

**Министерство образования и науки Астраханской области
Государственное автономное образовательное учреждение
Астраханской области высшего образования
«Астраханский государственный архитектурно-строительный
университет»
(ГАОУ АО ВО «АГАСУ»)**



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины

Электротехника и электробезопасность

(указывается наименование в соответствии с учебным планом)

По направлению подготовки

13.04.01 "Теплоэнергетика и теплотехника"

(указывается наименование направления подготовки в соответствии с ФГОС)

Направленность (профиль) подготовки

" Энергетика теплотехнологий "

(указывается наименование профиля в соответствии с ООП)

Кафедра

Системы автоматизированного проектирования и моделирования

Квалификация (степень) выпускника *магистр*

Разработчик:

К.Т.Н., доцент

(занимаемая должность,
учёная степень и учёное звание)



(подпись)

/Е. М. Евсина/

И. О. Ф.

Рабочая программа разработана для учебного плана 2018 г.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Системы автоматизированного проектирования и моделирования» протокол № 9 от «26» апреля 2018 г.

Заведующий кафедрой



(подпись)

/И.Ю. Петрова/

И. О. Ф.

Согласовано:

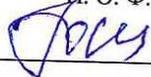
Председатель МКН «Теплоэнергетика и теплотехника» профиль «Энергетика тепло-

технологий»  /Д.С. Сидоров СМ/

(подпись)

И. О. Ф.

Начальник УМУ



(подпись)

И. О. Ф.

Специалист УМУ



(подпись)

И. О. Ф.

Начальник УИТ



(подпись)

/К.А. Лихоман /

И. О. Ф.

Заведующая научной библиотекой



(подпись)

/М.В. ... /

И. О. Ф.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) «Электротехника и электробезопасность», соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения ООП магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине (модулю):

Коды компетенций	Результаты освоения ООП <i>Содержание компетенций</i>	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-1	способность формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования, мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, экономии ресурсов	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основы теории электрических цепей; - назначение и принцип действия трансформаторов и электрических машин; - устройство электроприводов; - средства измерения электрических и неэлектрических величин. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - рассчитать разветвленную и неразветвленную электрические цепи однофазного переменного тока с построением векторных диаграмм; - включать в трехфазную сеть потребители переменного тока; - использовать трансформатор для питания электроустановок. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками выбирать электродвигатель в системе электропривода.
ПК - 2	способность к проведению технических расчетов по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений, с использованием прикладного программного обеспечения для расчета параметров и выбора серийного и разработки нового теплоэнергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - назначение и принцип действия трансформаторов и электрических машин; - устройство электроприводов; - действие электрического тока на человека; - средства коллективной и индивидуальной защиты от поражения электрическим током, области их применения; - организацию работ в действующих электроустановках; - способы оказания первой доврачебной помощи при поражении электрическим током; - критерии оценки опасности для человека при работе в электроу-

		<p>тановках.</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – выполнять расчет устройств коллективной защиты от поражения электрическим током; – выполнять расчет защитного заземления и зануления; – производить выбор необходимых средств защиты и безопасности при эксплуатации электроустановок; - рассчитать разветвленную и неразветвленную электрические цепи однофазного переменного тока с построением векторных диаграмм; - включать в трехфазную сеть потребители переменного тока; - использовать трансформатор для питания электроустановок. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – приемами освобождения от действия электрического тока; – приемами по реанимации пострадавшего от электрического тока самостоятельно или в составе бригады. – основными методами защиты производственного персонала возможных аварий, катастроф, стихийных бедствий; - навыками выбирать электродвигатель в системе электропривода.
--	--	---

2. Цель и задачи дисциплины. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП магистратуры

Дисциплина (модуль) «Электротехника и электробезопасность» реализуется в рамках вариативной части Б.1.В.06.

Целью освоения учебной дисциплины «Электротехника и электробезопасность» является формирование знаний в области теории, расчета и анализа электрических и магнитных цепей, рассматриваемых как модели реальных электротехнических устройств, используемых в различных отраслях промышленности; мероприятий по повышению надежности безопасности и безаварийности работы электрооборудования.

Задачи:

- изучение методов расчета однофазных и трехфазных электрических цепей;

- изучение многообразных физических явлений и процессов, происходящих в электрических машинах;
- приобретение навыков правильного выбора измерительных устройств контроля электрических и неэлектрических параметров;
- ознакомление магистров с явлениями, происходящими при воздействии электрического тока на организм человека, с защитными мерами и защитными мероприятиями в электроустановках, с правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок.

Для освоения дисциплины (модуля) необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

- математика;
- физика.

Дисциплина (модуль) «Электротехника и электробезопасность» изучается на 1 курсе во 2 семестре (очная форма), в 1, 2 семестрах (заочная форма).

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

Общая трудоемкость (объем) дисциплины (модуля) «Электротехника и электробезопасность» составляет 4 зачетных единиц (з.е.), 144 академических часа.

Объём дисциплины (модуля) по видам учебных занятий (в часах)

Учебные занятия по образовательным программам проводятся в форме контактной работы обучающихся с преподавателем и в форме самостоятельной работы обучающихся

Вид учебной работы	очная форма обучения	заочная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия (включая контактную работу обучающихся с преподавателем), из них:	56	24
- лекции	28	6
- практические занятия	14	12
- лабораторные занятия	14	6
Самостоятельная работа студента (включая контактную работу обучающихся с преподавателем):	88	120
- курсовая работа (проект)	-	-
- контрольная работа (расчётно-графическая работа)	к/р №1	к/р №1
- доклад (реферат)	-	-
и др.	-	-
Вид промежуточной аттестации (контактная работа)	экзамен	экзамен

4. Содержание дисциплины (модуля) «Электротехника и электробезопасность», структурированное по разделам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) «Электротехника и электробезопасность» и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

