

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Кафедра «Электропривод и автоматизация промышленных установок»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

И.В. Макурин

20 18 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины «Методы и средства решения прикладных задач в
энергетике и электротехнике»

основной профессиональной образовательной программы
подготовки магистров по направлению
13.04.02 "Электроэнергетика и электротехника",
профиль «Электропривод и автоматика»

Форма обучения Заочная

Технология обучения Традиционная

Комсомольск-на-Амуре 20 18

Автор рабочей программы
доцент, канд. техн. наук, доцент

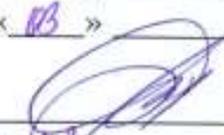

С.А. Васильченко
« 03 » 10 2017 г.

СОГЛАСОВАНО

Директор библиотеки


И.А. Романовская
« 03 » 10 2017 г.

Заведующий кафедрой ЭПАПУ


В.А. Соловьев
« 03 » 10 2017 г.

Декан электротехнического факультета


А.С. Гудим
« 03 » 10 2017 г.

Начальник учебно-методического
управления


Е.Е. Поздеева
« 03 » 10 2017 г.

Введение

Рабочая программа дисциплины «Методы и средства решения прикладных задач в энергетике и электротехнике» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 21.11.2014 № 1500, и основной профессиональной образовательной программы подготовки магистров по направлению 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника».

1 Аннотация дисциплины

Наименование дисциплины	<i>Методы и средства решения прикладных задач в энергетике и электротехнике</i>							
Цель дисциплины	Изучение методов и средств решения прикладных задач в энергетике и электротехнике							
Задачи дисциплины	Формирование навыков владения приемами и методами решения специальных задач расчета параметров и режимов электротехнического оборудования							
Основные разделы дисциплины	Методы определения электрических нагрузок и выбора электрооборудования электрических сетей Методы определения потерь мощности, электрической энергии и напряжения в электрооборудовании электрических сетей Методы расчета параметров и характеристик аварийных режимов электрооборудования электрических сетей Показатели качества электрической и методики определения диапазона их изменений, используемые при сертификации электрических сетей Методика расчета мощности электрических двигателей, используемых в турбомеханизмах, и определение энергетической эффективности различных способов регулирования производительности турбомеханизмов Методы анализа электромагнитных процессов в статических преобразовательных устройствах Современные аппаратно-программные (инструментальные) средства анализа режимов работы электрооборудования							
Общая трудоемкость дисциплины	5 з.е. / 180 академических часа							
	Семестр	Аудиторная нагрузка, ч				СРС, ч	Промежуточная аттестация, ч	Всего за семестр, ч
		Лекции	Пр. занятия	Лаб. работы	Курсовое проектирование			
		1 семестр	10	4	4			
2 семестр	10	4	4	-	81	9	108	
ИТОГО:	20	8	8	-	131	13	180	

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Дисциплина «Методы и средства решения прикладных задач в энергетике и электротехнике» нацелена на формирование компетенций, знаний, умений и навыков, указанных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, знания, умения, навыки

Наименование и шифр компетенции, в формировании которой принимает участие дисциплина	Перечень формируемых знаний, умений, навыков, предусмотренных образовательной программой		
	Перечень знаний (с указанием шифра)	Перечень умений (с указанием шифра)	Перечень навыков (с указанием шифра)
ОПК-1 Способностью формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки	1 семестр		
	З1(ОПК-1-1) Знать требования законодательства РФ и нормативных правовых актов, нормативных технических и методических документов к составу и содержанию разделов электроснабжения проектируемых систем электропривода.	У1(ОПК-1-1) Уметь осуществлять постановку и решение задачи использования оборудования электроснабжения для разрабатываемой системы электропривода	Н1(ОПК-1-1) Владеть методикой разработки технического задания на предпроектное обследование системы энергоснабжения проектируемого электропривода
			Н2(ОПК-1-1) Владеть разработкой частных технических решений на проектирование систем электроснабжения электроприводов
	2 семестр		
	З1(ОПК-1-2) Критерии оценки эффективности работы систем электроснабжения разрабатываемого электропривода	У1(ОПК-1-2) Уметь выбирать критерии оценки эффективности работы систем электроснабжения для электроприводов	Н1(ОПК-1-2) Владеть методикой использования программно-аппаратных средств при проектировании и исследовании энергетических и электротехнических систем
			Н2(ОПК-1-2) Владеть методикой определения показателей оценки эффективности работы энергетических и электротехнических систем

3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Методы и средства решения прикладных задач в энергетике и электротехнике» изучается на 1 курсе в 1 и 2 семестрах и является начальной при формировании компетенции ОПК-1.

Дисциплина является базовой дисциплиной входит, в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к базовой части.

Знания, умения и навыки, сформированные дисциплиной «Методы и средства решения прикладных задач в энергетике и электротехнике» является основной для успешного выполнения выпускной квалификационной работы.

Входной контроль при изучении дисциплины не проводится.

4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 5 зачетных единицы, 180 академических часа.

Распределение объема дисциплины (модуля) по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины (модуля) по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
	Заочная форма обучения
В 1 семестре	
Общая трудоемкость дисциплины	72
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего	18
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	10
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	8
Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	50
Промежуточная аттестация обучающихся	4
Во 2 семестре	

Объем дисциплины	Всего академических часов
	Заочная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	108
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего	18
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	10
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	8
Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	81
Промежуточная аттестация обучающихся	9
ИТОГО	180

5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоемкость (в часах)	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				компетенции	ЗУН
1	2	4	3	5	6
Раздел 1 Методы определения электрических нагрузок и выбора электрооборудования электрических сетей					
Тема 1.1 Основные термины, определения и технические показатели электрооборудования, используемые в сетях электроснабжения	Лекция	1	традиционная	ОПК-1-1	31(ОПК-1-1)
Тема 1.2 Понятие электрических нагрузок и их графиков, центры электрических нагрузок	Лекция	1	традиционная	ОПК-1-1	31(ОПК-1-1)
Методики определения технических показате-	СРС	4	изучение теоретиче-	ОПК-1-1	31(ОПК-1-1)

1	2	4	3	5	6
лей электроприемников и методики расчета параметров графиков электрических нагрузок			ских разделов дисциплины		
Лабораторная работа 1. Изучение технических характеристик анализатора электропотребления AR6 и исследование режимов электропотребления с использованием этого анализатора	Лабораторная работа	4		ОПК-1-1	У1(ОПК-1-1)
Тема 1.3 Методы определения установившихся расчетных нагрузок	Лекция	1	традиционная	ОПК-1-1	31(ОПК-1-1)
Методики определения толковых расчетных нагрузок	СРС	4	изучение теоретических разделов дисциплины	ОПК-1-1	31(ОПК-1-1)
Практическое задание 1. Расчет нагрузок в электрических сетях	Практические занятия	2	диалоговое общение	ОПК-1-1	У1(ОПК-1-1) Н2(ОПК-1-1)
РГР 1. Типовые расчеты в электрических сетях (часть 1)	СРС - выполнение РГР	26	подбор литературы, выполнение расчетов, оформление	ОПК-1-1	Н1(ОПК-1-1) Н2(ОПК-1-1)
Текущий контроль по разделу 1		-	опрос	-	-
ИТОГО по разделу 1	Лекции	3	-	-	-
	Практические занятия	2	-	-	-
	Лабораторные работы	4			
	СРС	34	-	-	-
Раздел 2 Методы определения потерь мощности, электрической энергии и напряжения в электрооборудовании электрических сетей					
Тема 2.1 Классификация потерь электрической энергии в электрооборудовании электрических сетей, схемы замещения элементов электрических сетей, цели расчета потерь электрической энергии.	Лекции	2	традиционная	ОПК-1-1	31(ОПК-1-1)

1	2	4	3	5	6
Тема 2.2 Методы расчета условно-постоянных и нагрузочных потерь электрической энергии, методы расчета потерь мощности и потерь	Лекции	1	традиционная	ОПК-1-1	31(ОПК-1-1)
Методики продольного и поперечного регулирования потерь напряжения в элементах электрических сетей.	СРС	8	изучение теоретических разделов дисциплины	ОПК-1-1	31(ОПК-1-1)
Практическое задание 2. Расчет потерь электрической энергии в системах электроснабжения	Практические занятия	1	диалоговое общение	ОПК-1-1	У1(ОПК-1-1) Н2(ОПК-1-1)
Текущий контроль по разделу 2		-	опрос	-	-
ИТОГО по разделу 2	Лекции	3	-	-	-
	Практические занятия	1	-	-	-
	СРС	8	-	-	-
Раздел 3 Методы анализа электромагнитных процессов в статических преобразовательных устройствах					
Тема 3.1 Понятие переходных и квазиустановившихся процессов в устройствах преобразовательной техники. Методы анализа электромагнитных процессов в статических преобразователях: метод припасовывания и метод коммутационных функций.	Лекции	2	традиционная	ОПК-1-1	31(ОПК-1-1))
Тема 3.2 Основы моделирования преобразовательных устройств с использованием пакета программ MATLAB.	Лекция	2	традиционная	ОПК-1-1	31(ОПК-1-1)
Изучение компонентов пакета программ MATLAB	СРС	8	изучение теоретических разделов дисциплины	ОПК-1-1	У1(ОПК-1-1) Н2(ОПК-1-1)
Практическое задание 3. Методики расчета энергетических и ди-	Практические занятия	1	диалоговое общение	ОПК-1-1	У1(ОПК-1-1) Н2(ОПК-1-1)

1	2	4	3	5	6
намических показателей статических преобразователей энергии.					
Текущий контроль по разделу 3		-	опрос	-	-
ИТОГО по разделу 3	Лекции	4	-	-	-
	Практические занятия	1	-	-	-
	СРС	8	-	-	-
Промежуточная аттестация по дисциплине в 1 семестре		4	зачет	-	-
ИТОГО по дисциплине в 1 семестре	Лекции	10	-	-	-
	Практические занятия	4	-	-	-
	Лабораторные работы	4			
	СРС	50	-	-	-
Раздел 4 Методика расчета мощности электрических двигателей, используемых в турбомеханизмах, и определение энергетической эффективности различных способов регулирования производительности турбомеханизмов					
Тема 4.1. Методика расчета мощности электродвигателей центробежных насосов и осевых вентиляторов	Лекция	2	интерактивная	ОПК-1-2	31(ОПК-1-2)
Тема 4.2 Расчет показателей энергетической эффективности различных способов регулирования производительности турбомеханизмов,	Лекция	2	интерактивная	ОПК-1-2	31(ОПК-1-2)
Методика расчета экономии электрической энергии, возможной при использовании для регулирования производительности турбомеханизмов асинхронных частотно-регулируемых электроприводов.	СРС	19	изучение теоретических разделов дисциплины	ОПК-1-2	31(ОПК-1-2)
Расчет энергоэффективности частотно-регулируемых электроприводов турбомеханизмов	Практические занятия	4			У1(ОПК-1-2) Н2(ОПК-1-2)
Текущий контроль по разделу 4		-	опрос	-	-
ИТОГО по разделу 4	Лекции	4	-	-	-
	Практические занятия	4			

