном и переменном токе; расчет и построение тяговых характеристик ЭМ и зависимости индуктивного сопротивления катушки от величины зазора, а также расчет величины тока в катушке ЭМ, соответствующей максимальному и минимальному воздушному зазору (этап 2).

На этапе 1 студенты составляют расчетные схемы замещения магнитной цепи ЭМ без учета и с учетом сопротивления стали, выполняют расчет значений: магнитных проводимостей рабочих и нерабочих воздушных зазоров, проводимости потоков рассеяния, полной магнитной проводимости магнитной системы, силы тяги ЭМ для заданного значения МДС катушек.

На этапе 2 студенты производят выбор конструкции и размеров катушек ЭМ с учетом заданных размеров его магнитной системы, выполняют расчет катушки ЭМ при питании ее постоянным и переменным током, рассчитывают и строят тяговые характеристики ЭМ на постоянном и переменном токе (в одних координатных осях) и зависимость индуктивного сопротивления катушки на переменном токе от величины зазора без учета сопротивления стали, а также определяют величину тока в катушке ЭМ переменного тока при максимальном и минимальном зазорах без учета потерь в стали.

Полностью оформленную РГР студенты предъявляют выполненной вручную или в распечатанном виде (в случае электронного оформления) на листах формата A4 с соблюдением норм действующих ГОСТов и ЕСКД. В работе необходимо привести подробные расчеты на всех этапах ее выполнения.

Трудоемкость РГР составляет 72 часа внеаудиторного времени (по 32 часа – этапы 1 и 2, 8 часов – оформление).

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Входное тестирование, текущий и промежуточный контроли по дисциплине для студентов ФЗВО не проводятся.

До начала сессии студенты ФЗВО посещают консультации по графику университета (1 или 2 посещения с начала учебного года), на которых:

- озвучивается тематика основных разделов дисциплины (отдельно по 1 и 2 части) с их кратким обзором;
- приводится перечень основной и дополнительной литературы по разделам дисциплины (отдельно по 1 и 2 части) для самостоятельного изучения (включая методические указания с заданиями на выполнение расчетно-графической, контрольной и лабораторных работ);
- выдаются задания на РГР (по 1 части дисциплины) и контрольную работу (по 2 части дисциплины) и поясняются основные этапы их выполнения (в случае отсутствия соответствующих методических указаний).

Необходимую литературу, а также методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине студенты ФЗВО получают на время сессии на учебном абонементе в библиотеке ИГЭУ при предъявлении читательского билета. Методические указания по выполнению РГР и контрольной

работы по дисциплине студенты получают в методическом кабинете  $\Phi$ 3ВО по окончании сессии в 6 и 7 семестрах соответственно.

Допуском к итоговому контролю является полностью выполненные и правильно оформленные студентом РГР и контрольная работа соответственно по 1 и 2 части дисциплины, а также полностью выполненные в 7 и 8 семестрах лабораторные практикумы по дисциплине.

Итоговый (заключительный) контроль проводится в форме письменного зачета (часть 1, 7 семестр) и письменного экзамена (часть 2, 8 семестр) по дисциплине. На зачете билет включает в себя 1 теоретический вопрос из разделов 1 части дисциплины, на экзамене — 1 теоретический вопрос из разделов 2 части дисциплины и 1 задачу. Полный и правильно написанный студентом ответ по теоретической части на экзамене оценивается в 3 балла, правильно решенная задача — в 2 балла.

Общий зачет по 1 части дисциплины выставляется по результатам выполнения РГР и итогового зачета. Итоговая оценка по 2 части дисциплины выставляется с учетом результатов выполнения контрольной работы и оценки, полученной на экзамене.

Фонды оценочных средств, содержащие типовые задания на РГР и контрольную работу соответственно по 1 и 2 части дисциплины, а также комплект билетов итогового (заключительного) контроля (зачета по 1 части, экзамена – по 2 части) для оценки результатов обучения (РО) по дисциплине «Электрические и электронные аппараты», включены в состав УМК дисциплины и перечислены в Приложении 4.

#### 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Основная литература

- 1. Забродин Ю.С. Промышленная электроника. М.: Высшая школа, 1982. 496 с.
- 2. Токхейм Р. Основы цифровой электроники. М.: Мир, 1988. 392 с.
- 3. Зельдин В.А. Цифровые интегральные микросхемы в информационно-измерительной аппаратуре. Л.: Энергоатомиздат, 1986. 280 с.
- 4. Савельев А.Я. Прикладная теория цифровых автоматов. М.: Высшая школа, 1987. 272 с.
- 5. Мышляева И.М. Цифровая схемотехника. М.: Академия, 2005. 400 с.
- 6. Калабеков Б.А. Цифровые устройства и микропроцессорные системы. М.: Горячая линия-Телеком, 2007. – 336 с.
- 7. Чунихин А.А. Электрические аппараты. М.: Энергоатомиздат, 1998. 718 с.
- 8. Акимов Е.Г. и др. Выбор электрических аппаратов для электроприводов промышленных предприятий. М.: Энергоатомиздат, 1990. 132 с.
- 9. Низковольтные электрические аппараты. Справочник. В 3-х частях. 1991.
- 10. Залесский А.М., Кукеков Г.А. Тепловые расчеты электрических аппаратов. Л.: Энергия, 1967. 375 с.
- 11. Теория электрических аппаратов / под ред. Г.Н. Александрова. М.: Высшая школа, 1985. 312 с.
- 12. Родштейн Л. А. Электрические аппараты. Л.: Энергоиздат, 1981. 304 с.
- 13. Таев Н.С. Электрическая дуга в аппаратах низкого напряжения. М.: Энергия, 1965. 224 с.
- 14. Львова Е.Л. Магнитные усилители в технике автоматического регулирования. М.: Энергия, 1971. 552 с.
- 15. Таев И. С. Электрические аппараты управления. М.: Высшая школа, 1984. 247 с.
- 16. Кобленц М. Г. Силовые герконы. М.: Энергия, 1979. 177 с.

#### Дополнительная литература

- 1. Янсен Й. Курс цифровой электроники: в 4-х т. М.: Мир, 1987.
- 2. Хоровиц П., Xилл У. Искусство схемотехники: в 3-х т. M.: Мир, 1993.
- 3. Пикунов В.В. Электронные аппараты: учеб. пособие / В.В. Пикунов; Иван. гос. энерг. ун-т. Иваново, 2003. 112 с.
- 4. Буткевич Г.В. и др. Задачи по электрическим аппаратам. М.: Высшая школа, 1987. 232 с.
- 5. Электрические аппараты: метод. указ. к проведению лаб. работ по первой части курса «Электрические и электронные аппараты» / ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». Сост. В.Ф. Глазунов, М.А. Соломаничев. Иваново, 2011. 36 с.