для очной формы обучения

№ п/ п	Раздел дисциплины	трудоёмкость (в часах)		Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в акад. часах)			Формы контроля успе- ваемости
		всего	аудиторные учебные занятия			Самостоятельная работа обучающихся	
			лекции	практические занятия	лабораторная работа		
1.	Линейные электрические цепи постоянного тока. Электрические цепи переменного однофазного тока	12	2	1	1	8	собеседование
2.	Трёхфазные линейные электрические цепи переменного тока	16	4	2	2	8	собеседование
3.	Электрические трансформаторы	12	2	1	1	8	собеседование
4.	Электрические машины	12	2	1	1	8	собеседование

5.	Электрооборудование и электроснабжение	12	2	1	1	8	собеседование, коллоквиум №1 по теме: «Электротехника и электроснабжение»
6.	Основные положения	10	2	1	1	6	собеседование
7.	Явления при стекании тока в землю	10	2	1	1	6	собеседование
8.	Анализ опасности поражения током в различных электрических сетях	12	2	1	1	8	собеседование
9.	Защитное заземление	10	2	1	1	6	собеседование
10.	Защитное зануление. Защитное отключение	10	2	1	1	6	собеседование
11.	Электрозащитные средства, применяемые в электроустановках	16	4	2	2	8	собеседование
12.	Организация безопасной работы электроустановок	12	2	1	1	8	собеседование, коллоквиум №2 по теме: «Электробезопасность»
Всего:		144	28	14	14	88	к/р №1, экзамен

для заочной формы обучения

№ п/ п	Раздел дисциплины	трудоёмкость (в часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоёмкость (в акад. часах)				Самостоятельная работа обучающихся	Формы кон- троля успе- ваемости
			аудиторные учебные заня- тия					
			всего	лекции	практические занятия			
1.	Линейные электрические цепи постоянного тока. Электрические цепи переменного однофазного тока	14	0,5	1,0	0,5	12	собеседование	
2.	Трёхфазные линейные электрические цепи переменного тока	14	0,5	1,0	0,5	12	собеседование	
3.	Электрические трансформаторы	15	0,5	2,0	0,5	12	собеседование	
4.	Электрические машины	15	0,5	2,0	0,5	12	собеседование	
5.	Электрооборудование и электроснабжение	11	0,5	1,0	0,5	9	собеседование	
6.	Основные положения	11	0,5	1,0	0,5	9	собеседование	

7.	Явления при стекании тока в землю	11	0,5	1,0	0,5	9	собеседование
8.	Анализ опасности поражения током в различных электрических сетях	11	0,5	1,0	0,5	9	собеседование
9.	Защитное заземление	10,5	0,5	0,5	0,5	9	собеседование
10.	Защитное зануление. Защитное отключение	10,5	0,5	0,5	0,5	9	собеседование
11.	Электрозащитные средства, применяемые в электроустановках	10,5	0,5	0,5	0,5	9	собеседование
12.	Организация безопасной работы электроустановок	10,5	0,5	0,5	0,5	9	собеседование
Всего:		144	6	12	6	120	к/р №1, экзамен

4.2. Содержание дисциплины (модуля) «Электротехника и электробезопасность», структурированное по разделам

лекционные занятия

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	Линейные электрические цепи постоянного тока. Электрические цепи переменного однофазного тока	Электрические цепи постоянного тока. Схемы замещения. Основные параметры электрической цепи. Закон Ома. Законы Кирхгофа. Основные понятия, термины, определения и символика. Особенности преобразования электроэнергии. Анализ электрических состояний линейной цепи с последовательно соединенными элементами r , l , и с классическим методом. Резонанс напряжений. Анализ состояний линейной цепи с параллельно включенными элементами r , l . и с классическим методом. Резонанс
2	Трехфазные линейные электрические цепи переменного тока	Основные понятия и определения трехфазных систем синусоидального тока промышленной частоты. Симметричные режимы трехфазной цепи. Анализ состояний трехфазных цепей при несимметричной нагрузке. Использование трехфазных цепей. Мощность электроприемников.
3	Электрические трансформаторы	Основные понятия и принцип действия однофазного двухобмоточного трансформатора. Уравнение электромагнитного равновесия однофазного трансформатора и его векторная диаграмма. Схема замещения. Разновидности трансформаторов и их использование: трехфазные трансформаторы, автотрансформаторы, сварочные трансформаторы.
4	Электрические машины	Машины постоянного тока. Характеристики машин постоянного тока. Трехфазные асинхронные двигатели. Принцип действия асинхронного двигателя. Механические и рабочие характеристики асинхронного двигателя. Синхронные машины.
5	Электрооборудование и электроснабжение	Трансформаторные подстанции и распределительные устройства. Кабельные и воздушные линии электропередачи. Релейная защита и защита от атмосферных перенапряжений. Электропривод механизмов и машин непрерывного действия. Специальные электроустановки: электросварочное оборудование.
6	Основные положения	Основы теории безопасности. Термины и определения. Основные способы и средства защиты от поражения электрическим током. Классификация помещений по опасности поражения электрическим током.