1	2	4	3	5	6
	СРС	19	–	–	–
Раздел 5 Методы расчета параметров и характеристик аварийных режимов электрооборудования электрических сетей					
Тема 5.1 Определение аварийных режимов электрооборудования электрических сетей, методы расчета установившихся и ударных токов симметричных и несимметричных коротких замыканий в точках электрической сети удаленных от генераторов	Лекции	2	традиционные	ОПК-1-2	31(ОПК-1-2)
Особенности расчета токов коротких замыканий в точках сети, близких к генераторам; расчет параметров схем замещения электрических сетей в режимах коротких замыканий	СРС	18	изучение теоретических разделов дисциплины	ОПК-1-2	У1(ОПК-1-2) Н2(ОПК-1-2)
РГР 2. Типовые расчеты в электрических сетях (часть 2)	СРС - выполнение РГР	26	подбор литературы, выполнение расчетов, оформление	ОПК-1-2	У1(ОПК-1-2) Н2(ОПК-1-2)
Текущий контроль по разделу 5		-	опрос	–	–
ИТОГО по разделу 5	Лекции	2	–	–	–
	СРС	44	–	–	–
Раздел 6 Современные аппаратно-программные (инструментальные) средства анализа режимов работы электрооборудования					
Тема 6.1 Анализатор электропотребления AR6 его функции и основные технические характеристики, структура программного обеспечения, методика практической работы с анализатором, представление результатов измерений; анализатор	Лекции	2	традиционная	ОПК-1-2	31(ОПК-1-2)

1	2	4	3	5	6
электрических сетей «Энергомонитор», его функции и основные технические характеристики, структура программного обеспечения, методика практической работы с анализатором, представление результатов измерений					
Измеритель показателей качества электроэнергии «Ресурс-UF2m», его функции и основные технические характеристики, структура программного обеспечения, методика практической работы с измерителем, представление результатов измерений; измерители сопротивлений электрических сетей и фазометры, их функции и основные технические характеристики	Лекции	2	традиционная	ОПК-1-2	31(ОПК-1-2)
Современные расходомеры	СРС	18	изучение теоретических разделов дисциплины	ОПК-1-2	У1(ОПК-1-2) Н1(ОПК-1-2)
Лабораторная работа 2. Изучение технических характеристик измерителя показателей качества электрической энергии Ресурс-UF2m и исследование режимов электропотребления с использованием этого измерителя	Лабораторная работа	2		ОПК-1-2	Н1(ОПК-1-2) Н2(ОПК-1-2)
Лабораторная работа 3. Изучение технических характеристик вольт-амперфазометра Парма ВАФ-А-2 и измерителя параметров заземляющих устройств MRU-200 и	Лабораторная работа	2		ОПК-1-2	Н1(ОПК-1-2) Н2(ОПК-1-2)

1	2	4	3	5	6
измерение характеристик электрических сетей этими приборами					
Текущий контроль по разделу 6		-	опрос	–	–
ИТОГО по разделу 6	Лекции	4	–	–	–
	Лабораторные работы	4	–	–	–
	СРС	18	–	–	–
Промежуточная аттестация по дисциплине во 2 семестре		9	экзамен	–	–
ИТОГО по дисциплине в 2 семестре	Лекции	10	–	–	–
	Лабораторные работы	4	–	–	–
	Практические занятия	4			
	СРС	81	–	–	–
Промежуточная аттестация по дисциплине		9	экзамен		
ИТОГО по дисциплине	Лекции	20			
	Лабораторные работы	8			
	Практические занятия	8			
	СРС	131			
ИТОГО: общая трудоемкость дисциплины 180 часов, в том числе с использованием активных методов обучения 2 час					

6 Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Самостоятельная работа обучающихся, осваивающих дисциплину *«Методы и средства решения прикладных задач в энергетике и электротехнике»*, состоит из следующих компонентов: *изучение теоретических разделов дисциплины; подготовка к лабораторным и практическим занятиям; подготовка и оформление РГР*. Для успешного выполнения всех разделов самостоятельной работы учащимся рекомендуется использовать следующее учебно-методическое обеспечение:

1. Изучение технических характеристик вольтамперфазометра Парма ВАФ-А-2 и измерителя параметров заземляющих устройств MRU-200 и измерение характеристик электрических сетей этими приборами: методические указания к лабораторной работе по курсу *«Методы и средства решения прикладных задач в энергетике и электротехнике»* /сост.: С.А. Васильченко, С.П. Черный, А.С. Гудим, Суздорф В.И. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУВПО «КнАГТУ», 2009. – 6 с.

2. Изучение технических характеристик анализатора электропотребления AR6 и исследование режимов электропотребления с использованием этого анализатора: методические указания к лабораторной работе по курсу *«Методы и средства решения прикладных задач в энергетике и электротехнике»*

/сост.: С.А. Васильченко, С.П. Черный, А.С. Гудим, Суздорф В.И. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУВПО «КнАГТУ», 2009. – 7 с.

3. Изучение технических характеристик измерителя показателей качества электрической энергии Ресурс-UF2 и исследование режимов электропотребления с использованием этого измерителя: методические указания к лабораторной работе по курсу «Методы и средства решения прикладных задач в энергетике и электротехнике» /сост.: С.А. Васильченко, С.П. Черный, А.С. Гудим, Суздорф В.И. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУВПО «КнАГТУ», 2009. – 10 с.

4. Изучение технических характеристик анализатора электропотребления Энергомонитор 3.3и исследование режимов электропотребления с использованием этого анализатора: методические указания к лабораторной работе по курсу «Методы и средства решения прикладных задач в энергетике и электротехнике» /сост.: С.А. Васильченко, С.П. Черный, А.С. Гудим, Суздорф В.И. – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУВПО «КнАГТУ», 2009. – 8 с.

Таблица 4 – Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы студентов при 16-недельном семестре

Вид самостоятельной работы	Часов в неделю																	Итого по видам работ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Подготовка к практическим занятиям												1	1	1	1			4
Подготовка к лабораторным занятиям												1	1	1	1			4
Изучение теоретических разделов дисциплины			2	2	2	2	2		2		2		2					16
Выполнение РГР 1		2		4		4		4		4		4	2	2				26
ИТОГО в 1 семестре		2	2	6	2	6	2	4	2	4	2	6	6	4	2			50

Таблица 5 – Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы студентов при 16-недельном семестре

Вид самостоятельной работы	Часов в неделю																Итого по видам работ	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		17
Подготовка к практическим занятиям												2	2	2	2			8
Подготовка к лабораторным занятиям												2	2	2	2			8
Изучение теоретических разделов дисциплины		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3				39
Выполнение РГР 2		2		4		4		4		4		4	2	2				26
ИТОГО в 2 семестре		5	3	7	3	7	3	7	3	7	3	11	9	9	4			81

**7 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля
и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Таблица 6 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
1 семестр			
Раздел 1	31(ОПК-1-1) У1(ОПК-1-1) Н1(ОПК-1-1) Н2(ОПК-1-1)	практические задания, лабораторные работы, РГР, вопросы к экзамену	<p>Полнотой и правильностью ответов на экзамене демонстрирует хорошее знание основных технических показателей электроприемников, видов расчетных нагрузок, методик их определения.</p> <p>Полнотой и правильностью выполнения практических заданий и расчетно-графической работы демонстрирует хорошее умение выполнения расчетов статических и динамических нагрузок электроприемников и навыки, необходимые для проектирования систем электроснабжения. Аргументированностью ответов при защите лабораторных работ демонстрирует хорошее умение пользоваться техникой измерения нагрузок.</p>
Раздел 2	31(ОПК-1-1) У1(ОПК-1-1) Н2(ОПК-1-1)	практические задания, вопросы к экзамену	<p>Полнотой и правильностью ответов на экзамене демонстрирует хорошее знание классификации потерь мощности, энергии и напряжения в элементах системы электроснабжения и методик их расчета. Полнотой и правильностью выполнения практических заданий демонстрирует хорошее умение выполнения расчетов потерь и навыки, необходимые для проектирования систем электроснабжения.</p>

Раздел 3	З1(ОПК-1-1) У1(ОПК-1-1) Н2(ОПК-1-1)	практические задания, вопросы к экзамену	Полнотой и правильностью ответов на экзамене демонстрирует хорошее знание особенностей протекания электромагнитных процессов в схемах статических преобразователей энергии, методик расчета квазиустановившихся и переходных процессов в схемах преобразователей. Полнотой и правильностью выполнения практических заданий демонстрирует хорошее умение выполнения расчетов электромагнитных процессов в преобразователях, их показателей и навыки, необходимые для проектирования систем электропривода.
2 семестр			
Раздел 4	З1(ОПК-1-2) У1(ОПК-1-2) Н2(ОПК-1-2)	практические задания, вопросы к экзамену	Полнотой и правильностью ответов на экзамене демонстрирует хорошее знание расчета мощности электродвигателей для турбомеханизмов, методик расчета показателей энергоэффективности при различных способах регулирования их производительности. Полнотой и правильностью выполнения практических заданий демонстрирует хорошее умение выполнения расчетов экономии электрической энергии при использовании частотно-регулируемых электроприводов турбомеханизмов.
Раздел 5	З1(ОПК-1-2) У1(ОПК-1-2) Н2(ОПК-1-2)	РГР, вопросы к экзамену	Полнотой и правильностью ответов на экзамене демонстрирует хорошее знание особенностей аварийных режимов в системах электроснабжения, знание методик расчета симметричных и несимметричных коротких замыканий в электрических сетях. Полнотой и правильностью выполне-

			ния расчетно-графической работы демонстрирует хорошее умение выполнения расчетов токов симметричных коротких замыканий и навыки, необходимые для проектирования систем электроснабжения.
Раздел 6	31(ОПК-1-2) У1(ОПК-1-2) Н1(ОПК-1-2) Н2(ОПК-1-2)	лабораторные работы, вопросы к экзамену	Полнотой и правильностью ответов на экзамене демонстрирует хорошее знание методик применения современных программно-аппаратных инструментальных средств для анализа эффективности работы систем электроснабжения. Аргументированностью ответов при защите лабораторных работ демонстрирует хорошее умение пользоваться измерительной техникой.