- 6. ГОСТ 2.743-91. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Элементы цифровой техники. М.: Издательство стандартов, 2003. 44 с.
- 7. Морозов Н.А. Правила оформления отчетной документации в учебном процессе: метод. пособие / Н.А. Морозов; ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». Изд. 2-е, перераб. и доп. Иваново, 2009. 104 с.
- 8. Рабочая программа, методические указания и контрольные задания по первой части курса «Электрические и электронные аппараты» / ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». Сост. В.Ф. Глазунов. Иваново, 2008. 24 с.
- 9. Рабочая программа, методические указания и контрольные задания по второй части курса «Электрические и электронные аппараты» / ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». Сост. В.Ф. Глазунов. Иваново, 2008. 20 с.

#### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 6.1. Лекции

Материально-техническое обеспечение лекций составляют:

- комплект электронных презентаций/слайдов, используемых, по мере необходимости, с переносными проектором, экраном и ноутбуком;
  - комплект контурных рисунков.

#### 6.2. Практические занятия

Материально-техническое обеспечение практических занятий составляют:

- комплект электронных презентаций/слайдов, используемых, по мере необходимости, с переносными проектором, экраном и ноутбуком;
  - набор реальных объектов.

#### 6.3. Лабораторные работы

Материально-техническое обеспечение лабораторных работ, выполняемых студентами по 1 части дисциплины, представлено в виде двух одинаковых специализированных стендов для исследования электрических аппаратов, расположенных в лаборатории ЭМ (А-166) и включающих в себя следующие функциональные блоки:

- электромагнитное реле переменного тока;
- электромеханическое реле времени;
- магнитный пускатель в комплекте с асинхронным двигателем;
- плавкие предохранители (по 3 гнезда на каждом блоке);
- однофазный автоматический воздушный выключатель;
- тепловое реле.

Материально-техническое обеспечение лабораторных работ, выполняемых студентами по 2 части дисциплины, представлено в виде виртуальных стендов (модельных схем) для исследования электронных аппаратов (цифровых логических устройств), реализованных в программном комплексе Electronics Workbench, установленном на учебных компьютерах, расположенных в кабинете проектирования каф. ЭП и АПУ (А-429) и включающих в себя:

- модельные схемы для исследования простейших логических элементов 5 шт.;
- модельные схемы для исследования типовых комбинационных устройств (на примере шифраторов троичной клавиатуры) -2 шт.

# АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ АППАРАТЫ» (БЗ.Б.8)

Дисциплина «Электрические и электронные аппараты» является частью профессионального цикла дисциплин подготовки студентов по направлению 140400 «Электроэнергетика и электротехника», профиль подготовки: «Электропривод и автоматика» (индекс БЗ.Б.8).

Дисциплина реализуется на электромеханическом факультете кафедрой «Электропривод и автоматизация промышленных установок».

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

#### общекультурных (ОК):

- способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-1);
  - готовность к кооперации с коллегами, работе в коллективе (ОК-3);
- готовность к самостоятельной, индивидуальной работе, принятию решений в рамках своей профессиональной компетенции (ОК-7);
- способность и готовность осуществлять свою деятельность в различных сферах общественной жизни с учетом принятых в обществе моральных и правовых норм (ОК-8).

#### профессиональных (ПК):

- способность разрабатывать простые конструкции электроэнергетических и электротехнических объектов (ПК-9);
- способность применять способы графического отображения геометрических образов изделий и объектов электрооборудования, схем и систем (ПК-12);
- способность использовать технические средства для измерения основных параметров электроэнергетических и электротехнических объектов и систем и происходящих в них процессов (ПК-18);
- готовность участвовать в исследовании объектов и систем электроэнергетики и электротехники (ПК-38);
- готовность изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования (ПК-39);
  - готовность планировать экспериментальные исследования (ПК-40);
  - готовность понимать существо задач анализа и синтеза объектов в технической среде (ПК-41):
  - готовность участвовать в составлении научно-технических отчетов (ПК-42);
- способность применять методы испытаний электрооборудования и объектов электроэнергетики и электротехники (ПК-43);
- способность выполнять экспериментальные исследования по заданной методике, обрабатывать результаты экспериментов (ПК-44);
- готовность использовать технические средства испытаний технологических процессов и изделий (ПК-45).

#### профильно-специализированных (ПСК):

- готовность проводить эскизное проектирование отдельных узлов низковольтных комплектных устройств (НКУ) и электропривода (ЭП) в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных методов (ПСК-3);
- готовность составлять техническую документацию, а также установленную отчетность по утвержденным формам (ПСК-8).

Обучающиеся должны освоить дисциплину на уровне, позволяющем им ориентироваться в вопросах изучения основ общей теории электрических аппаратов и цифровой электроники.

Уровень освоения дисциплины должен позволять студентам: проводить типовые расчеты параметров и осуществлять выбор электрических аппаратов, строить различного рода характеристики, позволяющие качественно выбирать защитную электрическую аппаратуру, использовать законы

алгебры логики и методику синтеза электронных цифровых устройств и элементов простейшей микро-ЭВМ, а также строить их типовые функциональные схемы.

В результате изучения дисциплины «Электрические и электронные аппараты» студент должен:

**знать**: электрические и электронные аппараты, как средства управления режимами работы, защиты и регулирования параметров электротехнических и электроэнергетических систем; физические явления в электрических аппаратах и основы их теории и цифровой электроники;

**уметь**: применять, эксплуатировать и производить выбор электрических и электронных аппаратов; формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде научно-технического отчета с его публичной защитой;

**владеть**: навыками исследовательской работы в области электрических и электронных аппаратов; методами расчета параметров релейной защиты и автоматики.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, лабораторные работы, самостоятельную работу студентов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: посещение консультаций, выполнение расчетно-графической и контрольной работ по 1 и 2 части дисциплины соответственно, а также итоговые (рубежные) контроли в форме письменного зачета (часть 1, 7 семестр) и письменного экзамена (часть 2, 8 семестр) по дисциплине.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 часов).

Программой дисциплины предусмотрены лекционные  $(6+6=12\ \text{часов})$ , практические (4 часа в 7 семестре), лабораторные  $(8+8=16\ \text{часов})$  занятия, самостоятельная работа студента  $(90+94=184\ \text{часа})$ .

#### ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ

#### Рекомендации по организации и технологиям обучения для преподавателя

#### 1. Образовательные технологии

Для данной дисциплины можно рекомендовать следующие формы преподавания:

**Лекция**, открывающая конкретный раздел, должна включать в себя обзорную часть по теме, а далее продолжаться как проблемная лекция с постановкой основных изучаемых вопросов и путей их решения. По окончании раздела целесообразно сделать заключение в виде лекции-консультации или лекции-беседы, которая сняла бы недопонимание студентов сути проблемы или возникшие вопросы.

**Практические занятия** по 1 части дисциплины (7 семестр) призваны закрепить на практике: методику решения типовых задач, связанных с расчетом магнитных цепей и катушек электромагнитов постоянного и переменного тока; методику расчета основных параметров и выбора электрических аппаратов; способы применения релейно-контакторной аппаратуры в схемах управления пуском и торможением электродвигателей; методику решения типовых задач, связанных с нагревом электрических аппаратов.

Проведение практических занятий по 2 части дисциплины (8 семестр) учебным планом не предусмотрено.

**Лабораторные работы** в 7 семестре выполняются на учебном лабораторном комплексе «Электрические аппараты». Данный комплект лабораторного оборудования позволяет студентам выполнять лабораторные работы по 1 части учебной дисциплины «Электрические и электронные аппараты».

Лабораторные работы в 8 семестре выполняются на виртуальных лабораторных стендах, реализованных в программном комплексе Electronics Workbench, установленном на учебных компьютерах, расположенных в кабинете проектирования каф. ЭП и АПУ (А-429). Данные виртуальные стенды позволяют студентам выполнять лабораторные работы по 2 части учебной дисциплины «Электрические и электронные аппараты».

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий: **Case-study:** анализ реальных проблемных ситуаций, имеющих место в области изучения общей теории электрических аппаратов и основ цифровой электроники и поиск вариантов лучших решений.

**Работа в команде:** совместная работа студентов в группе из 3–5 человек при выполнении лабораторных работ по 1 и 2 части дисциплины.

#### 2. Виды и содержание учебных занятий

#### Часть 1 (7 семестр)

Раздел 1. Общие сведения об электрических аппаратах. Электромагниты постоянного и переменного тока. Электромагнитные реле. Контакторы и магнитные пускатели Теоретические занятия (лекции) – 3 часа.

**Лекция 1.** Вводная часть. Основные свойства и характеристики электрических аппаратов (ЭА). Энергетический баланс электромагнита (ЭМ).

Содержание: краткие сведения из истории развития теории и конструирования ЭА, классификация электрических аппаратов по назначению, напряжению, степени защищенности, воздействию механических и климатических факторов, требования к ЭА, обозначения ЭА и их элементов в электрических схемах, основные свойства и характеристики ЭА, магнитная цепь ЭМ постоянного тока, законы Кирхгофа для магнитных цепей, понятие магнитной проводимости, магнитная проводимость воздушных зазоров, энергетический баланс электромагнита, тяговая характеристика ЭМ постоянного и

переменного тока, согласование тяговых и противодействующих сил, однофазный и трехфазный ЭМ, сравнение ЭМ постоянного и переменного тока.

Лекция 2. Динамика ЭМ постоянного и переменного тока. Электромеханические реле времени.

*Содержание*: режимы включения и отключения ЭМ, время трогания и движения якоря, режим отпускания ЭМ, ускорение и замедление срабатывания ЭМ, динамика ЭМ переменного тока, схемы включения реле времени, реле времени с механическим замедлением.

#### Лекция 3. Магнитные цепи ЭА.

Содержание: расчет магнитных цепей ЭА, расчет магнитной цепи на постоянном токе с учетом сопротивления стали без учета и с учетом потоков рассеивания, расчет магнитной цепи на переменном токе, влияние потоков рассеивания на характеристики ЭМ переменного тока.

#### Лекция 4. Обмотки электромагнитов.

*Содержание*: расчет обмоток ЭМ постоянного и переменного тока, пересчет обмоток ЭМ на другое напряжение.

**Лекция 5.** Электромагнитные реле: виды, основные параметры, классификация и обозначение на схемах. Герконовые реле.

Содержание: электромагнитное реле и его основные параметры, классификация реле и обозначение на схемах, коэффициент возврата реле, электромагнитные реле тока и напряжения, поляризованное реле и его основные настройки, тепловое реле и его конструкция, схемы максимальной токовой защиты двигателя и защиты от понижения напряжения, герконовые реле: типы и конструкция, управление, достоинства и недостатки.

**Лекция 6.** Контакторы постоянного и переменного тока. Магнитные пускатели: основные требования, конструкция и схемы включения.

Содержание: контакторы постоянного тока: конструкция ЭМ и дугогасительного устройства, основные характеристики, контакторы переменного тока: особенности ЭМ и контактной системы, магнитные пускатели: основные требования, конструкция и схемы включения, использование контакторов и реле в схемах управления пуском и торможением двигателей постоянного и переменного тока, выбор контакторов и пускателей.

#### Практические занятия – 2 часа.

**Занятие 1.** Расчет магнитных цепей ЭА постоянного и переменного тока. Расчет обмоток ЭМ постоянного и переменного тока.

Отработка методик расчета магнитных цепей ЭА и обмоток ЭМ на постоянном и переменном токе путем решения конкретных типовых задач.

#### Лабораторные работы – 4 часа, 2 работы.

**Лабораторная работа 1.** Определение коэффициента возврата электромагнитного реле переменного тока (2 часа).

Работа проводится на реальном оборудовании бригадами от 3 до 5 человек и включает в себя ознакомление с перечнем используемой аппаратуры, сборку электрической схемы экспериментального стенда по заданию, проведение эксперимента по определению токов срабатывания и отпускания якоря (согласно установленному алгоритму), расчет экспериментального значения коэффициента возврата реле, выводы по работе на основе анализа полученных результатов.

Лабораторная работа 2. Исследование электромеханического реле времени (2 часа).

Работа проводится на реальном оборудовании бригадами от 3 до 5 человек и включает в себя ознакомление с перечнем используемой аппаратуры, сборку электрической схемы экспериментального стенда по заданию, проведение серии экспериментов по определению тока и времени срабатывания реле в зависимости от выставленной уставки по времени (согласно установленному алгоритму), построение экспериментальной зависимости времени срабатывания реле от значения его уставки по времени, выводы по работе на основе анализа полученных результатов.

#### Управление самостоятельной работой студента – 78 часов.

Самостоятельная работа связана с полным выполнением всех этапов  $P\Gamma P - 64$  часа и ее оформлением -8 часов.

Дополнительно 6 часов отведено на подготовку к выполнению, оформление отчетов и подготовку к защите лабораторных работ 1 и 2.