7	Явления при стекании тока в землю	Стеkanie тока через одиночный и групповой заземлители. Сопротивления заземлителей. Коэффициент использования группового заземлителя. Напряжение прикосновения и напряжение шага. Электрическое сопротивление многослойной земли.
8	Анализ опасности поражения током в различных электрических сетях	Однофазные цепи, изолированные и заземленные. Трехфазные сети, трех- и четырехпроводные. Выбор схемы и режима нейтрали электрической сети.
9	Защитное заземление	Назначение, принцип действия и область применения. Типы заземляющих устройств. Расчет защитного заземления. Эксплуатация заземляющих устройств. Виды и периодичность проверок состояния заземляющих устройств. Контроль и испытания заземляющих устройств.
10	Защитное зануление. Защитное отключение	Назначение, принцип действия и область применения. Нулевой защитный проводник. Расчет зануления. Исполнение схем зануления. Контроль исправности. Измерение сопротивления петли фаза – нуль. Основные требования. Область применения. Виды устройств защитного отключения.
11	Электрозакщитные средства, применяемые в электроустановках	Рабочая и дополнительная изоляция. Двойная изоляция. Контроль и испытания изоляции. Компенсация емкостных токов. Технические средства защиты: электрическое разделение сетей, использование малых напряжений, штанги, клещи, указатели напряжения, диэлектрические, изолирующие средства, переносные защитные заземления, ограждения, предупредительная сигнализация, средства индивидуальной защиты. Демонстрационные средства: плакаты, знаки безопасности.
12	Организация безопасной работы электроустановок	Требования к обслуживающему персоналу. Классификация работ в электроустановках по опасности поражения током. Оперативное техническое обслуживание электроустановок. Порядок выдачи нарядов. Допуск к работе.

практические занятия

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	Линейные электрические цепи постоянного тока. Электрические цепи переменного однофазного тока	Расчет электрической цепи постоянного тока методом непосредственного использования законов Кирхгофа. Расчет электрической цепи однофазного тока при последовательном и параллельном соединении элементов r , L и C .
2	Трехфазные линейные электрические цепи переменного тока	Расчет электрической цепи трехфазного переменного тока при соединении потребителей в «звезду» и «треугольник»
3	Электрические трансформаторы	Расчет однофазного трансформатора. Расчет трехфазного трансформатора.

4	Электрические машины	Расчет асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым и фазным ротором. Расчет генератора постоянного тока. Расчет двигателя постоянного тока параллельного возбуждения.
5	Электрооборудование и электроснабжение	Выбор мощности асинхронного двигателя для заданного режима нагрузки производственного механизма.
6	Основные положения	Введение. Действие электрического тока на организм человека.
7	Явления при стекании тока в землю	Явления при стекании тока в землю.
8	Анализ опасности поражения током в различных электрических сетях	Анализ опасности поражения током.
9	Защитное заземление	Защитное заземление.
10	Защитное зануление. Защитное отключение	Защитное отключение.
11	Электротехнические средства, применяемые в электроустановках	Электротехнические защитные средства и предохранительные приспособления.
12	Организация безопасной работы электроустановок	Защита от воздействия электромагнитного поля промышленной частоты в электроустановках сверхвысокого напряжения. Область и порядок применения ПТБ. безопасность работ, выполняемых со снятием напряжения. Производство работ по предотвращению аварий и ликвидации их последствий. ПТБ при обслуживании электродвигателей. ПТБ при работах на коммутационных аппаратах. ПТБ при обслуживании комплектных распределительных устройств.

лабораторные занятия

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	Линейные электрические цепи постоянного тока. Электрические цепи переменного однофазного тока	Линейная и нелинейная электрические цепи постоянного тока Экспериментальное определение параметров элементов цепей переменного тока Электрическая цепь переменного тока с последовательным соединением элементов Электрическая цепь переменного тока с параллельным соединением элементов. Повышение коэффициента мощности
2	Трехфазные линейные электрические цепи переменного тока	Трехфазная цепь при соединении потребителей по схеме «звезда» Трехфазная цепь при соединении потребителей по схеме «треугольник» Нелинейная цепь переменного тока

3	Электрические трансформаторы	Исследование однофазного двухобмоточного трансформатора
4	Электрические машины	Исследование генераторов постоянного тока независимого возбуждения Исследование электродвигателя постоянного параллельного возбуждения Исследование электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения Исследование асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором Исследование асинхронного генератора
5	Электрооборудование и электроснабжение	Токовая отсечка Максимальная токовая защита с независимой выдержкой времени Максимальная токовая защита с пуском по напряжению Продольная дифференциальная защита линии электропередач Автоматическое повторное включение линии электропередач
6	Основные положения	Определение влияния режима электрической сети и ее нейтрали на условия электробезопасности.
7	Явления при стекании тока в землю	Определение зависимостей, характеристик явления при стекании тока в землю через защитный заземлитель.
8	Анализ опасности поражения током в различных электрических сетях	Определение зависимостей, характеристик электрического сопротивления тела человека.
9	Защитное заземление	Контроль изоляции в электрической сети с изолированной нейтралью. Измерение сопротивления заземления.
10	Защитное зануление. Защитное отключение	Натурное моделирование защитного заземления/самозаземление электрооборудования. Натурное моделирование защитного отключения электрической сети
11	Электрозщитные средства, применяемые в электроустановках	Натурное моделирование защитного отключения электрической сети.
12	Организация безопасной работы электроустановок	Натурное моделирование защитного отключения электрической сети. Натурное моделирование защитного заземления/самозаземление электрооборудования. Натурное моделирование защитного отключения электрической сети.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модуля) «Электротехника и электробезопасность»

Список учебно-методических материалов, которые помогают обучающемуся организовать самостоятельное изучение тем (вопросов) дисциплины (модуля) «Электротехника и электробезопасность»:

1. Бабичев, Ю.Е. Электротехника и электроника. /Ю.Е. Бабичев;-Мир горной книги. - Москва: МГГУ, Т.1. Электрические, электронные и магнитные цепи, 2007.- 615с. ISBN: 978-5-91003-015-6, 978-5-7418-0485-8, 978-5-98672-065-4.

2. Кононенко, В.В. Электротехника и электроника: учебное пособие для вузов. /В.В. Кононенко, В.И. Мишкович, В.В. Муханов. - Феникс, - Ростов на Дону, изд. 3-е, испр., доп, 2007.-784 с. ISBN:5-222-10309-9 978-5-222-10309-8.