Промежуточная аттестация в 1 семестре проводится в форме зачета, во втором семестре в форме экзамена.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 7).

Таблица 7 – Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
1 семестр <i>Промежуточная аттестация в форме зачета</i>				
1	Практическое задание 1	в течение семестра	5 баллов	5 баллов – студент показал отличные навыки применения полученных навыков и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 4 балла – студент показал хорошие навыки применения полученных навыков и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 3 балла – студент показал удовлетворительное владение навыками применения полученных навыков и умений при
2	Практическое задание 2	в течение семестра	5 баллов	
3	Практическое задание 3	в течение семестра	5 баллов	

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 2 балла – студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.
4	Лабораторная работа 1	в течение семестра	5 баллов	5 баллов – студент показал отличные навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 4 балла – студент показал хорошие навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 3 балла – студент показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 2 балла – студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 0 баллов – работа не выполнена
5	РГР 1 по теме 1.3	в течение семестра	10	10 баллов - студент правильно выполнил задание. Показал отличное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите. 8 баллов - студент выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите. 6 баллов - студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей.

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
				4 балла - при выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей. 0 баллов – работа не выполнена
	Текущая аттестация	-	30 баллов	-
	ИТОГО:		30 баллов	
<p>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: менее 75% от максимально возможной суммы баллов – «не зачет» (недостаточный уровень для текущего контроля по дисциплине); 75% и более от максимально возможной суммы баллов – «зачет» (достаточный уровень для текущего контроля по дисциплине).</p>				

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
2 семестр				
<i>Промежуточная аттестация в форме экзамена</i>				
6	Лабораторная работа 2	в течение семестра	5 баллов	5 баллов – студент показал отличные навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 4 балла – студент показал хорошие навыки применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 3 балла – студент показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 2 балла – студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. 0 баллов – работа не выполнена
	Лабораторная работа 3	в течение семестра	5 баллов	
7	Лабораторная работа 4	в течение семестра	5 баллов	

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
8	Практическое задание 4	в течение семестра	5 баллов	<p>5 баллов – студент показал отличные навыки применения полученных навыков и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.</p> <p>4 балла – студент показал хорошие навыки применения полученных навыков и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.</p> <p>3 балла – студент показал удовлетворительное владение навыками применения полученных навыков и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.</p> <p>2 балла – студент продемонстрировал недостаточный уровень владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала.</p>
7	РГР 2 по теме 5.1	в течение семестра	10 баллов	<p>10 баллов - студент правильно выполнил задание. Показал отличное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы на защите.</p> <p>8 баллов - студент выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов на защите.</p> <p>6 баллов - студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено много неточностей.</p> <p>4 балла - при выполнении задания студент продемонстрировал недостаточный уровень владения навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы на защите было допущено множество неточностей.</p> <p>0 баллов – работа не выполнена</p>

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
	Текущая аттестация	-	30 баллов	
	Экзамен:	Вопрос – оценивание уровня усвоенных знаний	20 баллов	20 баллов - студент правильно ответил на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы. 15 баллов - студент ответил на теоретический вопрос билета с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов. 10 баллов - студент ответил на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей. 0 баллов - при ответе на теоретический вопрос билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.
	Промежуточная аттестация:		20 баллов	
	ИТОГО:		50 баллов	
<p>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине: 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине); 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – «удовлетворительно» (пороговый, минимальный уровень); 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – «хорошо» (средний уровень); 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – «отлично» (высокий, максимальный уровень)</p>				

Задания для текущего контроля

Практические задания

Практическое задание 1. Расчет нагрузок в электрических сетях

Цель задания: Научиться определять электрические нагрузки, создаваемые в электрических сетях различным электрооборудованием знание которых необходимо при проектировании систем электроснабжения.

Вопросы:

1. Что такое расчетные нагрузки?
2. С какой целью определяют расчетные нагрузки?
3. Для чего используются декодирующие устройства?
4. Перечислите методы определения расчетных нагрузок?
5. Какие бывают графики нагрузок?
6. Перечислите основные параметры графиков нагрузок?

Практическое задание 2. Расчет потерь электрической энергии в системах электроснабжения

Цель задания: Изучить методику расчета потерь мощности, электрической энергии и напряжения в электрических сетях

Вопросы:

1. С какой целью определяют потери электрической энергии в элементах электрических сетей?
2. Что считают условно-постоянными потерями электрической энергии?
3. Что считают нагрузочными потерями электрической энергии?
4. Что считают метрологическими потерями электрической энергии?
5. Приведите типовую схему замещения для расчета электрических потерь в элементе системы электроснабжения?
6. Какие методы расчета потерь электрической энергии считаются наиболее точными?
7. Что считают нетехническими потерями электрической энергии?
8. Поясните возможные способы регулирования потерь напряжения в электрических сетях?

Практическое задание 3. Методики расчета энергетических и динамических показателей статических преобразователей энергии

Цель задания: Научиться определять энергетические и динамические показатели статических преобразователей электрической энергии, необходимые при разработке электроприводов.

Вопросы:

1. Перечислите энергетические показатели статических преобразователей энергии?
2. Почему статические преобразователи энергии потребляют из питающей сети мощность искажения?
3. От чего зависит реактивная мощность, потребляемая из питающей сети статическим преобразователем?
4. Поясните общую универсальную методику расчета энергетических характеристик статических преобразователей энергии?
5. Какие инерционности влияют на быстроедействие статических преобразователей электрической энергии?
6. Поясните оценку динамических показателей управляемых выпрямителей с использованием описывающих функций?

7. Поясните оценку динамических показателей управляемых выпрямителей с использованием непрерывной полезной составляющей выпрямленной ЭДС?
8. Поясните применение систем структурного моделирования для анализа электромагнитных процессов в схемах статических преобразователей энергии и расчета энергетических и динамических показателей этих преобразователей?

Практическое задание 4. Методики расчета энергетических и динамических показателей статических преобразователей энергии

Цель задания: Научиться определять экономию электрической энергии при использовании частотно-регулируемых электроприводов турбомеханизмов.

Вопросы:

1. Как определить мощность на валу турбомеханизма?
2. Почему регулирование производительности турбомеханизма дросселированием наиболее затратно?
3. Сравнить по энергозатратам различные способы регулирования производительности турбомеханизмов?
4. Что является критериями для использования частотно-регулируемых электроприводов в турбомеханизмах?
5. Что такое Q-H характеристики турбомеханизма?
6. Какие дополнительные преимущества, кроме экономии электрической энергии, дает применение частотно-регулируемых электроприводов для турбомеханизмов?

Примеры задач для практических занятий

Задача 1

Три однофазных сварочных трансформатора с указанными ниже паспортными данными включены на линейные напряжения $U_{л} = 380$ В. Определить условную трехфазную номинальную мощность $P_{ном.у}$, если $S_1 = 80$ кВА; $S_2 = 30$ кВА; $S_3 = 32$ кВА; $ПВ_1 = 0,5$; $ПВ_2 = 0,65$; $ПВ_3 = 0,65$; $\cos\varphi_1 = 0,5$; $\cos\varphi_2 = 0,53$; $\cos\varphi_3 = 0,54$.

Решение.

Номинальные приведенные мощности трансформаторов:

$$P_{ном1} = \sqrt{ПВ_1} \cos\varphi_1 = 80 \cdot \sqrt{0,5} \cdot 0,5 = 28 \text{ кВт};$$

$$P_{ном2} = \sqrt{ПВ_2} \cos\varphi_2 = 30 \cdot \sqrt{0,65} \cdot 0,53 = 13 \text{ кВт};$$

$$P_{ном3} = \sqrt{ПВ_3} \cos\varphi_3 = 32 \cdot \sqrt{0,65} \cdot 0,54 = 14 \text{ кВт}.$$

Нагрузка наиболее нагруженной фазы при включении трансформаторов на соответствующие фазы:

$$P_a = (P_{ab} + P_{ca}) / 2 = (28 + 14) / 2 = 21 \text{ кВт};$$

$$P_b = (P_{ab} + P_{bc}) / 2 = (28 + 13) / 2 = 20,5 \text{ кВт};$$

$$P_c = (P_{ac} + P_{bc}) / 2 = (14 + 13) / 2 = 13,5 \text{ кВт}.$$

Следовательно, наиболее загруженной является фаза $P_a = P_{ном.ф} = 21$ кВт. Условная трехфазная номинальная мощность $P_{ном.у} = 3P_a = 3 \cdot 21 = 63$ кВт.

Полная нагрузка и ток при $\cos\varphi = 0,5$ для наибольшей нагрузки S_1 , составят

$$S_{\max} = P_{ном.у} / \cos\varphi = 63 / 0,5 = 126 \text{ кВА};$$

$$I_{\max} = S_{\max} / (\sqrt{3} \cdot U_{л}) = 126 / (\sqrt{3} \cdot 380) = 190 \text{ А}.$$

Задача 2

Определить максимальную нагрузку группы электроприемников длительного режима работы по следующим данным:

а) $2 \cdot 80 = 160$ кВт; $2 \cdot 50 = 100$ кВт; $K_{и} = 0,4$; $\cos\varphi = 0,8$;

б) $1 \cdot 40 = 40$ кВт; $6 \cdot 15 = 90$ кВт; $K_{и} = 0,6$; $\cos\varphi = 0,8$;

в) 14 двигателей разной мощности от 7 до 15 кВт общей мощностью 170 кВт,

$K_{и} = 0,2$; $\cos\varphi = 0,65$.

Решение.