# Раздел 2. Электрические контакты и дугогашение. Нагрев электрических аппаратов Теоретические занятия (лекции) -1 час.

Лекция 7. Электрические контакты ЭА: материалы, конструкция, типы и режимы работы.

*Содержание*: материалы электрических контактов и их конструкция, типы электрических контактов и режимы их работы, включение и выключение электрической цепи, режим короткого замыкания.

**Лекция 8.** Электрическая дуга в ЭА. Условия горения и гашения дуги на постоянном и переменном токе.

Содержание: параметры электрической дуги и ее характеристики, условия горения и гашения электрической дуги на постоянном и переменном токе, горение электрической дуги переменного тока при активной и индуктивной нагрузке, защита обмоток реле, контакторов и возбуждения двигателей при отключении напряжения, способы гашения электрической дуги и конструкция дугогасительных устройств.

Лекция 9. Вопросы теории нагрева ЭА.

Содержание: потери энергии в ЭА, передача тепла внутри ЭА, нагрев ЭА в переходных режимах, уравнение нагрева электрического аппарата и основные допущения, режимы работы ЭА: длительный, кратковременный, повторно-кратковременный, постоянная времени нагрева и ее физический смысл, нагрев электрических аппаратов и электродинамические усилия при коротком замыкании.

#### Практические занятия – 1 час.

Занятие 2. Нагрев ЭА.

Отработка методики расчета процесса нагрева ЭА на постоянном и переменном токе путем решения конкретных типовых задач.

Лабораторные работы – не предусмотрены.

Управление самостоятельной работой студента – часы на СРС не выделяются.

# Раздел 3. Защитные электрические аппараты. Магнитные усилители

Теоретические занятия (лекции) – 2 часа.

**Лекция 10.** Автоматические воздушные выключатели: требования к конструкции, выбор и настройка. Плавкие предохранители.

Содержание: автоматические воздушные выключатели: конструкция, назначение, основные узлы, выбор и настройки автоматического выключателя для защиты электродвигателей и электрических сетей, быстродействующие автоматические выключатели, плавкие предохранители: конструкция и выбор для защиты электрических двигателей.

Лекция 11. Магнитные усилители: основные виды, схемы соединения и обратные связи.

*Содержание*: дроссель насыщения: схемы соединения и характеристики, двухтактный магнитный усилитель, обратные связи в магнитных усилителях.

#### Практические занятия – 1 час.

**Занятие 3.** Использование реле и контакторов в схемах автоматического пуска и торможения электродвигателей.

Разбор примеров типовых схем и способов включения реле и контакторов для режимов автоматического пуска и торможения электродвигателей.

#### Лабораторные работы – 4 часа, 2 работы.

Лабораторная работа 3. Исследование автоматического воздушного выключателя (2 часа).

Работа проводится на реальном оборудовании бригадами от 3 до 5 человек и включает в себя ознакомление с перечнем используемой аппаратуры, сборку электрической схемы экспериментального стенда по заданию, проведение серии экспериментов по определению тока и времени срабатывания автоматического выключателя (согласно установленному алгоритму), построение по экспериментальным данным времятоковой характеристики выключателя, выводы по работе на основе анализа полученных результатов.

Лабораторная работа 4. Исследование времятоковой характеристики теплового реле (2 часа).

Работа проводится на реальном оборудовании бригадами от 3 до 5 человек и включает в себя ознакомление с перечнем используемой аппаратуры, сборку электрической схемы экспериментального стенда по заданию, проведение серии экспериментов по определению тока и времени срабатывания реле (согласно установленному алгоритму), построение по экспериментальным данным времятоковой характеристики теплового реле, выводы по работе на основе анализа полученных результатов.

Управление самостоятельной работой студента – 8 часов.

Самостоятельная работа связана с подготовкой к выполнению, оформлением отчетов и подготовкой к защите лабораторных работ 3 и 4-6 часов.

Дополнительно 2 часа отведено на подготовку к сдаче итогового (заключительного) контроля в форме письменного зачета по дисциплине.

#### Управление самостоятельной работой студента на зачете – 4 часа.

Самостоятельная работа связана с письменным ответом на 1 теоретический вопрос билета с последующей проверкой правильности полученного ответа.

#### Расчетно-графическая работа

Трудоемкость выполнения РГР составляет 72 часа за счет самостоятельной работы студента, включающей: ручной расчет всех этапов согласно заданию на РГР, выполнение рисунков и графиков и оформление.

На этапе 1 студенты составляют расчетные схемы замещения магнитной цепи ЭМ без учета и с учетом сопротивления стали, выполняют расчет значений: магнитных проводимостей рабочих и нерабочих воздушных зазоров, проводимости потоков рассеяния, полной магнитной проводимости магнитной системы, силы тяги ЭМ для заданного значения МДС катушек.

На этапе 2 студенты производят выбор конструкции и размеров катушек ЭМ с учетом заданных размеров его магнитной системы, выполняют расчет катушки ЭМ при питании ее постоянным и переменным током, рассчитывают и строят тяговые характеристики ЭМ на постоянном и переменном токе (в одних координатных осях) и зависимость индуктивного сопротивления катушки на переменном токе от величины зазора без учета сопротивления стали, а также определяют величину тока в катушке ЭМ переменного тока при максимальном и минимальном зазорах без учета потерь в стали.

Вариант задания на РГР студенты определяют по двум последним цифрам номера своей зачетной книжки (п. 3.8 программы).

Большое разнообразие допустимых численных значений задаваемых параметров предопределяет индивидуальность РГР при типовом характере ее выполнения.

#### Часть 2 (8 семестр)

# Раздел 4. Общие сведения об электронных аппаратах. Коды и двоичная арифметика Теоретические занятия (лекции) – 1 час.

Лекция 12. Коды и двоичная арифметика: основные понятия и определения.

Содержание: понятие о кодах и системах счисления, особенности двоичной записи чисел, понятие о параллельных и последовательных кодах, компактная запись двоичных чисел, перевод чисел из одной системы счисления в другую, двоичные коды для ввода и вывода чисел, сложение и вычитание двоичных чисел, представление в ЭВМ положительных и отрицательных чисел, сложение двоичных чисел со знаком, сложение и вычитание двоично-десятичных чисел, понятие о двоичном умножении, семисегментный код.

Практические занятия – не предусмотрены.

Лабораторные работы – не предусмотрены.

Управление самостоятельной работой студента – часы на СРС не выделяются.

# Раздел 5. Логические функции и элементы. Типовые комбинационные устройства Теоретические занятия (лекции) – 3 часа.

Лекция 13. Логические переменные, функции и элементы: общие сведения.