3. Блохин, А. В. Электротехника: учебное пособие для вузов /А. В. Блохин. - Уральский гос. ун-т.- Екатеринбург: УГУ, 2014. - 184 с. ISBN: 978-5-7996-1090-6.

http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=275798

4. Бурькова, Е.В. Электротехника: учебное пособие /Е.В. Бурькова, Е.И. Ряполова. - Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2012.-124 с.

http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=259160

5. Маслов, В.В. Электробезопасность: практикум / В.В. Маслов, Х.М. Мустафаев. – М.-Берлин: Директ-Медиа, 2015,- 119 с. ISBN: 978-5-4475-3966-5.

http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=274339

6. Привалов, Е.Е. Электробезопасность. В 3-х частях. Ч.І. Воздействие электрического тока и электромагнитного поля на человека: учебное пособие /Е.Е. Привалов. – Агрус. - Ставрополь, 2013. – 132 с. (ЭБС «Электронная университетская библиотека»).

7. Привалов, Е.Е. Электробезопасность. В 3-х частях. Ч.ІІ.Заземление электроустановок: учебное пособие /Е.Е. Привалов. – Агрус. - Ставрополь, 2013. – 140 с.

http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=436754

8. Привалов, Е.Е. Электробезопасность. В 3-х частях. Ч.ІІІ.Защита от напряжения прикосновения и шага: учебное пособие /Е.Е. Привалов. – Агрус. - Ставрополь, 2013. – 156 с.

http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=436756

9. Евсина Е.М. Учебно-методическое пособие к самостоятельной работе по дисциплине «Электротехника и электробезопасность» для магистрантов, направление подготовки «Теплоэнергетика и теплотехника», Астрахань, АГАСУ - 2016. - 91 с.

<http://edu.aucu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) «Электротехника и электробезопасность» (Приложение 1)

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

а) основная учебная литература:

1. Бабичев, Ю.Е. Электротехника и электроника. /Ю.Е. Бабичев;-Мир горной книги. - Москва: МГГУ, Т.1. Электрические, электронные и магнитные цепи, 2007.- 615с. ISBN: 978-5-91003-015-6, 978-5-7418-0485-8, 978-5-98672-065-4.

2. Кононенко, В.В. Электротехника и электроника: учебное пособие для вузов. /В.В. Кононенко, В.И. Мишкович, В.В. Муханов. - Феникс, - Ростов на Дону, изд. 3-е, испр., доп, 2007.-784 с. ISBN:5-222-10309-9 978-5-222-10309-8.

3. Привалов, Е.Е. Электробезопасность. В 3-х частях. Ч.І. Воздействие электрического тока и электромагнитного поля на человека: учебное пособие /Е.Е. Привалов. – Агрус. - Ставрополь, 2013. – 132 с.

http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=436754

4. Привалов, Е.Е. Электробезопасность. В 3-х частях. Ч.ІІ.Заземление электроустановок: учебное пособие /Е.Е. Привалов. – Агрус. - Ставрополь, 2013. – 140 с.

http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=436755

5. Привалов, Е.Е. Электробезопасность. В 3-х частях. Ч.ІІІ.Защита от напряжения прикосновения и шага: учебное пособие /Е.Е. Привалов. – Агрус. - Ставрополь, 2013. – 156 с.

http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=436756

б) дополнительная учебная литература:

6. Блохин, А. В. Электротехника: учебное пособие для вузов /А. В. Блохин. - Уральский гос. ун-т.- Екатеринбург: УГУ, 2014. - 184 с. ISBN: 978-5-7996-1090-6.

http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=275798

7. Бурькова, Е.В. Электротехника: учебное пособие /Е.В. Бурькова, Е.И. Ряполова. - Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2012.-124 с.

http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=259160

8. Маслов, В.В. Электробезопасность: практикум / В.В. Маслов, Х.М. Мустафаев. – М.-Берлин: Директ-Медиа, 2015,- 119 с. ISBN: 978-5-4475-3966-5.

http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=274339

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

1. Научная электронная библиотека <http://www.elibrary.ru/>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) «Электротехника и электробезопасность»

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание следующим понятиям (<i>перечисление понятий</i>) и др.
Практические занятия	Проработка рабочей программы. Уделить особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом (<i>указать текст из источника и др.</i>). Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, решение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму и др.
Контрольная работа	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующихся для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и др.
Лабораторная работа	Методические указания по выполнению лабораторных работ
Коллоквиум	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и др.
Тестирование	При подготовке к тестированию необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

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

<p>Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы</p>	<p>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</p>
<p>Учебная аудитория для проведения лекционных занятий (ул. Татищева 18, ауд. №209)</p>	<p>Mathcad Education - University Edition (Договор поставки №220-1310250110 с ООО «5.25 Программы» от 24.10.2013г.) на 25 компьютеров;</p> <p>Microsoft Windows 7 Professional OEM (Договор поставки №1279 с ИП «Зверев Д.Н.» от 24.10.2013г.) на 16 компьютеров;</p> <p>Microsoft office pro+ Dev SL A Each Academic (Договор поставки №1774 с ЗАО «СофтЛайн Трейд» от 18.11.2015г.) на 47 компьютеров;</p> <p>Для доступа в Интернет используются выделенные оптоволоконные каналы с пропускной способностью 100 Мбит/с в соответствии с договорами: Договор с ПАО АТК «РЕАЛ» об оказании услуг связи № А17-0040 от 30.01.2017 г.;</p> <p>Договор с ООО «Ростелеком» об оказании услуг связи № 011887 от 11.01.2017 г.</p>
<p>Учебная аудитория для проведения практических занятий (ул. Татищева 18, ауд. №209)</p>	<p>Mathcad Education - University Edition (Договор поставки №220-1310250110 с ООО «5.25 Программы» от 24.10.2013г.) на 25 компьютеров;</p> <p>Microsoft Windows 7 Professional OEM (Договор поставки №1279 с ИП «Зверев Д.Н.» от 24.10.2013г.) на 16 компьютеров;</p> <p>Microsoft office pro+ Dev SL A Each Academic (Договор поставки №1774 с ЗАО «СофтЛайн Трейд» от 18.11.2015г.) на 47 компьютеров;</p> <p>Для доступа в Интернет используются выделенные оптоволоконные каналы с пропускной способностью 100 Мбит/с в соответствии с договорами: Договор с ПАО АТК «РЕАЛ» об оказании услуг связи № А17-0040 от 30.01.2017 г.;</p> <p>Договор с ООО «Ростелеком» об оказании услуг связи № 011887 от 11.01.2017 г.</p>
<p>Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий (ул. Татищева 18, ауд. №209)</p>	<p>ApacheOpenOffice (бесплатный офисный пакет Опен Офис, бессрочно, неограниченно);</p> <p>7-Zip (свободный файловый архиватор, бессрочно, неограниченно);</p> <p>AdobeAcrobatReader DC (Бесплатная программа для чтения, печати и рецензирования файлов PDF, бессрочно, неограниченно);</p> <p>Для доступа в Интернет используются выделенные оптоволоконные каналы с пропускной способностью 100 Мбит/с в соответствии с договорами: Договор с ПАО АТК «РЕАЛ» об оказании услуг связи № А17-0040 от 30.01.2017;</p>