Общая установленная мощность

$$P_{ном\Sigma} = 160 + 100 + 40 + 90 + 170 = 560 \text{ кВт}.$$

Эффективное число электроприемников

$$n_{эф} = 2P_{ном\Sigma} / P_{макс1} = 2 \cdot 560 / 80 = 14.$$

Средние активная и реактивная мощности нагрузки за смену:

$$P_{см} = 0,4 \cdot 260 + 0,6 \cdot 130 + 0,2 \cdot 170 = 216 \text{ кВт};$$

$$Q_{см} = 104 \cdot 0,75 + 78 \cdot 0,75 + 34 \cdot 1,2 = 177 \text{ кВар}.$$

Средний коэффициент использования

$$K_{и.ср} = P_{см} / P_{ном\Sigma} = 216 / 560 = 0,39.$$

По найденным величинам $n_{эф} = 14$ и $K_{и.ср} = 0,39$, используя типовые упорядоченные диаграммы, приведенные в справочной литературе, находим $k_{макс} = 1,31$. Тогда максимальные активная, реактивная и полная мощность соответственно будут

$$P_{макс} = 1,31 \cdot 216 = 283 \text{ кВт};$$

$$Q_{макс} = 1,0 \cdot 177 = 177 \text{ кВАр};$$

$$S_{макс} = (283^2 + 177^2)^{0,5} = 334 \text{ кВА}.$$

Задача 3

Завод сельскохозяйственного машиностроения при двухсменной работе выпускает 50 тысяч культиваторов в год. Определить годовой расход электроэнергии $W_{год}$ и максимальную мощность $P_{макс}$, потребляемые заводом для того, чтобы получить от энергосистемы технические условия на присоединение завода для обеспечения его электроснабжения.

Решение.

Для выполнения задания применяем метод расчета потребляемой электроэнергии по удельным нормам ее расхода на единицу выпускаемой продукции.

По справочнику находим удельную норму на изготовление культиваторов 900 кВт.ч/шт. Тогда годовой расход электроэнергии $W_{год} = 900 * 50000 = 45$ млн.кВтч.

Расход электроэнергии на вспомогательные нужды и освещение принимаем равным 10% от производственных расходов, т. е. 4,5 млн.кВтч.

Таким образом, общий расход электроэнергии составит 49,5 млн.кВтч. Принимая при двухсменной работе завода число часов максимума нагрузки $T_{max} = 4500$ ч., определяем максимальную мощность (нагрузку): $P_{max} = W_{год} / T_{max} = 49,5 * 10^6 / 4500 = 11000$ кВт.

Таким образом, исходными данными для присоединения завода к энергосистеме являются годовой расход электроэнергии $W_{год} = 49,5$ млн.кВтч и максимальная нагрузка $P_{max} = 11000$ кВт. Число, тип и мощность цеховых и заводской подстанций будут определяться значением предоставляемого энергосистемой напряжения и принятой схемой электроснабжения.

Задача 4

Определить потери активной энергии за год в трехфазной воздушной линии напряжением $U = 6$ кВ, длиной $l = 8,2$ км с сечением токопровода 95 мм^2 , питающей промышленное предприятие с трехсменной работой. Годовой расход электроэнергии $W_{год} = 4980 * 10^3$ кВтч при максимальной нагрузке $I_{max} = 100$ А и коэффициенте мощности $\cos \varphi = 0,8$.

Решение

По справочнику сопротивление провода сечением 95 мм^2 $r_0 = 0,33$ Ом/км.

Общее активное сопротивление линии

$$R = r_0 l = 0,33 * 8,2 = 2,7 \text{ Ом.}$$

Максимальная мощность нагрузки

$$P_{max} = \sqrt{3} U I_{max} \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 6 \cdot 100 \cdot 0,8 = 830 \text{ кВт}$$

Время использования максимума нагрузки

$$T_{max} = T_u = W_{год} / P_{max} = 4980 * 10^3 / 830 = 6000 \text{ ч.}$$

Из справочных данных имеем для $T_{max} = 6000$ ч, $\cos \varphi = 0,8$ время потерь $\tau = 4750$ ч. Потери электроэнергии

$$\Delta W = 3 I_{max}^2 R \tau * 10^3 = 3 * 100^2 * 2,7 * 4750 * 10^3 = 389 * 10^3 \text{ кВт.ч.}$$

Защита лабораторных работ

Лабораторная работа 1. Изучение технических характеристик анализатора электропотребления AR6 и исследование режимов электропотребления с использованием этого анализатора

1. Назначение анализатора электропотребления AR6?
2. Основные функции и характеристики анализатора электропотребления AR6?
3. Какие схемы измерения могут быть реализованы с использованием анализатора электропотребления AR6?
4. Назначение и основные функции программного обеспечения "Power Vision"?
5. В чем проявляются недостатки анализатора электропотребления AR6 при измерении показателей качества электрической энергии?
6. При каких температурах окружающего воздуха можно применять анализатора электропотребления AR6?

Лабораторная работа 2. Изучение технических характеристик измерителя показателей качества электрической энергии Ресурс-UF2 и исследование режимов электропотребления с использованием этого измерителя

1. Назначение измерителя показателей качества электрической энергии Ресурс-UF2?
2. Основные функции и характеристики измерителя показателей качества электрической энергии Ресурс-UF?
3. Какие схемы измерения могут быть реализованы с использованием измерителя показателей качества электрической энергии Ресурс-UF2?
4. Назначение и основные функции программного обеспечения UF2Plus?
5. В чем проявляется удобство применения измерителя показателей качества электрической энергии Ресурс-UF ?
6. При каких температурах окружающего воздуха можно применять измеритель показателей качества электрической энергии Ресурс-UF?

Лабораторная работа 3. Изучение технических характеристик анализатора электропотребления Энергомонитор и исследование режимов электропотребления с использованием этого анализатора

1. Назначение анализатора электропотребления Энергомонитор?
2. Основные функции и характеристики анализатора электропотребления Энергомонитор?
3. Какие схемы измерения могут быть реализованы с использованием анализатора электропотребления Энергомонитор?
4. Назначение и основные функции программного обеспечения EMWorkNet?
5. В чем проявляется удобство применения анализатора электропотребления Энергомонитор при измерении показателей качества электрической энергии?
6. При каких температурах окружающего воздуха можно применять анализатора электропотребления Энергомонитор?

Лабораторная работа 4. Изучение технических характеристик вольт-амперфазометра Парма ВАФ-А-2 и измерителя параметров заземляющих устройств MRU-200 и измерение характеристик электрических сетей этими приборами

1. Назначение вольтамперфазометра ВАФ-А -2?
2. Основные функции вольтамперфазометра ВАФ-А -2?
3. Назначение измерителя параметров заземляющих устройств MRU-200?
4. Основные функции измерителя параметров заземляющих устройств MRU-200?
5. В чем проявляется удобство применения вольтамперфазометра ВАФ-А -2?
6. При каких температурах окружающего воздуха можно применять вольт-амперфазометр ВАФ-А -2?

Расчетно-графические работы

РГР 1. Типовые расчеты в электрических сетях (часть 1)

1. Построение графиков нагрузок и расчет их параметров

Цех промышленного предприятия получает питание на напряжении 35 кВ по кабельной линии. Известны показания счетчиков активной и реактивной энергии через каждые 30 минут (таблица 1.1). Счетчики установлены на вводе в цех. Требуется построить хронологический график активной, реактивной и полной нагрузок, полного тока фазы кабеля, упорядоченный график активной нагрузки; определить требуемое сечение фазы кабеля, предполагая, что кабель алюминиевый, прокладка кабеля в земле. Графики нагрузок строятся за одну рабочую смену (8 часов).

Таблица 1.1

t, ч	W _а , кВт/ч	W _р , кВар/ч
0	15	10
0.5	18	12
1	22	15
1.5	40	33
2	60	52
2.5	67	56
3	77	60
3.5	85	70
4	102	90
4.5	110	95
5	115	100
5.5	130	105
6	143	108
6.5	150	140
7	160	150
7.5	166	155
8	170	160
8.5	173	162

2. Расчет нагрузок цеха предприятия

Цех предприятия работает в три смены. Продолжительность одной смены 8 часов. Загрузка силового электрооборудования по сменам одинаковая. Данные, необходимые для расчета и выбора элементов системы электроснабжения освещения цеха, приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1

№ варианта	1	2	3	4	5	6
S (м ²)	730	800	840	870	650	905
E (лк)	200	150	150	150	150	200
Тип ламп	ЛН	ЛН	ЛН	ЛН	ЛН	ЛН
H_p (м)	4	4	4,8	5	5	4,5
№ варианта	7	8	9	10	11	12
S (м ²)	1000	930	900	1300	1400	1350
E (лк)	100	100	100	200	200	100
Тип ламп	ЛН	ЛН	ЛН	ЛН	ЛН	ЛН
H_p (м)	5	4,8	4,8	4	4	5
№ варианта	13	14	15	16	17	18
S (м ²)	1500	1200	1200	1100	1300	1400
E (лк)	100	150	150	150	100	100
Тип ламп	ЛН	ЛН	ЛЛ	ЛЛ	ЛН	ЛН
H_p (м)	5	5	5	4,8	5	5
№ варианта	19	20	21	22	23	24
S (м ²)	1150	1250	1000	1100	950	800
E (лк)	150	150	100	100	100	100
Тип ламп	ЛЛ	ЛЛ	ЛЛ	ЛЛ	ЛН	ЛН
H_p (м)	4	4	5	5	5	5

В таблице приняты обозначения: S - площадь цеха; E - требуемая освещенность рабочей поверхности цеха, H_p - высота подвеса светильников над рабочей поверхностью; ЛН - лампы накаливания; ЛЛ - люминесцентные лампы. Номинальное напряжение устройств освещения 0,22 кВ.

Ниже приведены данные о паспортной мощности силовых электроприемников цеха, их продолжительности включения (ПВ%) и количестве электроприемников. Причем, количество электроприемников - первый множитель в данных, а их паспортная мощность - второй множитель. Если режим работы электроприемников длительный, то ПВ не указывается. Все электроприемники трехфазные, кроме указанных в задании, однофазных. Номинальное линейное напряжение всех силовых электроприемников, кроме дуговых печей, 0,38 кВ. Номинальное напряжение дуговых печей 6 кВ.

Вариант 1. Механосборочный цех машиностроительного завода.

Электродвигатели токарных и фрезерных станков мелкосерийного производства с нормальным режимом работы с ПВ=50% : 5 × 10 кВт; 1 × 40 кВт; 8 × 4 кВт. Электродвигатели зубофрезерных станков при тяжелом режиме работы: 5 × 10 кВт; 3 × 20 кВт. Электродвигатели строгальных и расточных станков при тяжелом режиме работы с ПВ=70% : 2 × 17 кВт; 1 × 30 кВт. Электродвигатели сопротивления с непрерывной загрузкой 6 × 75 кВт; 3 × 73 кВт. Однофазные сварочные трансформаторы для однопостовой ручной сварки с ПВ=20% : 5 × 20 кВА; 3 × 11,4 кВА. Электродвигатели вентиляторов: 2 × 10 кВт; 4 × 4,5 кВт; 5 × 7,5 кВт. Электродвигатели кран-балок и тельферов с ПВ=10%: 1 × (2,2+1+4)кВт; 8 × (0,6 + 1) кВт.