Содержание: обзор основных логических функции и элементов, законы алгебры логики, диоднотранзисторная логика, стандартная транзисторно-транзисторная логика (ТТЛ), основные параметры логических элементов, современная ТТЛ логика, логические функции простейших релейно-контактных схем, комплементарная МОП (КМОП) логика, цифровые интегральные микросхемы (общие сведения), проблема «свободных входов».

Лекция 14. Комбинационные устройства: понятие, основные виды и синтез.

Содержание: дешифраторы, мультиплексоры и демультиплексоры, понятие о комбинационных устройствах, мультиплексор как универсальное комбинационное устройство, понятие о ДСНФ и КСНФ, понятие о синтезе комбинационных устройств, карты Карно, шифраторы, сумматоры, арифме-

тико-логические устройства, постоянные запоминающие устройства, программируемые логические интегральные схемы.

Практические занятия – не предусмотрены.

Лабораторные работы – 8 часов, 2 работы.

**Лабораторная работа 5.** Исследование простейших логических функций на базе электронных схем простейших логических элементов (4 часа).

Работа проводится на виртуальных стендах, реализованных в программном комплексе Electronics Workbench, бригадами от 3 до 5 человек и включает в себя ознакомление с панелью инструментов виртуального стенда, сборку модельных схем простейших логических функций (элементов) согласно заданию и их синтез, выводы по работе на основе анализа полученных результатов.

**Лабораторная работа 6.** Синтез типовых комбинационных устройств на базе электронных схем шифраторов троичной клавиатуры (4 часа).

Работа проводится на виртуальных стендах, реализованных в программном комплексе Electronics Workbench, бригадами от 3 до 5 человек и включает в себя ознакомление с панелью инструментов виртуального стенда, сборку модельных схем типовых комбинационных устройств — шифраторов троичной клавиатуры согласно заданию и их синтез, определение типа блокировки в указанных схемах шифраторов, выводы по работе на основе анализа полученных результатов.

#### Управление самостоятельной работой студента – 81 час.

Самостоятельная работа связана с полным выполнением всех этапов контрольной работы -72 часа и ее оформлением -3 часа.

Дополнительно 6 часов отведено на подготовку к выполнению, оформление отчетов и подготовку к защите лабораторных работ 5 и 6.

#### Раздел 6. Последовательностные устройства (конечные автоматы). Микропроцессоры и микро-ЭВМ

Теоретические занятия (лекции) – 2 часа.

Лекция 15. Конечные автоматы: понятие и основные виды.

Содержание: R—S-триггер, релейно-контакторный R—S-триггер, управление записью информации в триггер, J—K триггер, счетный триггер, D-триггеры, регистры памяти, оперативные запоминающие устройства, понятие о конечных автоматах, сдвиговые регистры, счетчики.

Лекция 16. Архитектура простейшей микро-ЭВМ и центрального процессора.

Содержание: программно доступные регистры микро-ЭВМ, понятие о системе команд и мнемонике команды, команды: пересылки кодов, арифметико-логической обработки, передачи управления, стековая память и работа с ней, команды управления микропроцессором, влияние команды на регистр признаков, машинные такты.

Практические занятия – не предусмотрены.

Лабораторные работы – не предусмотрены.

Управление самостоятельной работой студента – 4 часа.

Самостоятельная работа связана с подготовкой к сдаче итогового (заключительного) контроля в форме письменного экзамена по дисциплине.

#### Управление самостоятельной работой студента на экзамене – 9 часов.

Самостоятельная работа связана с письменным ответом на 1 теоретический вопрос и решением 1 задачи билета с последующей проверкой правильности полученных ответов.

#### Контрольная работа

Трудоемкость выполнения контрольной работы составляет 75 часов за счет самостоятельной работы студента, включающей: ручной расчет всех этапов согласно заданию на контрольную работу, выполнение эскизов схем синтезированных комбинационных устройств и оформление.

В ходе выполнения задания 1 контрольной работы студенты решают следующие задачи:

- составление таблицы истинности искомого комбинационного логического устройства;
- составление логического уравнения устройства путем использования дизъюнктивной и конъюнктивной совершенных нормальных форм (ДСНФ и КСНФ);
- минимизация полученного логического уравнения путем использования законов алгебры логики и карты Карно;

- построение схемы комбинационного логического устройства на базе электромагнитных реле;
- построение вариантов схем синтезированного устройства на базе интегральных микросхем серии 531.

Исходные данные для выполнения задания 1 представлены в виде таблицы истинности искомого комбинационного логического устройства, которую студенты составляют на основе номера своей зачетной книжки, и заданных в двоичном коде вариантов состояний трех логических переменных.

Двоичный код состояния выходной логической переменной искомого комбинационного логического устройства одинаков для всех полученных вариантов состояний входных переменных.

В ходе выполнения задания 2 студенты решают следующие задачи:

- преобразование десятичных чисел полученных вариантов состояний входных переменных устройства в двоичный четырехразрядный код;
- присвоение каждому разряду полученного двоичного кода входных логических переменных произвольного буквенного обозначения и представление его в виде таблицы;
  - составление логического уравнения искомого комбинационного устройства в буквенном виде;
- минимизация полученного логического уравнения путем использования законов алгебры логики и карты Карно;
  - построение схемы комбинационного логического устройства на базе электромагнитных реле;
- построение вариантов схем синтезированного устройства на базе интегральных микросхем серии К155 и 531.

Исходные данные для выполнения задания 2 представлены в виде логического уравнения искомого комбинационного логического устройства. Уравнение задано в виде зависимости состояния выходной логической переменной устройства от суммы состояний трех входных переменных, варианты которых студенты определяют по номеру своей зачетной книжки.

Большое разнообразие вариантов состояний входных логических переменных синтезируемых комбинационных устройств предопределяет индивидуальность контрольной работы при однотипности алгоритма ее выполнения.

#### ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

#### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 216 часов, из них 32 часа аудиторных занятий и 184 часа, отведенных на СРС. Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в табл. ПЗ.