	<p>Договор с ООО «Ростелеком» об оказании услуг связи № 011887 от 11.01.2017 г.</p>
<p>Аудитория для самостоятельной работы (ул. Татищева 18, ауд. №312)</p>	<p>ApacheOpenOffice (бесплатный офисный пакет Опен Офис, бессрочно, неограниченно);</p> <p>7-Zip (свободный файловый архиватор, бессрочно, неограниченно);</p> <p>AdobeAcrobatReader DC (Бесплатная программа для чтения, печати и рецензирования файлов PDF, бессрочно, неограниченно);</p> <p>Для доступа в Интернет используются выделенные оптоволоконные каналы с пропускной способностью 100 Мбит/с в соответствии с договорами: Договор с ПАО АТК «РЕАЛ» об оказании услуг связи № А17-0040 от 30.01.2017 г.; Договор с ООО «Ростелеком» об оказании услуг связи № 011887 от 11.01.2017 г.</p>
<p>Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций (ул. Татищева 18, ауд. №211)</p>	<p>ApacheOpenOffice (бесплатный офисный пакет Опен Офис, бессрочно, неограниченно);</p> <p>7-Zip (свободный файловый архиватор, бессрочно, неограниченно);</p> <p>AdobeAcrobatReader DC (Бесплатная программа для чтения, печати и рецензирования файлов PDF, бессрочно, неограниченно);</p> <p>Для доступа в Интернет используются выделенные оптоволоконные каналы с пропускной способностью 100 Мбит/с в соответствии с договорами: Договор с ПАО АТК «РЕАЛ» об оказании услуг связи № А17-0040 от 30.01.2017 г.; Договор с ООО «Ростелеком» об оказании услуг связи № 011887 от 11.01.2017 г.</p>
<p>Аудитория для текущей и промежуточной аттестации (ул. Татищева 18, ауд. №209)</p>	<p>ApacheOpenOffice (бесплатный офисный пакет Опен Офис, бессрочно, неограниченно);</p> <p>7-Zip (свободный файловый архиватор, бессрочно, неограниченно);</p> <p>AdobeAcrobatReader DC (Бесплатная программа для чтения, печати и рецензирования файлов PDF, бессрочно, неограниченно);</p> <p>Для доступа в Интернет используются выделенные оптоволоконные каналы с пропускной способностью 100 Мбит/с в соответствии с договорами: Договор с ПАО АТК «РЕАЛ» об оказании услуг связи № А17-0040 от 30.01.2017 г.; Договор с ООО «Ростелеком» об оказании услуг связи № 011887 от 11.01.2017 г.</p>

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

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Учебная аудитория для проведения лекционных занятий (ул. Татищева 18, ауд. №209)	Комплект учебной мебели. Компьютер - 16 шт. Мультимедиа проектор – 1 шт. Экран проекционный -1 шт. Доступ к сети Интернет.
Учебная аудитория для проведения практических занятий (ул. Татищева 18, ауд. №209)	Комплект ученой мебели. Компьютер - 16 шт. Мультимедиа проектор – 1 шт. Экран проекционный -1 шт. Доступ к сети Интернет.
Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий (ул. Татищева 18, ауд. №209)	Комплект учебной мебели. Компьютер - 16 шт. Мультимедиа проектор – 1 шт. Экран проекционный -1 шт. Доступ к сети Интернет.
Аудитория для самостоятельной работы (ул. Татищева 18, ауд. №312)	Комплект учебной мебели Компьютеры – 14 шт. Доступ к сети Интернет
Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций (ул. Татищева 18, ауд. №211)	Комплект учебной мебели. Переносное компьютерное и проекционное оборудование
Аудитория для текущей и промежуточной аттестации (ул. Татищева 18, ауд. №209)	Комплект учебной мебели. Компьютер - 16 шт. Мультимедиа проектор – 1 шт. Экран проекционный -1 шт. Доступ к сети Интернет

12. Иные сведения и (или) материалы ИНТЕРАКТИВНЫЕ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Очное отделение

№ пп	Наименование раздела дисциплины	Вид занятий (лекция, лабораторные, практические занятия)	Количество интер. часов	Наименование интерактивных форм проведения занятий
1.	Линейные	лекция,	1,36	электронное тестирование