Вариант 2. *Механосборочный цех машиностроительного завода.*

Электродвигатели токарных и фрезерных станков крупносерийного производства с ПВ=55% : 6 × 22 кВт; 8 × 13 кВт; 5 × 10 кВт; 10 × 7,5 кВт.

Сварочные машины шовные с ПВ=20% : 5 × 133 кВА; 10 × 7,5 кВт.

Сварочные машины точечной сварки с ПВ=20% : 5 × 350 кВА; 3 × 600 кВА.

Электродвигатели мостовых кранов с ПВ=20% : 5 × (16 + 11 + 2,2) кВт. Электродвигатели вентиляторов 7 × 13 кВт; 10 × 10 кВт. Однофазные машины точечной сварки 5 × 20 кВА.

Печи сопротивления с периодической загрузкой: 5 × 58 кВт; 3 × 14,6 кВт.

Вариант 3. *Кузнечно-прессовый цех машиностроительного завода.*

Электродвигатели штамповочных прессов тяжелого режима работы :

5 × 10 кВт; 2 × 22 кВт; 8 × 40 кВт. Электроприводы ковочных машин с особо тяжелым режимом работы: 5 × 40 кВт; 3 × 22 кВт. Индукционные печи низкой частоты непрерывного действия: 3 × 500 кВА; 4 × 750 кВА. Печи сопротивления с периодической загрузкой: 2 × 108,2 кВт; 3 × 600 кВт. Электродвигатели вентиляторов: 5 × 22 кВт; 2 × 13 кВт. Электродвигатели мостовых кранов с ПВ=25% : 4 × (7,5 + 2,2 + 11) кВт.

Вариант 4. *Литейный цех машиностроительного завода.*

Дуговые сталеплавильные печи для фасонного литья с автоматическим регулированием электродов и механизированной загрузкой 5 × 630 кВА. Электродвигатели ленточных транспортеров 3 × 7,5 кВт; 1 × 2,2 кВт. Электродвигатели дымососов: 5 × 7,5 кВт; 2 × 13 кВт. Электродвигатели кран-балок с ПВ=10% : 2 × (2,2 + 1 + 4)кВт. Электродвигатели мостовых кранов с ПВ=25% : 4 × (7,5 + 2,2 + 11)кВт. Электродвигатели вентиляторов: 5 × 7,5 кВт; 4 × 4 кВт.

Электродвигатели компрессоров: 2 × 40 кВт; 1 × 22 кВт.

Вариант 5. *Сварочный цех машиностроительного завода.*

Трансформаторы однофазные для однопостовой ручной дуговой сварки с ПВ=20% : 10 × 11,4 кВА; 12 × 19,4 кВА. Трансформаторы для однопостовой ручной дуговой сварки с ПВ=20% : 20 × 23 кВА; 15 × 24 кВА; 5 × 40 кВА. Однофазные сварочные машины шовной сварки с ПВ=50% : 5 × 31 кВА; 6 × 75 кВА; 5 × 127 кВА. Сварочные машины шовной сварки с ПВ=50%: 2 × 533 кВА; 1 × 133 кВА. Сварочные машины точечной сварки с ПВ=20%: 5 × 350 кВА; 2 × 600 кВА. Электродвигатели вентиляторов и компрессоров: 20 × 4,5 кВт; 5 × 10 кВт; 3 × 17 кВт. Электродвигатели мостовых кранов с ПВ=20% : 4 × (7,5 + 2,2 + 11)кВт. Электродвигатели тельферов с ПВ=10%: 5 × (1 + 2,2)кВт.

Вариант 6. *Механосборочный цех машиностроительного завода.*

Электродвигатели токарных и фрезерных станков крупносерийного производства с ПВ=55%: 11 × 22 кВт; 20 × 13 кВт; 30 × 10 кВт; 20 × 7,5 кВт. Однофазные сварочные машины точечной сварки с ПВ=20% : 5 × 14,8 кВА; 3 × 50 кВА. Печи сопротивления с периодической загрузкой: 5 × 108,2 кВт; 4 × 14,6 кВт. Двигатели генераторов индукционных печей высокой частоты: 3 × 250 кВт.

Печи сопротивления с непрерывной загрузкой: 3 × 102 кВт; 5 × 95 кВт; 1 × 120 кВт. Электродвигатели мостовых кранов с ПВ=20% : 2 × (7,5 + 2,2 + 11) кВт; 1 × (16 + 11 + 7,5) кВт. Электродвигатели тельферов с ПВ=10%: 8 × (1 + 2,2)кВт. Электродвигатели вентиляторов 8 × 7,5 кВт.

Вариант 7. *Участок прокатного цеха металлургического завода.*

Электродвигатели индивидуального привода рольгангов с ПВ=40%: $80 \times 1,1$ кВт; $20 \times 1,12$ кВт; 20×2 кВт. Электроприводы толкателей сплавов с ПВ=40%: 4×11 кВт. Электроприводы ножниц холодной резки с ПВ=30%: 3×11 кВт; 2×22 кВт. Электроприводы ножниц блюмингов с ПВ=20%: 2×88 кВт. Электродвигатели крышек нагревательных колодцев $4 \times 2,2$ кВт; $4 \times 3,5$ кВт. Электродвигатели преобразователей частоты для рольгангов: 1×28 кВт; 1×45 кВт. Электродвигатели клещевых кранов прокатного цеха с ПВ=40%: $1 \times (2,2 + 7,5 + 11)$ кВт; $1 \times (7,5 + 11 + 22)$ кВт. Электродвигатели вентиляторов машинного зала $5 \times 3,5$ кВт; $5 \times 2,5$ кВт.

Вариант 8. *Участок цеха огнеупорного завода.*

Электродвигатели шаровых мельниц: 4×75 кВт; 5×90 кВт. Электродвигатели корпусных дробилок: 4×45 кВт; 2×55 кВт. Электродвигатели конвейеров мощностью до 10 кВт; 2×4 кВт; $3 \times 7,5$ кВт.

Электродвигатель конвейеров мощностью выше 10 кВт; 2×11 кВт; 4×15 кВт. Электродвигатели пластинчатых питателей $3 \times 5,5$ кВт; 2×4 кВт. Электродвигатели механизмов вращающихся печей $2 \times 18,5$ кВт. Туннельные печи сопротивления: 1×480 кВт; 1×620 кВт. Электродвигатели мостовых кранов с ПВ=20%: $4 \times (7,5 + 2,2 + 11)$ кВт. Электродвигатели дымососов печей 4×15 кВт; 2×11 кВт.

Вариант 9. *Участок цеха огнеупорного завода.*

Электродвигатели шаровых мельниц: 4×110 кВт; 3×90 кВт. Электродвигатели стержневых мельниц: 5×75 кВт; 6×45 кВт. Электродвигатели грохотов 3×11 кВт; $6 \times 18,5$ кВт; $5 \times 5,5$ кВт. Электродвигатели толкателей туннельных печей 4×11 кВт. Туннельные печи сопротивления: 4×480 кВт. Электродвигатели гидравлических прессов: 3×110 кВт; 2×90 кВт. Электродвигатели сушильных барабанов $4 \times 5,5$ кВт; 4×4 кВт. Электродвигатели конвейеров мощностью до 10 кВт; $5 \times 7,5$ кВт; 4×3 кВт. Электродвигатели конвейеров мощностью больше 10 кВт; 3×11 кВт; 2×15 кВт. Электродвигатели дымососов печей 2×15 кВт; 2×11 кВт. Электродвигатели мостовых кранов с ПВ= 20%: $5 (7,5 + 2,2 + 11)$ кВт.

Вариант 10. *Цех металлических изделий.*

Электродвигатели автоматических линий для изготовления гаек и болтов: $10 \times 5,5$ кВт; 10×4 кВт в том числе и с ПВ=40%: 10×3 кВт; $10 \times 2,2$ кВт, а также с ПВ=20%: 10×4 кВт; 10×11 кВт. Электродвигатели сопротивления для термической обработки: $3 \times 14,6$ кВт; 2×58 кВт; $5 \times 37,2$ кВт; 3×73 кВт. Трансформаторы агрегатов гальванического покрытия: 8×5 кВА; 4×10 кВА.

Трансформаторы сварочных дуговых автоматов с ПВ=40%: 5×23 кВА; 7×32 кВА. Электродвигатели волочильных станков: $2 \times 5,5$ кВт; $4 \times 7,5$ кВт. Электродвигатели мостовых кранов с ПВ=20%: $4 \times (7,5 + 2,2 + 10)$ кВт. Электродвигатели вентиляторов: 5×3 кВт; $6 \times 5,5$ кВт. Электродвигатели тельферов $10 \times (1,1 + 2,2)$ кВт.

Вариант 11. *Цех металлических изделий.*

Электродвигатели автоматических линий для изготовления гаек и болтов: $20 \times 5,5$ кВт; 14×4 кВт, в том числе и с ПВ=40%: 8×3 кВт; $17 \times 2,2$ кВт, а также с ПВ=20%: $11 \times 7,5$ кВт; 14×10 кВт. Электродвигатели волочильных станков: 5×10 кВт; 11×3 кВт; $5 \times 2,2$ кВт. Электрические печи сопротивления для термической обработки: $2 \times 14,6$ кВт; $7 \times 37,2$ кВт. Однофазные трансформаторы для ручной дуговой сварки с ПВ=20%: $5 \times 11,4$ кВА; $5 \times 19,4$ кВА. Трансформаторы сварочных дуговых автоматов с ПВ=40%: 7×23 кВА; 8×32 кВА. Электродвигатели мостовых кранов с ПВ=20%: $4 \times (7,5 + 2,2 + 10)$ кВт. Электродви-

гатели вентиляторов: 8×3 кВт; $10 \times 5,5$ кВт. Электродвигатели тельферов: $10 \times (1,1 + 2,2)$ кВт.

Вариант 12. Участок мартеновского цеха металлургического завода.