Таблица	1П3
т иолици	1 110

Вид работы	Содержание (перечень вопросов)	Трудоемкость, час.	Рекомендации
	7 семестр (час	сть 1)	
Раздел 1. Общи	не сведения об электрических аппаратах. Электромагни	ты постоянного	и переменного тока. Электромагнитные реле.
	Контакторы и магниті	ные пускатели	
Выполнение этапа 1 РГР	Разработать расчетные схемы замещения магнитной цепи ЭМ. Выполнить расчет значений: магнитных проводимостей воздушных зазоров, проводимости потоков рассеяния, полной магнитной проводимости магнитной системы, силы тяги ЭМ. Выполнить анализ полученных результатов.	32	[8] в сп. доп. литер. (разд. 5).
Выполнение этапа 2 РГР	Выбрать конструкцию и размер катушек. Выполнить расчет катушки ЭМ при питании ее постоянным и переменным током. Выполнить расчет и построение: тяговых характеристик ЭМ на постоянном и переменном токе, зависимости индуктивного сопротивления катушки на переменном токе от величины зазора. Определить величину тока в катушке ЭМ переменного тока при максимальном и минимальном зазорах. Выполнить анализ полученных результатов. Сделать общие выводы по результатам выполнения РГР.	32	[8] в сп. доп. литер. (разд. 5).
Оформление РГР	РГР оформить как технический отчет.	8	[8] в сп. доп. литер. (разд. 5); метод. пособие [7] в сп. доп. литер. (разд. 5).
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы 1	Определение коэффициента возврата электромагнит- ного реле переменного тока: изучить методику и порядок определения экспериментального значения коэффициента возврата реле и обра- ботки данных, особенности используемой аппаратуры, электриче-	2	[7–9, 11, 12, 15] в сп. осн. литер. (разд. 5); метод. указания [5] в сп. доп. литер. (разд. 5).

	скую схему для проведения экспериментов.		
			Продолжение табл. ПЗ
Вид работы	Содержание (перечень вопросов)	Трудоемкость, час.	Рекомендации
Оформление отчета по лабораторной работе 1	Выполнить расчет значения коэффициента возврата реле, сделать выводы. Работу оформить как технический отчет.	1	метод. указания [5] в сп. доп. литер. (разд. 5); метод. пособие [7] в сп. доп. литер. (разд. 5).
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы 2	Исследование электромеханического реле времени: изучить методику снятия экспериментальной зависимости времени срабатывания реле от его уставки по времени и порядок обработки данных, особенности используемой аппаратуры, электрическую схему для проведения экспериментов.	2	[7–9, 11, 12, 15] в сп. осн. литер. (разд. 5); метод. указания [5] в сп. доп. литер. (разд. 5).
Оформление отчета по лабораторной работе 2	Построить зависимость времени срабатывания реле от его уставки по времени по полученным данным эксперимента, сделать выводы. Работу оформить как технический отчет.	1	метод. указания [5] в сп. доп. литер. (разд. 5); метод. пособие [7] в сп. доп. литер. (разд. 5).
	Итого по разделу:	78	
	Раздел 3. Защитные электрические апп	араты. Магнитн	ные усилители
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы 3	Исследование автоматического воздушного выключателя: изучить методику снятия экспериментальной времятоковой характеристики выключателя и порядок обработки данных, особенности используемой аппаратуры, электрическую схему для проведения экспериментов.	2	[7–9, 11, 12, 15] в сп. осн. литер. (разд. 5); метод. указания [5] в сп. доп. литер. (разд. 5).
Оформление отчета по лабораторной работе 3	Построить экспериментальную времятоковую характеристику выключателя по полученным данным эксперимента, сделать выводы. Работу оформить как технический отчет.	1	метод. указания [5] в сп. доп. литер. (разд. 5); метод. пособие [7] в сп. доп. литер. (разд. 5).
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы 4	Исследование времятоковой характеристики теплового реле: изучить методику снятия экспериментальной времятоковой характеристики теплового реле и порядок обработки данных, особенности используемой аппаратуры, электрическую схему для проведения экспериментов.	2	[7–9, 11, 12, 15] в сп. осн. литер. (разд. 5); метод. указания [5] в сп. доп. литер. (разд. 5).
Оформление отчета по лабораторной работе 4	Построить экспериментальную времятоковую характеристику реле, сделать выводы. Работу оформить как технический отчет.	1	метод. указания [5] в сп. доп. литер. (разд. 5); метод. пособие [7] в сп. доп. литер. (разд. 5).
Подготовка к сдаче зачета	Ознакомиться с перечнем теоретических вопросов по билетам итогового контроля по дисциплине.	2	[7–16] в сп. осн. литер. (разд. 5); [4] в сп. доп. литер. (разд. 5); метод. указания [5] в сп. доп. литер. (разд. 5).
	Итого по разделу:	8	
Итоговый контроль в форме письменного зачета по дисциплине	Подготовить полный и правильный письменный ответ на 1 теоретический вопрос билета.	4	-
	Итого:	4	

Итого по 1 части дисциплины:	90	

Вид работы	Содержание (перечень вопросов)	Трудоемкость,	Рекомендации
, , <u>F</u>		час.	Ne 1
	8 семестр (час		
	Раздел 5. Логические функции и элементы. Т	иповые комбина	ционные устройства
Выполнение задания 1 контрольной работы	Разработать комбинационное логическое устройство на интегральных микросхемах серии 531, обеспечивающее включение исполнительного органа в функции трех логических переменных.	36	[9] в сп. доп. литер. (разд. 5).
Выполнение задания 2 контрольной работы	Разработать комбинационное логическое устройство на интегральных микросхемах серии K155 и 531, обеспечивающее включение исполнительного органа в функции трех логических переменных.	36	[9] в сп. доп. литер. (разд. 5).
Оформление контрольной работы	Контрольную работу оформить как технический отчет.	3	[6, 9] в сп. доп. литер. (разд. 5); метод. пособие [7] в сп. доп. литер. (разд. 5).
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы 5	Исследование простейших логических функций на базе электронных схем простейших логических элементов: ознакомиться с инструментарием виртуального стенда, произвести сборку модельных схем простейших логических функций (элементов) согласно заданию, выполнить анализ режимов их работы.	2	[1-6] в сп. осн. литер. (разд. 5); [1-3, 9] в сп. доп. литер. (разд. 5).
Оформление отчета по лабораторной работе 5	Выполнить синтез простейших логических функций (элементов), сделать выводы. Работу оформить как технический отчет.	1	[6, 9] в сп. доп. литер. (разд. 5); метод. пособие [7] в сп. доп. литер. (разд. 5).
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы 6	Синтез типовых комбинационных устройств на базе электронных схем шифраторов троичной клавиатуры: ознакомиться с инструментарием виртуального стенда, произвести сборку модельных схем шифраторов троичной клавиатуры согласно заданию, выполнить анализ режимов их работы.	2	[1-6] в сп. осн. литер. (разд. 5); [1-3, 9] в сп. доп. литер. (разд. 5).
Оформление отчета по лабораторной работе 6	Выполнить синтез шифраторов троичной клавиатуры. Определить вид блокировки, реализуемой собранными модельными схемами шифраторов, сделать выводы. Работу оформить как технический отчет.	1	[6, 9] в сп. доп. литер. (разд. 5); метод. пособие [7] в сп. доп. литер. (разд. 5).
	Итого по разделу:	81	
	Раздел 6. Последовательностные устройства (конечны	е автоматы). Ми	кропроцессоры и микро-ЭВМ
Подготовка к сдаче экзамена	Ознакомиться с перечнем теоретических вопросов по билетам итогового контроля по дисциплине. Разобраться в методике решения типовых задач по основным разделам дисциплины.	4	[1–6] в сп. осн. литер. (разд. 5); [1–3, 6, 9] в сп. доп. литер. (разд. 5).
	Итого по разделу:	4	
Итоговый контроль в форме письменного экзамена по дисциплине	Подготовить полные и правильные письменный ответ на 1 теоретический вопрос и решение 1 задачи билета.	9	_