	электрические цепи постоянного тока. Электрические цепи переменного однофазного тока	лабораторные, практические занятия 4ч		знаний, умений и навыков
2.	Трехфазные линейные электрические цепи переменного тока	лекция, лабораторные, практические занятия 8 ч	2,72	электронное тестирование знаний, умений и навыков
3.	Электрические трансформаторы	лекция, лабораторные, практические занятия 4 ч	1,36	электронное тестирование знаний, умений и навыков
4.	Электрические машины	лекция, лабораторные, практические занятия 4 ч	1,36	электронное тестирование знаний, умений и навыков
5.	Электрооборудование и электроснабжение	лекция, лабораторные, практические занятия 4 ч	1,36	электронное тестирование знаний, умений и навыков
6.	Основные положения	лекция, лабораторные, практические занятия 4 ч	1,36	электронное тестирование знаний, умений и навыков
7.	Явления при стекании тока в землю	лекция, лабораторные, практические занятия 4 ч	1,36	электронное тестирование знаний, умений и навыков
8.	Анализ опасности поражения током в различных электрических сетях	лекция, лабораторные, практические занятия 4 ч	1,36	электронное тестирование знаний, умений и навыков
9.	Защитное заземление	лекция, лабораторные, практические занятия 4 ч	1,36	электронное тестирование знаний, умений и навыков
10.	Защитное зануление. Защитное отключение	лекция, лабораторные, практические занятия 4 ч	1,36	электронное тестирование знаний, умений и навыков
11.	Электрозащитные средства,	лекция, лабораторные,	2,72	электронное тестирование знаний, умений и навыков

	применяемые в электроустановках	практические занятия 8 ч		
12.	Организация безопасной работы электроустановок	лекция, лабораторные, практические занятия 4 ч	1,36	электронное тестирование знаний, умений и навыков
Итого:		56	19,04	

Заочное отделение

№ пп	Наименование раздела дисциплины	Вид занятий (лекция, лабораторные, практические занятия)	Количество интер. часов	Наименование интерактивных форм проведения занятий
1.	Линейные электрические цепи постоянного тока. Электрические цепи переменного однофазного тока	лекция, лабораторные, практические занятия 2ч	0,57	электронное тестирование знаний, умений и навыков
2.	Трёхфазные линейные электрические цепи переменного тока	лекция, лабораторные, практические занятия 2 ч	0,57	электронное тестирование знаний, умений и навыков
3.	Электрические трансформаторы	лекция, лабораторные, практические занятия 2 ч	0,57	электронное тестирование знаний, умений и навыков
4.	Электрические машины	лекция, лабораторные, практические занятия 2 ч	0,57	электронное тестирование знаний, умений и навыков
5.	Электрооборудование и электроснабжение	лекция, лабораторные, практические занятия 2 ч	0,57	электронное тестирование знаний, умений и навыков
6.	Основные положения	лекция, лабораторные, практические занятия 2 ч	0,57	электронное тестирование знаний, умений и навыков
7.	Явления при стекании тока в землю	лекция, лабораторные, практические занятия	0,57	электронное тестирование знаний, умений и навыков

		занятия 2ч		
8.	Анализ опасности поражения током в различных электрических сетях	лекция, лабораторные, практические занятия 2 ч	0,57	электронное тестирование знаний, умений и навыков
9.	Защитное заземление	лекция, лабораторные, практические занятия 2 ч	0,57	электронное тестирование знаний, умений и навыков
10.	Защитное зануление. Защитное отключение	лекция, лабораторные, практические занятия 2 ч	0,57	электронное тестирование знаний, умений и навыков
11.	Электрозащитные средства, применяемые в электроустановках	лекция, лабораторные, практические занятия 2 ч	0,57	электронное тестирование знаний, умений и навыков
12.	Организация безопасной работы электроустановок	лекция, лабораторные, практические занятия 2 ч	0,57	электронное тестирование знаний, умений и навыков
Итого:		24	6,8	

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

	Ф.И.О.	Результат согласования	Подпись
Начальник УМУ	Шуклина Ю.А.	согласовано	
Председатель МС направления «Теплоэнергетика и теплотехника»	Дербасова Е.М.	согласовано	

Министерство образования и науки Астраханской области
Государственное автономное образовательное учреждение
Астраханской области высшего образования
«Астраханский государственный архитектурно-строительный
университет»
(ГАОУ АО ВО «АГАСУ»)



ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Наименование дисциплины

Электротехника и электробезопасность

(указывается наименование в соответствии с учебным планом)

По направлению подготовки

13.04.01 "Теплоэнергетика и теплотехника"

(указывается наименование направления подготовки в соответствии с ФГОС)

Направленность (профиль) подготовки

" Энергетика теплотехнологий "

(указывается наименование профиля в соответствии с ООП)

Кафедра

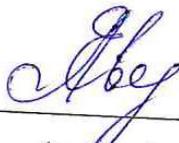
Системы автоматизированного проектирования и моделирования

Квалификация (степень) выпускника *магистр*

Разработчик:

К.Т.Н., доцент

(занимаемая должность,
учёная степень и учёное звание)



(подпись)

/Е. М. Евсина/

И. О. Ф.

Оценочные и методические материалы разработаны для учебного плана 2018 г.

Оценочные и методические материалы рассмотрены и одобрены на заседании кафедры «Системы автоматизированного проектирования и моделирования» протокол №9 от «26» апреля 2018 г.

Заведующий кафедрой



(подпись)

/И.Ю. Петрова/

И. О. Ф.

Согласовано:

Председатель МКН «Теплоэнергетика и теплотехника» профиль «Энергетика технологий»

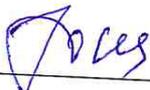


(подпись)

/Дербасова Д.А./

И. О. Ф.

Начальник УМУ



(подпись)

/Ю.А. Шухина

И. О. Ф.

Специалист УМУ



(подпись)

/В.В. Курикова

И. О. Ф.