Электродвигатели вентиляторов принудительного дутья 4×22 кВт. Электродвигатели дымососов 4×30 кВт. Электроприводы завалочных машин с ПВ=40%: $1 \times (37 + 37 + 22)$ кВт. Электропривод механизма качания кристаллизатора установки непрерывной разливки стали 20 кВт. Электроприводы тянущей клетки установки непрерывной разливки стали 3×15 кВт. Электроприводы механизмов газовой резки слитков на установке непрерывной разливки стали: $3 + 15$ кВт. Электродвигатели технологических вентиляторов установки непрерывной разливки стали: 5×11 кВт; $6 \times 4,5$ кВт. Электродвигатели вентиляторов машинного зала $5 \times 2,2$ кВт.

Вариант 13. Участок мартеновского цеха металлургического завода.

Электродвигатели вентиляторов принудительного дутья 5×30 кВт. Электродвигатели дымососов 5×37 кВт. Электроприводы завалочных машин с ПВ=40%: $2 \times (44 + 44 + 22)$ кВт. Электроприводы разливочных кранов с ПВ=20%: $2 \times (200 + 100 + 80)$ кВт. Электроприводы механизмов качания кристаллизаторов установок непрерывной разливки стали 2×20 кВт. Электроприводы тянущих клеток установок непрерывной разливки стали 6×15 кВт.

Электроприводы механизмов газовой резки слитков на установках непрерывной разливки стали 6×15 кВт. Электродвигатели технологических вентиляторов установок непрерывной разливки стали: 10×11 кВт; $12 \times 4,5$ кВт. Электродвигатели вентиляторов машинного зала $8 \times 2,2$ кВт.

Вариант 14. Участок прокатного цеха металлургического завода.

Электродвигатели индивидуального привода рольгангов с ПВ=40%: $50 \times 1,1$ кВт; $15 \times 1,12$ кВт; 15×2 кВт. Электроприводы толкателей слябов с ПВ=40%: 3×11 кВт. Электроприводы ножниц холодной резки с ПВ=30%: 2×11 кВт; 2×22 кВт. Электроприводы ножниц блюмингов с ПВ=20%: 2×88 кВт.

Электродвигатели крышек нагревательных колодцев: $3 \times 2,2$ кВт; $3 \times 3,5$ кВт.

Электродвигатели преобразователей частоты для рольгангов: 1×28 кВт; 1×45 кВт. Электродвигатели клещевых кранов прокатного цеха с ПВ=40%: $1 \times (2,2 + 7,5 + 11)$ кВт; $1 \times (7,5 + 11 + 22)$ кВт. Электродвигатели вентиляторов машинного зала $4 \times 3,5$ кВт; $4 \times 2,5$ кВт.

Вариант 15. Цех горнообогатительного комбината.

Электродвигатели насосов производственного водоснабжения:

10×75 кВт; 10×40 кВт. Электродвигатели производственных вентиляторов $5 \times 5,5$ кВт; 3×10 кВт. Электродвигатели двухдвигательных конусных дробилок крупного дробления 2×75 кВт. Электродвигатели конусных дробилок срезного дробления 4×22 кВт. Электродвигатели конусных дробилок мелкого дробления 4×17 кВт. Электродвигатели шаровых мельниц: 4×22 кВт. Электродвигатели стержневых мельниц: 4×17 кВт. Электродвигатели грохотов: 16×10 кВт.

Электродвигатели ленточных конвейеров: 4×4 кВт; 4×13 кВт. Электродвигатели ленточных питателей: $12 \times 7,5$ кВт. Электродвигатели мостовых кранов с ПВ=20%: $2 \times (2,2 + 7,5 + 11)$ кВт.

Вариант 16. Цех горнообогатительного комбината.

Электродвигатели насосов производственного водоснабжения 8×75 кВт; 8×40 кВт. Электродвигатели производственных вентиляторов: $4 \times 5,5$ кВт; 3×10 кВт. Электродвигатели однодвигательных конусных дробилок крупного дробления 3×30 кВт. Электродвигатели конусных дробилок среднего дробления 3×22 кВт. Электродвигатели конусных дробилок мелкого дробления 3×17 кВт. Электродвигатели стержневых мельниц 3×17 кВт. Электродвигатели грохотов 16×10 кВт. Электродвигатели ленточных конвейеров: 3×4 кВт; 3×13 кВт. Электродвигатели ленточных питателей $9 \times 7,5$ кВт. Электродвигатели мостовых кранов с ПВ=20%: $2 \times (2,2 + 7,5 + 11)$ кВт.

Вариант 17. *Коксохимический цех металлургического комбината.*

Электродвигатели транспортеров: 3×15 кВт; 4×11 кВт; $5 \times 7,5$ кВт. Электродвигатели молотковых дробилок 4×22 кВт. Электродвигатели ленточных питателей: 3×28 кВт; 4×15 кВт. Электроприводы электровозов тушильных вагонов 8×45 кВт. Электродвигатели коксовыталивателей с ПВ=20%: 18×37 кВт. Электродвигатели углепогрузателей с ПВ=20%: 6×28 кВт; 6×22 кВт. Электродвигатели штабеллеров с ПВ=20%: 6×22 кВт. Электродвигатели кабестанов с ПВ=20%: 2×37 кВт. Электродвигатели вагоноопрокидывателей с ПВ=20%: 2×37 кВт. Электродвигатели вентиляторов $10 \times 1,4$ кВт.

Вариант 18. *Коксохимический цех металлургического комбината.*

Электродвигатели транспортёров: 4×15 кВт; 5×11 кВт; $10 \times 7,5$ кВт. Электродвигатели молотковых дробилок : 6×22 кВт. Электродвигатели ленточных питателей: 4×28 кВт; 6×15 кВт. Электроприводы электровозов тушильных вагонов: 10×45 кВт. Электродвигатели коксовыталивателей с ПВ=20 %: 20×37 кВт. Электродвигатели углепогрузателей с ПВ=20 %: 8×28 кВт; 8×22 кВт. Электродвигатели штабеллеров с ПВ=20 %: 6×22 кВт. Электродвигатели кабестанов с ПВ=20 %: 2×37 кВт. Электродвигатели вагоноопрокидывателей с ПВ = 20 %: 3×37 кВт. Электродвигатели вентиляторов: $12 \times 1,4$ кВт.

Вариант 19. *Цех производства ацетатного шёлка.*

Электродвигатели водяных насосов: 5×10 кВт; 6×17 кВт. Электродвигатели компрессоров: 2×40 кВт; 6×22 кВт. Электродвигатели мешалок растворителей ацетатного шёлка: 7×3 кВт; $10 \times 2,2$ кВт. Электродвигатели фильтр-прессов: 2×40 кВт. Электродвигатели прядильных машин ацетатного шёлка: 20×3 кВт; $100 \times 0,18$ кВт; $20 \times 1,1$ кВт. Электродвигатели перемоточных машин: $100 \times 0,37$ кВт. Электродвигатели ткацких станков: $20 \times 1,1$ кВт; 20×3 кВт. Электродвигатели сантехнических вентиляторов: 10×4 кВт; $5 \times 1,5$ кВт.

Вариант 20. *Цех производства ацетатного шёлка.*

Электродвигатели водяных насосов: 8×10 кВт; 7×17 кВт. Электродвигатели компрессоров: 3×40 кВт; 8×22 кВт. Электродвигатели мешалок растворителей ацетатного шёлка: 10×3 кВт; $12 \times 2,2$ кВт. Электродвигатели фильтр-прессов: 3×40 кВт. Электродвигатели прядильных машин ацетатного шёлка: 25×3 кВт; $125 \times 0,18$ кВт; $25 \times 1,1$ кВт. Электродвигатели перемоточных машин: $125 \times 0,37$ кВт. Электродвигатели ткацких станков: $25 \times 1,1$ кВт; 25×3 кВт. Электродвигатели сантехнических вентиляторов: 12×4 кВт; $6 \times 1,5$ кВт.

Вариант 21. *Участок цеха шинного завода.*

Электродвигатели резиносмесителей для приготовления резиновой смеси: $8 \times 7,5$ кВт; $8 \times 5,5$ кВт. Электродвигатели вальцов под резиносмесители: $8 \times 2,2$ кВт; $8 \times 1,5$ кВт. Подогреватели на вальцы: 8×5 кВт; 8×4 кВт. Электродвигатели шприц-машин протекторных

агрегатов: $30 \times 2,2$ кВт; $25 \times 1,5$ кВт. Электродвигатели шприц-машин автокамерных агрегатов: $25 \times 1,5$ кВт; $14 \times 1,1$ кВт. Электродвигатели обкладочных каландр: $10 \times 2,2$ кВт; $5 \times 1,5$ кВт. Электродвигатели сборочных станков с ПВ=40 %: $5 \times 2,2$ кВт; 5×4 кВт. Вулканизаторы шин: 30×50 кВт; 20×12 кВт. Вулканизаторы автокамер: 30×40 кВт; 20×10 кВт. Электродвигатели насосов водоснабжения: 4×11 кВт. Электродвигатели сантехнических вентиляторов: $10 \times 2,2$ кВт. Электродвигатели транспортных систем: 5×3 кВт; 10×4 кВт.

Вариант 22. Участок цеха шинного завода.

Электродвигатели резиносмесителей для приготовления резиновой смеси: $9 \times 7,5$ кВт; $10 \times 5,5$ кВт. Электродвигатели вальцов под резиновые смесители: $9 \times 2,2$ кВт; $10 \times 1,5$ кВт. Подогреватели на вальцы: 10×8 кВт; 10×12 кВт.

Электродвигатели шприц-машин протекторных агрегатов: $50 \times 2,2$ кВт; $40 \times 1,5$ кВт.

Электродвигатели шприц-машин автокамерных агрегатов: $40 \times 1,5$ кВт; $20 \times 1,1$ кВт.

Электродвигатели обкладочных каландр: $15 \times 2,2$ кВт; $10 \times 1,5$ кВт.

Электродвигатели сборочных станков с ПВ=40 %: $10 \times 2,2$ кВт; 8×4 кВт. Вулканизаторы шин: 50×50 кВт; 40×20 кВт. Вулканизаторы автокамер: 50×40 кВт; 40×15 кВт. Электродвигатели насосов водоснабжения: 6×11 кВт. Электродвигатели сантехнических вентиляторов: $15 \times 2,2$ кВт. Электродвигатели транспортных систем: 6×3 кВт; 14×4 кВт.

Вариант 23. Сварочный цех машиностроительного завода.