Окончание табл. ПЗ

Вид работы	Содержание (перечень вопросов)	Трудоемкость, час.	Рекомендации
	Итого:	9	
	Итого по 2 части дисциплины:	94	
	Итого по учебной дисциплине:	184	

#### ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА И МЕТОДИКИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

Оценивание уровня результатов обучения студента осуществляется в виде итоговых (рубежных) контролей по 1 и 2 части дисциплины.

#### Фонды оценочных средств

Фонды оценочных средств, позволяющие оценить РО по данной дисциплине, включают в себя:

- задания к РГР (по 1 части дисциплины), посвященной расчету электромагнита (ЭМ) на постоянном и переменном токе (находятся в УМКД);
- задания к контрольной работе (по 2 части дисциплины), связанной с разработкой комбинационных логических устройств на интегральных микросхемах серии 531 (задание 1) и серии K155 и 531 (задание 2), обеспечивающих включение исполнительного органа в функции трех заданных логических переменных (находятся в УМКД);
  - комплект билетов зачета по 1 части дисциплины (находится в УМКД);
  - комплект экзаменационных билетов по 2 части дисциплины (находится в УМКД).

#### Критерии оценивания

#### Текущее тестирование

Проводится в процессе обучения на практических занятиях по основным разделам 1 части дисшиплины.

#### Домашние задания

Правильно выполненная (после исправления всех недочетов) и полностью оформленная РГР является допуском студента к сдаче итогового контроля (зачета) по 1 части дисциплины.

Правильно выполненная (после исправления всех недочетов) и полностью оформленная контрольная работа является допуском студента к сдаче итогового контроля (экзамена) по 2 части дисциплины.

#### Лабораторные работы

Допуск к лабораторной работе осуществляется в виде беседы с бригадой для контроля знания полной программы и порядка проведения всех опытов в данной работе. Отсутствие правильного ответа хотя бы одного члена бригады означает отстранение от работы всей бригады до момента полной готовности к выполнению работы.

При защите отчета по лабораторной работе учитывается его соответствие требованиям, предъявляемым к техническому отчету (согласно ГОСТ 7.32-2001), и знание студентом теории исследуемой проблемы. Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае: отсутствия необходимых разделов, отсутствия требуемого графического материала, отсутствия исходных данных, наличия грубых ошибок при обработке результатов экспериментов.

#### Зачет и экзамен

Предусмотренные учебным планом итоговый контроль (зачет) по 1 части дисциплины и итоговый контроль (экзамен) по 2 части дисциплины проводятся в письменной форме. Общий зачет по 1 части дисциплины выставляется по результатам выполнения РГР и итогового зачета. Итоговая оценка по 2 части дисциплины выставляется с учетом результатов выполнения контрольной работы и оценки, полученной на экзамене.

#### Требования к отчетной документации

Отчетная документация студента должна соответствовать требованиям к техническому отчету (согласно ГОСТ 7.32-2001). Отчеты по лабораторным работам включают в себя титульный лист, программу работы, электрические (или модельные) схемы, первичную информацию проведенных опытов в виде таблиц, пример расчета необходимых величин (или этапов синтеза комбинационных устройств), построенные в соответствии с нормами ЕСКД графические иллюстрации и, при необходимости, сделанные по результатам работы выводы.

РГР выполняется на листах формата A4 и включает в себя титульный лист, содержание, задание, изложение основной части работы, разделенное на разделы, подразделы и пункты (согласно заданию), список использованных источников литературы и приложения (если они необходимы).

Контрольная работа выполняется на листах формата A4 или на тетрадных листах в клетку и включает в себя титульный лист, задания 1 и 2, изложение основной части работы (отдельно по каждому заданию), разделенное на разделы, подразделы и пункты (согласно заданию), список использованных источников литературы и приложения (если они необходимы).

#### ОБРАЗЕЦ ЗАДАНИЯ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

#### Задание

Вариант.	№
----------	---

В соответствии с заданным вариантом на размер электромагнита (ЭМ), МДС его катушек и величину питающего катушку ЭМ постоянного и переменного напряжения, необходимо выполнить расчет ЭМ по заданному эскизу магнитной системы П-образного типа при питании обмотки от источника постоянного и переменного тока. Для расчета требуется:

- разработать схемы замещения магнитной цепи ЭМ без учета и с учетом сопротивления стали;
- рассчитать магнитные проводимости рабочих и нерабочих воздушных зазоров для пяти значений зазора:  $\delta_{max}$ ;  $0.7\delta_{max}$ ;  $0.7\delta_{max}$ ;  $0.16\delta_{max}$  и  $\delta_{min}$ ;
  - рассчитать проводимость потоков рассеяния;
- определить полную магнитную проводимость магнитной системы с учетом потоков рассеяния для указанных выше значений воздушного зазора;
  - определить силу тяги ЭМ для заданного значения МДС катушек;
  - выбрать конструкцию и размеры катушек с учетом заданных размеров магнитной системы;
  - рассчитать катушку при питании ее постоянным током;
- рассчитать катушку при питании ее переменным током частотой 50 Гц так, чтобы при минимальном зазоре электромагнит развивал такую же силу тяги, как и при питании постоянным током;
- рассчитать и построить на одном графике тяговые характеристики ЭМ на постоянном и переменном токе;
- рассчитать и построить зависимость индуктивного сопротивления катушки на переменном токе от величины зазора без учета сопротивления стали;
- определить ток в катушке ЭМ переменного тока при максимальном и минимальном зазорах без учета потерь в стали.

Все этапы расчета должны содержать подробные выкладки.

Полностью оформленную работу необходимо представить выполненной вручную или в распечатанном виде (в случае электронного оформления) на листах формата A4 с соблюдением норм действующих ГОСТов и ЕСКД.