1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1.	Линейные электрические цепи постоянного тока. Электрические цепи переменного однофазного тока	ПК-1(знать)	собеседование
		ПК-1 (уметь)	
		ПК-1 (владеть)	
		ПК-2 (знать)	
		ПК-2 (уметь)	
		ПК-2 (владеть)	
2.	Трехфазные линейные электрические цепи переменного тока	ПК-1(знать)	собеседование
		ПК-1 (уметь)	
		ПК-1 (владеть)	
		ПК-2 (знать)	
		ПК-2 (уметь)	
		ПК-2 (владеть)	
3.	Электрические трансформаторы	ПК-1(знать)	собеседование
		ПК-1 (уметь)	
		ПК-1 (владеть)	
		ПК-2 (знать)	
		ПК-2 (уметь)	
		ПК-2 (владеть)	
4.	Электрические машины	ПК-1(знать)	собеседование
		ПК-1 (уметь)	
		ПК-1 (владеть)	
		ПК-2 (знать)	
		ПК-2 (уметь)	
		ПК-2 (владеть)	
5.	Электрооборудование и электроснабжение	ПК-1(знать)	собеседование, коллоквиум №1 по теме: «Электротехника и электроснабжение»
		ПК-1 (уметь)	
		ПК-1 (владеть)	
		ПК-2 (знать)	
		ПК-2 (уметь)	
		ПК-2 (владеть)	
6.	Основные положения	ПК-1(знать)	собеседование
		ПК-1 (уметь)	
		ПК-1 (владеть)	
		ПК-2 (знать)	
		ПК-2 (уметь)	
		ПК-2 (владеть)	
7.	Явления при стекании тока в землю	ПК-1(знать)	собеседование
		ПК-1 (уметь)	
		ПК-1 (владеть)	
		ПК-2 (знать)	
		ПК-2 (уметь)	
		ПК-2 (владеть)	
8.	Анализ опасности поражения током в различных электрических сетях	ПК-1(знать)	собеседование
		ПК-1 (уметь)	
		ПК-1 (владеть)	

		ПК-2 (знать)	
		ПК-2 (уметь)	
		ПК-2 (владеть)	
9.	Защитное заземление	ПК-1(знать)	собеседование
		ПК-1 (уметь)	
		ПК-1 (владеть)	
		ПК-2 (знать)	
		ПК-2 (уметь)	
		ПК-2 (владеть)	
10.	Защитное зануление. Защитное отключение	ПК-1(знать)	собеседование
		ПК-1 (уметь)	
		ПК-1 (владеть)	
		ПК-2 (знать)	
		ПК-2 (владеть)	
11.	Электрозащитные средства, применяемые в электроустановках	ПК-1(знать)	собеседование
		ПК-1 (уметь)	
		ПК-1 (владеть)	
		ПК-2 (знать)	
		ПК-2 (владеть)	
12.	Организация безопасной работы электроустановок	ПК-1(знать)	собеседование, коллоквиум №2 по теме: «Электробезопасность» к/р №1, экзамен
		ПК-1 (уметь)	
		ПК-1 (владеть)	
		ПК-2 (знать)	
		ПК-2 (уметь)	
		ПК-2 (владеть)	

Критерии оценивания компетенций следующие:

✓ ответы имеют полные решения* (их содержание свидетельствует об уверенных знаниях обучающегося и о его умении решать профессиональные задачи), позволяющие проверить уровень сформированности компетенций, оценивается в 5 баллов (отлично);

✓ более 75 % ответов имеют полные решения (их содержание свидетельствует о достаточных знаниях обучающегося и его умении решать профессиональные задачи) – 4 балла (хорошо);

✓ не менее 50 % ответов имеют полные решения (их содержание свидетельствует об удовлетворительных знаниях обучающегося и о его ограниченном умении решать профессиональные задачи, соответствующие его будущей квалификации) – 3 балла (удовлетворительно);

✓ менее 50 % ответов имеют решения (их содержание свидетельствует о слабых знаниях обучающегося и его неумении решать профессиональные задачи) – 2 балла (неудовлетворительно);

* Полное решение – решение вопроса с правильным ответом

2. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Индекс и формулировка компетенции N	Номер и наименование результатов образования по дисциплине	Номер раздела дисциплины												Формы контроля с конкретизацией задания
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ПК-1: способность формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования, мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, экономии ресурсов	Знать: - основы теории электрических цепей; - назначение и принцип действия трансформаторов и электрических машин; - устройство электроприводов; - средства измерения электрических и неэлектрических величин.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Собеседование: Тема 1: вопросы: 1-3 Задачи: 1-5 Тема 2: вопросы: 1-2 Задачи: 1-5 Тема 3: вопросы: 1-3 Задачи: 1-5 Тема 4: вопросы: 1-5 Задачи: 1-5 Тема 5: вопросы: 1-3 Задачи: 1-5 Тема 6: вопросы: 1-4 Задачи: 1-4 Тема 7: вопросы: 1 Задачи: 1-5 Тема 8: вопросы: 1-5 Задачи: 1-4 Тема 9: вопросы: 1-9 Задачи: 1-5 Тема 10: вопросы: 1-8 Задачи: 1 Тема 11: вопросы: 1-34 Задачи: 1-5
	Уметь: - рассчитать разветвленную и неразветвленную	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

	<p>электрические цепи однофазного переменного тока с построением векторных диаграмм;</p> <ul style="list-style-type: none"> - включать в трехфазную сеть потребители переменного тока; - использовать трансформатор для питания электроустановок. 													
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками выбирать электродвигатель в системе электропривода. 	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	<p>Коллоквиум: Вопросы: 1-31 Экзамен: Вопросы: 1-31</p>
<p>ПК – 2: способность к проведению технических расчетов по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений, с использованием прикладного программного</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - назначение и принцип действия трансформаторов и электрических машин; - устройство электроприводов; – действие электрического тока на человека; – средства коллективной и индивидуальной защиты от поражения электрическим током, области их применения; – организацию работ в действующих электроустановках; – способы оказания первой 	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	<p>Собеседование: Тема 1: вопросы: 1-3 Задачи: 1-5 Тема 2: вопросы: 1-2 Задачи: 1-5 Тема 3: вопросы: 1-3 Задачи: 1-5 Тема 4: вопросы: 1-5 Задачи: 1-5 Тема 5: вопросы: 1-3 Задачи: 1-5 Тема 6: вопросы: 1-4 Задачи: 1-4 Тема 7: вопросы: 1 Задачи: 1-5 Тема 8: вопросы: 1-5 Задачи: 1-4 Тема 9: вопросы: 1-9 Задачи: 1-5 Тема 10: вопросы: 1-8</p>	