Однофазные трансформаторы для однопостовой ручной дуговой сварки с ПВ=20 %: $20 \times 11,4$ кВА; $18 \times 19,4$ кВА. Трансформаторы для однопостовой ручной дуговой сварки с ПВ=20 %: 25×23 кВА; 14×24 кВА; 10×40 кВА. Сварочные машины шовной сварки с ПВ=50 %: 3×533 кВА; 1×133 кВА. Сварочные машины точечной сварки с ПВ=20 %: 6×350 кВА; 3×600 кВА. Электродвигатели вентиляторов и компрессоров: $25 \times 4,5$ кВт; 6×10 кВт; 5×17 кВт. Электродвигатели мостовых кранов с ПВ=20 %: $4 \times (7,5+2,2+11)$ кВт. Электродвигатели тельферов с ПВ=10 %: $5 \times (1+2,2)$ кВт.

Вариант 24. Кузнечно-прессовый цех машиностроительного завода.

Электродвигатели штамповочных прессов тяжёлого режима работы: 8×10 кВт; 5×22 кВт; 10×40 кВт. Электродвигатели ковочных машин с особо тяжёлым режимом работы: 9×40 кВт; 5×22 кВт. Индукционные печи низкой частоты непрерывного действия: 4×500 кВА; 5×750 кВА. Печи сопротивления периодической загрузкой: $3 \times 108,2$ кВт; 4×600 кВт. Электродвигатели вентиляторов: 7×22 кВт; 4×13 кВт. Электродвигатели мостовых кранов с ПВ=25 %: $4 \times (7,5+22+11)$ кВт.

Необходимо:

1. Начертить упрощённую схему цеха (участка цеха) с указанием на ней скомпонованного в группы всего силового и осветительного оборудования, всех распределительных устройств высокого напряжения (РУ ВН) и распределительных устройств низкого напряжения (РУ НН).
2. Определить расчётную нагрузку от всех силовых и несиловых электроприёмников (ЭП) на вводе 6 кВ РУ ВН и на отходящих линиях 6 кВ РУ ВН.
3. Определить расчётную нагрузку от всех силовых и несиловых ЭП на отходящих линиях 0,38 кВ цеховых трансформаторных подстанций (ТП).
4. Определить расчётную нагрузку от всех силовых и несиловых ЭП на вводе 0,4 кВ групповых распределительных устройств низкого напряжения (ГРУ НН) и на отходящих линиях 0,4 кВ ГРУ НН.
5. Выбрать необходимое число и мощность трансформаторов цеховых ТП.

6. Выбрать необходимые сечения проводников линий на вводе в РУ ВН цеха, на вводах в цеховые ТП и на вводах в ГРУ НН.
7. Определить необходимые значения реактивной мощности компенсирующих устройств, подключаемых к сборным шинам 0,4 кВ ТП и обеспечивающих среднее значение коэффициента мощности на этих шинах, равное 0,9.
8. Определить среднее значение коэффициента мощности на входе РУ ВН без компенсирующих установок и с компенсирующими установками, включенными на сборные шины 0,4 кВ ТП.

Определение варианта. Вариант определяется на основании числа N , состоящего из предпоследней и последней цифр шифра зачетной книжки. Цифра старшего разряда N соответствует предпоследней цифре шифра зачетной книжки, цифра младшего разряда N соответствует последней цифре шифра. Вариант задачи рассчитывается в соответствии с приведенной ниже таблицей 2.2.

Таблица 2.2

Диапазон значений N	Номер варианта задачи
0...23	$N + 1$
24...47	$N - 23$
48...71	$N - 47$
72...95	$N - 71$
96...99	$N - 95$

РГР 2. Типовые расчеты в электрических сетях (часть 2)

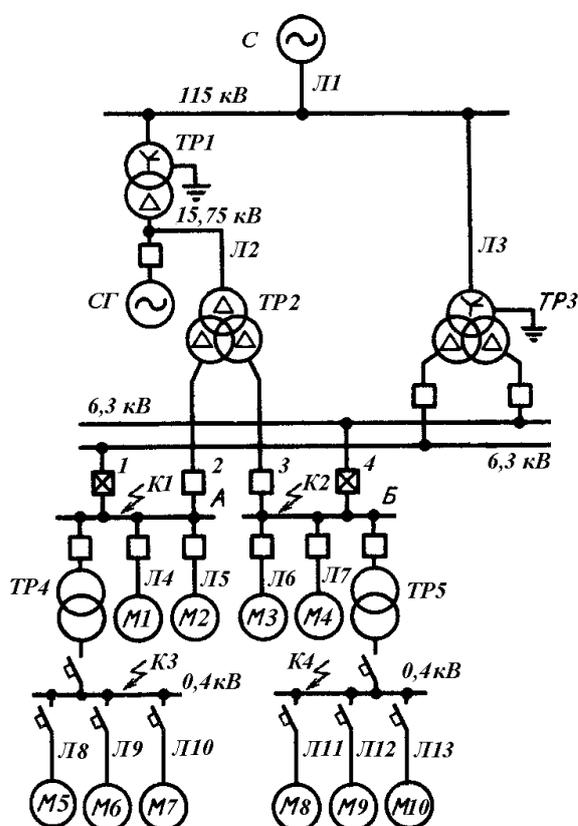


Рис. 1. Часть схемы энергоблока

Расчет токов симметричного короткого замыкания

На рис. 1 приведена в однолинейном исполнении упрощенная часть электрической схемы энергоблока тепловой электростанции. На данном рисунке приняты указанные ниже обозначения и номинальные параметры электрооборудования. В качестве напряжений везде даны усредненные номинальные значения.

C - энергосистема с номинальным напряжением $U_{сн} = 115$ кВ бесконечной мощности.

$СГ$ - синхронный турбогенератор с номинальным напряжением $U_{нз} = 15,75$ кВ и номинальной полной мощностью $S_{не} = 200000$ кВА.

$TP1$ - блочный трансформатор с номинальными параметрами: номинальное напряжение обмотки высокого напряжения $U_{вн1} = 115$ кВ, номинальное напряжение обмотки низкого напряжения $U_{нн1} = 15,75$ кВ, номинальная полная мощность $S_{мн1} = 250000$ кВА, относительное напряжение опыта короткого замыкания $u_{к1} = 0,105$.

$TP2$ - трехобмоточный трансформатор

собственных нужд с номинальными параметрами: номинальное напряжение обмотки высокого напряжения $U_{вн2} = 15,75$ кВ, номинальное напряжение каждой обмотки низкого напряжения $U_{нн2} = 6,3$ кВ, номинальная полная мощность $S_{тн2} = 20000$ кВА, относительные напряжения опыта короткого замыкания по всем обмоткам $u_{к2} = 0,085$.

ТР3 - трехобмоточный резервный трансформатор собственных нужд с номинальными параметрами: номинальное напряжение обмотки высокого напряжения $U_{вн3} = 115$ кВ, номинальное напряжение каждой обмотки низкого напряжения $U_{нн3} = 6,3$ кВ, номинальная полная мощность $S_{тн3} = 20000$ кВА, относительные напряжения опыта короткого замыкания по всем обмоткам $u_{к3} = 0,09$.

ТР4 - трансформатор собственных нужд с номинальными параметрами: номинальное напряжение обмотки высокого напряжения $U_{вн4} = 6,3$ кВ, номинальное напряжение обмотки низкого напряжения $U_{нн4} = 0,4$ кВ, номинальная полная мощность $S_{тн4} = 1000$ кВА, относительные напряжения опыта короткого замыкания $u_{к4} = 0,08$.

ТР5 - трансформатор собственных нужд с номинальными параметрами: номинальное напряжение обмотки высокого напряжения $U_{вн5} = 6,3$ кВ, номинальное напряжение обмотки низкого напряжения $U_{нн5} = 0,4$ кВ, номинальная полная мощность $S_{тн5} = 630$ кВА, относительные напряжения опыта короткого замыкания $u_{к5} = 0,055$.

М1 - асинхронный двигатель с полной номинальной мощностью $S_{дн1} = 1754$ кВА и номинальным напряжением $U_{нд1} = 6,3$ кВ.

М2 - асинхронный двигатель с полной номинальной мощностью $S_{дн2} = 3686$ кВА и номинальным напряжением $U_{нд2} = 6,3$ кВ.

М3 - асинхронный двигатель с полной номинальной мощностью $S_{дн3} = 2029$ кВА и номинальным напряжением $U_{нд3} = 6,3$ кВ.

М4 - асинхронный двигатель с полной номинальной мощностью $S_{дн4} = 2990$ кВА и номинальным напряжением $U_{нд4} = 6,3$ кВ.

М5 - асинхронный двигатель с полной номинальной мощностью $S_{дн5} = 372$ кВА и номинальным напряжением $U_{нд5} = 0,4$ кВ.

М6 - асинхронный двигатель с полной номинальной мощностью $S_{дн6} = 193$ кВА и номинальным напряжением $U_{нд6} = 0,4$ кВ.

М7 - асинхронный двигатель с полной номинальной мощностью $S_{дн7} = 301$ кВА и номинальным напряжением $U_{нд7} = 0,4$ кВ.

М8 - асинхронный двигатель с полной номинальной мощностью $S_{дн8} = 241$ кВА и номинальным напряжением $U_{нд8} = 0,4$ кВ.

М9 - асинхронный двигатель с полной номинальной мощностью $S_{дн9} = 136$ кВА и номинальным напряжением $U_{нд9} = 0,4$ кВ.

М10 - асинхронный двигатель с полной номинальной мощностью $S_{дн10} = 93$ кВА и номинальным напряжением $U_{нд10} = 0,4$ кВ.

Л1 - линия с полным сопротивлением $z_1 = 0,25$ Ом.

Л2 - линия с полным сопротивлением $z_2 = 0,08$ Ом.

Л3 - линия с полным сопротивлением $z_3 = 0,13$ Ом.

Л4 - линия с полным сопротивлением $z_4 = 0,05$ Ом.

Л5 - линия с полным сопротивлением $z_5 = 0,03$ Ом.

Л6 - линия с полным сопротивлением $z_6 = 0,07$ Ом.

Л7 - линия с полным сопротивлением $z_7 = 0,04$ Ом.

Л8 - линия с полным сопротивлением $z_8 = 0,02$ Ом.

Л9 - линия с полным сопротивлением $z_9 = 0,01$ Ом.

Л10 - линия с полным сопротивлением $z_{10} = 0,01$ Ом.

Л11 - линия с полным сопротивлением $z_{11} = 0,015$ Ом.