#### Основная литература:

Рабочая программа, методические указания и контрольные задания по первой части курса «Электрические и электронные аппараты» / ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». Сост. В.Ф. Глазунов. Иваново, 2008. – 24 с.

Список дополнительной литературы:

- 1. Чунихин А.А. Электрические аппараты. М.: Энергоатомиздат, 1998. 718 с.
- 2. Акимов Е.Г. и др. Выбор электрических аппаратов для электроприводов промышленных предприятий. М.: Энергоатомиздат, 1990. 132 с.
  - 3. Низковольтные электрические аппараты. Справочник. В 3-х частях. 1991.
- 4. Залесский А.М., Кукеков Г.А. Тепловые расчеты электрических аппаратов. Л.: Энергия, 1967. 375 с.
- 5. Теория электрических аппаратов / под ред. Г.Н. Александрова. М.: Высшая школа, 1985. 312 с.
  - 6. Родштейн Л. А. Электрические аппараты. Л.: Энергоиздат, 1981. 304 с.
  - 7. Таев Н.С. Электрическая дуга в аппаратах низкого напряжения. М.: Энергия, 1965. 224 с.

- 8. Львова Е.Л. Магнитные усилители в технике автоматического регулирования. М.: Энергия, 1971.-552 с.
  - 9. Таев И. С. Электрические аппараты управления. М.: Высшая школа, 1984. 247 с.
  - 10. Кобленц М. Г. Силовые герконы. М.: Энергия, 1979. 177 с.
  - 11. Буткевич Г.В. и др. Задачи по электрическим аппаратам. М.: Высшая школа, 1987. 232 с.
- 12. Электрические аппараты: Метод. указ. к проведению лаб. работ по первой части курса «Электрические и электронные аппараты» / ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». Сост. В.Ф. Глазунов, Соломаничев М.А. Иваново, 2011. 36 с.
- 13. Морозов Н.А. Правила оформления отчетной документации в учебном процессе: метод. пособие / Н.А. Морозов; ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». Изд. 2-е, перераб. и доп. Иваново, 2009. 104 с.

### ОБРАЗЕЦ ЗАДАНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

#### Задание 1

Разработать комбинационное логическое устройство на интегральных микросхемах серии 531, обеспечивающее включение исполнительного органа в функции логических переменных X1, X2 и X3.

Требуется:

- в соответствии с шифром задания составить таблицу истинности комбинационного устройства;
- используя дизъюнктивную и конъюнктивную формы (ДСНФ и КСНФ), написать логическое уравнение автомата;
  - выполнить преобразование уравнения, используя законы алгебры логики и карты Карно;
  - построить схему логического автомата, используя электромагнитные реле;
  - построить варианты схем автомата на основе интегральных микросхем.

#### Задание 2

Разработать комбинационное логическое устройство (КЛУ) на интегральных микросхемах серии К155 и 531, обеспечивающее включение исполнительного органа по следующей схеме:

Y = X1 + X2 + X3,

где X1, X2, X3 выбираются в соответствии с шифром задания.

Требуется:

- преобразовать десятичные числа варианта входных переменных в двоичный четырехразрядный код;
- каждому разряду двоичного кода входных переменных присвоить произвольное буквенное обозначение и представить в виде таблицы;
  - используя буквенные обозначения входных переменных, составить уравнение для Y;
  - произвести упрощение уравнения;
  - построить схему КЛУ, используя электромагнитные реле;
  - построить варианты схем автомата на основе интегральных микросхем.

Все этапы заданий 1 и 2 выполнить с подробными выкладками.

Полностью оформленную контрольную работу представить выполненной вручную на тетрадных листах в клетку или в распечатанном виде (в случае электронного оформления) на листах формата А4 с соблюдением норм действующих ГОСТов и ЕСКД.

#### Основная литература:

Рабочая программа, методические указания и контрольные задания по второй части курса «Электрические и электронные аппараты» / ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». Сост. В.Ф. Глазунов. Иваново, 2008.-20 с.

Список дополнительной литературы:

- 1. Забродин Ю.С. Промышленная электроника. М.: Высшая школа, 1982. 496 с.
- 2. Токхейм Р. Основы цифровой электроники. М.: Мир, 1988. 392 с.
- 3. Зельдин В.А. Цифровые интегральные микросхемы в информационно-измерительной аппаратуре. Л.: Энергоатомиздат, 1986.-280 с.
  - 4. Савельев А.Я. Прикладная теория цифровых автоматов. М.: Высшая школа, 1987. 272 с.
  - 5. Мышляева И.М. Цифровая схемотехника. М.: Академия, 2005. 400 с.

- 6. Калабеков Б.А. Цифровые устройства и микропроцессорные системы. М.: Горячая линия-Телеком, 2007. – 336 с.
  - 7. Янсен Й. Курс цифровой электроники: в 4-х т. М.: Мир, 1987.
  - 8. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники: в 3-х т. M.: Mир, 1993.
- 9. Пикунов В.В. Электронные аппараты: учеб. пособие / В.В. Пикунов; Иван. гос. энерг. ун-т. Иваново, 2003. 112 с.
- 10. ГОСТ 2.743-91. Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Элементы цифровой техники. М.: Издательство стандартов, 2003. 44 с.
- 11. Морозов Н.А. Правила оформления отчетной документации в учебном процессе: метод. пособие / Н.А. Морозов; ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». Изд. 2-е, перераб. и доп. Иваново, 2009. 104 с.

## ОБРАЗЦЫ БИЛЕТОВ ЗАЧЕТА

Билет №
Типы электрических контактов и режимы их работы.
Билет №
Магнитные пускатели.
Билет №
Тяговая характеристика электромагнита постоянного и переменного тока. Согласование тяговы и противодействующих сил.
Билет №
Классификация электромагнитных реле. Понятие о коэффициенте возврата реле.

## ОБРАЗЦЫ БИЛЕТОВ ЭКЗАМЕНА

Билет №					
1. Общие сведения об ЭВМ.					
2. Получите КСНФ комбинационного ус	стройст 0	ва, если 1	его та	блица истинности имеет вид:	
Y (выход) X1 (вход) X2 (вход)	1	0	1	0	
Билет №					
1. Законы алгебры логики.					
2. Получите обратный код числа 010В и прямой код числа –7.					
Билет №					
1. Сумматоры.					
2. Сложите числа 0111 <sub>2-10</sub> и 0001 <sub>2-10</sub> .					
	Билет Л	<u>.</u>			
1. R-S триггер.					

2. Изобразите функциональную схему цифрового устройства, реализующего логическую функцию  $Y = \bar{k} + a \cdot c \cdot (a+1)$ .