Л12 - линия с полным сопротивлением $z_{12} = 0,025$ Ом.

Л13 - линия с полным сопротивлением $z_{13} = 0,05$ Ом.

При этом под полным сопротивлением линии понимают модуль ее комплексного сопротивления.

Возможны два варианта питания электроприемников собственных нужд:

I вариант - от основного трансформатора собственных нужд $TP2$, при этом включены высоковольтные выключатели 2 и 3 и выключены 1 и 4;

II вариант - от резервного трансформатора собственных нужд $TP3$, при этом включены выключатели 1 и 4 и выключены 2 и 3.

Все остальные высоковольтные и низковольтные выключатели схемы (они не имеют на схеме позиционных обозначений) всегда включены.

Необходимо:

Определить действующее значение периодической составляющей трехфазного тока короткого замыкания и значение ударного тока короткого замыкания в указанном месте.

Токи КЗ находятся для проверки проводников и аппаратов на термическую и динамическую стойкость во время КЗ.

Выбор варианта. Если предпоследняя цифра шифра зачетной книжки: 0, 1, 2, 3, 4 - то берется I вариант питания.

Если предпоследняя цифра шифра зачетной книжки: 5, 6, 7, 8, 9 - то берется II вариант питания.

Место короткого замыкания определяется по приведенной ниже таблице в соответствии с последней цифрой шифра зачетной книжки.

Последняя цифра	Место короткого замыкания
0	на зажимах $M1$
1	в точке $K1$
2	на зажимах $M3$
3	в точке $K4$
4	на зажимах $M2$
5	на зажимах $M9$
6	на зажимах $M10$
7	в точке $K2$
8	на зажимах $M5$
9	в точке $K3$

Задания для промежуточной аттестации

Контрольные вопросы к экзамену

1. Понятие о системах электроснабжения и основные определения?
2. Особенности инженерных расчетов в системах электроснабжения?
3. Понятие электрической нагрузки, графики электрических нагрузок и расчет их показателей?
4. Методики расчета установившихся расчетных нагрузок?
5. Методики расчета толчков нагрузок?
6. Центры электрических нагрузок и определение их координат?
7. Г-образная схема замещения элемента систем электроснабжения и расчет ее параметров?

8. Методики расчета потерь мощности в элементе системы электроснабжения?
9. Методики расчета потерь электроэнергии в элементе системы электроснабжения?
10. Методика расчета потерь напряжения в элементе системы электроснабжения, продольная и поперечная компенсация потерь напряжения?
11. Общие сведения о коротких замыканиях, расчет токов при удаленных коротких замыканиях?
12. Расчет токов при близких коротких замыканиях?
13. Показатели качества электрической энергии и методики их определения?
14. Методика расчетов установившихся отклонений напряжения, используемые при сертификации электроэнергии?
15. Методики моделирования устройств преобразовательной техники с использованием пакета программ MATLAB?
16. Методики расчета динамических, статических и энергетических характеристик устройств преобразовательной техники?
17. Методика расчетов энергоэффективности различных способов регулирования производительности турбомеханизмов?
18. Назначение и основные функции современных микропроцессорных анализаторов энергопотребления?
19. Назначение и основные функции современных микропроцессорных анализаторов качества электроэнергии?
20. Назначение и основные функции современных микропроцессорных измерителей токов, напряжений и сдвига фаз?

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

8.1 Основная литература

1. Князевский, Б.А. Электроснабжение промышленных предприятий: Учебник для вузов /М.Г. Чиликин, Б.Ю. Липкин - М.: Высш. шк., 1986.- 400 с.
2. Кудрин, Б.И. Электроснабжение: Учебник для вузов / Б.И. Кудрин – М.: Академия, 2016. - 352с.
3. Чиликин, М.Г. Общий курс электропривода: Учебник для вузов 6-е изд., доп. и перераб. / М.Г. Чиликин, А.С. Сандлер. – М.: Энергоиздат, 1981. – 576 с.
4. Сибикин Ю.Д. Электроснабжение: Учебное пособие для вузов / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. – М. РадиоСофт 2013– 327 с.
5. Электроснабжение промышленных предприятий и городов: Учебное

пособие / Ополева Г.Н. - М.:ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 416 с.: 70x100 1/16. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/545292>

8.2 Дополнительная литература

1. Чиликин, М.Г. Основы автоматизированного электропривода: Учебное пособие для вузов / М.Г. Чиликин, М.М. Соколов, В.М. Терехов, А.В. Шинянский. – М. Энергия 1974 – 568с.
2. Онищенко, Г.Б. Электропривод турбомеханизмов / Г.Б. Онищенко, М.Г. Юньков. – М. Энергия 1972 – 240 с.
3. Димов, Ю.В. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебник для вузов / Ю.В. Димов. - СПб. Питер 2013 – 496 с.
4. Васильев, Б. Ю. Электропривод. Энергетика электропривода [Электронный ресурс] : учебник / Б. Ю. Васильев. — Электрон. текстовые данные. — М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2015. — 272 с. — 978-5-91359-155-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/53868.html>, ограниченный. – Загл. с экрана.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

- 1) Библиотека РФФИ <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library>
- 2) Научная электронная библиотека "КиберЛенинка" <https://cyberleninka.ru/>
- 3) Единое окно доступа к информационным ресурсам <http://window.edu.ru/>
- 4) Частотно-регулируемый асинхронный электропривод - курс лекций / <http://www.electrolibrary.info/58-chastotno-reguliruemyy-asinhrornyuy-elektroprivod-kurs-lekciy.html>

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Изучение дисциплины «Методы и средства решения прикладных задач в энергетике и электротехнике» осуществляется в процессе аудиторных занятий и самостоятельной работы студента. Аудиторные занятия проводятся в форме лекций, практических занятий и лабораторных занятий. Разделы дисциплин следует изучать последовательно, начиная с первого. Каждый раздел формирует необходимые условия для создания системного представления о предмете дисциплины.

Самостоятельная работа является наиболее продуктивной формой образовательной и познавательной деятельности студента в период обучения. СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие

практических умений. СРС включает следующие виды работ:

- работу с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуальному заданию;
- опережающую самостоятельную работу;
- выполнение расчетно-графических работ;
- подготовку к лабораторным работам;
- подготовку к практическим занятиям;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовку к мероприятиям текущего контроля;
- подготовку к промежуточной аттестации (экзамену).

Студенту необходимо усвоить и запомнить основные термины, понятия и их определения, подходы, концепции и методики.

Контроль самостоятельной работы студентов и качество освоения дисциплины осуществляется посредством:

- представления в указанные контрольные сроки результатов выполнения заданий для текущего контроля;
- выполнения и защиты РГР;
- экзамена.

Контроль самостоятельной работы студентов и качество освоения дисциплины осуществляется во время аудиторных занятий. Для этого, во время лекций используются элементы дискуссии и контрольные вопросы. Уровень освоения умений и навыков проверяется в процессе лабораторных и практических занятий. Для этого также используются задания, подготовленные студентами во время семестра и предназначенные для текущего контроля (таблица 7).

Текущий контроль качества освоения отдельных тем дисциплины осуществляется на основе рейтинговой системы. Этот контроль осуществляется в течение семестра и качество усвоения материала (выполнения задания) оценивается в баллах, в соответствии с таблицей 7.

Промежуточная аттестация (экзамен) производится в конце семестра и также оценивается в баллах. Экзаменационный билет включает в себя два теоретических вопроса.

Итоговый рейтинг определяется суммированием баллов текущей оценки в течение семестра и баллов, полученных на промежуточной аттестации в конце семестра по результатам экзамена. Максимальный балл текущего контроля составляет 40 баллов, промежуточной аттестации (экзамен) – 20 баллов; максимальный итоговый рейтинг – 50 баллов. Оценке «отлично» соответствует 42-50 баллов; «хорошо» – 37-41; «удовлетворительно» – 32-36; менее 32 баллов – «неудовлетворительно».

Расчетно-графическая работа

РГР ориентированы на формирование и развитие у обучающихся умений и навыков проектирования и представления результатов их проектной

деятельности с учетом и использованием действующих нормативных и методических документов университета.

В ходе выполнения РГР студенты закрепляют теоретические знания, полученные при изучении дисциплины, глубже знакомятся с практическими методами решения задач в электроэнергетике и электротехнике. Студенты учатся принимать обоснованные решения путем сравнения вариантов, логических суждений, рассмотрения основных теоретических положений; умение кратко и точно излагать ход анализа.

При выполнении РГР студенты глубже изучают основную и специальную литературу, учатся работать с Internet ресурсами.

Содержание РГР

РГР состоит из пояснительной записки. Пояснительная записка должна содержать: введение, основную часть (этапы анализа со всеми пояснениями), заключение и список использованных источников. Основную часть можно разбить на разделы и подразделы, название которых должно соответствовать их основному содержанию.

Пояснительную записку представляют к защите в сброшюрованном виде. Примерный объем пояснительной записки 10 – 15 с.

Выполненная пояснительная записка должна удовлетворять нормативным документам университета, с которыми можно ознакомиться в отделе стандартизации или на сайте университета. Отступления от указанных требований могут служить основанием для возврата РГР на исправление.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины *«Методы и средства решения прикладных задач в энергетике и электротехнике»* основывается на использовании MicrosoftOffice и Mathcad (Сервисный контракт # 2A1820328, лицензионный ключ, договор № 106-АЭ120 от 27.11.2012) в процессе подготовки РГР и выполнения лабораторных работ, профессиональной справочной системы нормативно-технической информации «Техэксперт» <http://www.kodeks.ru> (лицензионное соглашение № 21635 от 27.11.2012 № 106-А7120).

С целью повышения качества ведения образовательной деятельности в университете создана электронная информационно-образовательная среда. Она подразумевает организацию взаимодействия между обучающимися и преподавателями через систему личных кабинетов студентов, расположенных на официальном сайте университета в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» по адресу <https://student.knastu.ru>.

Созданная информационно-образовательная среда позволяет осуществлять взаимодействие между участниками образовательного процесса

посредством организации дистанционного консультирования по вопросам выполнения практических заданий.

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для реализации программы дисциплины «Методы и средства решения прикладных задач в энергетике и электротехнике» используется материально-техническое обеспечение, перечисленное в таблице 9.

Таблица 9 – Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование	Назначение оборудования
202/3	Лаборатория ЭВМ и вычислительных промышленных сетей	персональные компьютеры	выполнение расчетов, подготовка отчетов.