<p>обеспечения для расчета параметров и выбора серийного и разработки нового</p>	<p>доврачебной помощи при поражении электрическим током; – критерии оценки опасности для человека при работе в электроустановках.</p>													<p>Задачи: 1 Тема 11: вопросы: 1-34 Задачи: 1-5</p>
<p>теплоэнергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования</p>	<p>Уметь: – выполнять расчет устройств коллективной защиты от поражения электрическим током; – выполнять расчет защитного заземления и зануления; – производить выбор необходимых средств защиты и безопасности при эксплуатации электроустановок; - рассчитать разветвленную и неразветвленную электрические цепи однофазного переменного тока с построением векторных диаграмм; - включать в трехфазную сеть потребители переменного тока; - использовать</p>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	<p>Контрольная работа Варианты 1-10</p>

	трансформатор для питания электроустановок.													
	Владеть: – приемами освобождения от действия электрического тока; – приемами по реанимации пострадавшего от электрического тока самостоятельно или в составе бригады. – основными методами защиты производственного персонала возможных аварий, катастроф, стихийных бедствий; - навыками выбирать электродвигатель в системе электропривода.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	Коллоквиум: Вопросы: 1-31 Экзамен: Вопросы: 1-31

Шкала оценивания

Уровень достижений	Отметка в 5-бальной шкале	Зачтено/ не зачтено
высокий	«5»(отлично)	зачтено
продвинутый	«4»(хорошо)	зачтено
пороговый	«3»(удовлетворительно)	зачтено
ниже порогового	«2»(неудовлетворительно)	не зачтено

3. Типовые контрольные задания или иные материалы

3.1. Экзамен

а) типовые вопросы

Раздел: «Электротехника и электроснабжение»

1. Электрические цепи постоянного тока. Схемы замещения. Основные параметры электрической цепи. Закон Ома. Законы Кирхгофа. Основные понятия, термины, определения и символика.

2. Особенности преобразования электроэнергии. Анализ электрических состояний линейной цепи с последовательно соединенными элементами r , I , и с классическим методом.

3. Резонанс напряжений. Анализ состояний линейной цепи с параллельно включенными элементами r , I . и с классическим методом. Резонанс токов.

4. Основные понятия и определения трехфазных систем синусоидального тока промышленной частоты. Симметричные режимы трехфазной цепи.

5. Анализ состояний трехфазных цепей при несимметричной нагрузке. Использование трехфазных цепей. Мощность электроприемников.

6. Основные понятия и принцип действия однофазного двухобмоточного трансформатора.

7. Уравнение электромагнитного равновесия однофазного трансформатора и его векторная диаграмма.

8. Схема замещения. Разновидности трансформаторов и их использование: трехфазные трансформаторы, автотрансформаторы, сварочные трансформаторы.

9. Машины постоянного тока. Характеристики машин постоянного тока. Трехфазные асинхронные двигатели.

10. Принцип действия асинхронного двигателя.

11. Механические и рабочие характеристики асинхронного двигателя. Синхронные машины.

12. Трансформаторные подстанции и распределительные устройства. Кабельные и воздушные линии электропередачи.

13. Релейная защита и защита от атмосферных перенапряжений. Электропривод механизмов и машин непрерывного действия.

14. Специальные электроустановки: электросварочное оборудование.

Раздел: «Электробезопасность»

15. Основы теории безопасности. Термины и определения.

16. Основные способы и средства защиты от поражения электрическим током.

17. Классификация помещений по опасности поражения электрическим током.

18. Стеkanie тока через одиночный и групповой заземлители. Сопротивления заземлителей.

19. Коэффициент использования группового заземлителя. Напряжение прикосновения и напряжение шага. Электрическое сопротивление многослойной земли.

20. Однофазные цепи, изолированные и заземленные. Трехфазные сети, трех- и четырехпроводные. Выбор схемы и режима нейтрали электрической сети.

21. Назначение, принцип действия и область применения. Типы заземляющих устройств.

22. Расчет защитного заземления.

23. Эксплуатация заземляющих устройств. Виды и периодичность проверок состояния заземляющих устройств. Контроль и испытания заземляющих устройств. Назначение, принцип действия и область применения.

24. Нулевой защитный проводник. Расчет зануления. Исполнение схем зануления.

25. Контроль исправности. Измерение сопротивления петли фаза – нуль.

26. Основные требования. Область применения. Виды устройств защитного отключения.

27. Рабочая и дополнительная изоляция. Двойная изоляция. Контроль и испытания изоляции.

28. Компенсация емкостных токов. Технические средства защиты: электрическое разделение сетей, использование малых напряжений, штанги, клещи, указатели напряжения, диэлектрические, изолирующие средства, переносные защитные заземления, ограждения, предупредительная сигнализация, средства индивидуальной защиты. Демонстрационные средства: плакаты, знаки безопасности.

29. Требования к обслуживающему персоналу.

30. Классификация работ в электроустановках по опасности поражения током.

31. Оперативное техническое обслуживание электроустановок. Порядок выдачи нарядов. Допуск к работе.

3.2. Коллоквиум

а) типовые вопросы (см. приложение)

3.3. Собеседование

а) типовые вопросы (см. приложение)

3.4. Контрольная работа

а) типовые вопросы (см. приложение)

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

4.1. Экзамен

При оценке знаний на экзамене учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	Отлично	Магистр должен: - продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний программного материала; - исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; - правильно формулировать определения; - продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой; - уметь сделать выводы по излагаемому материалу.
2	Хорошо	Магистр должен: - продемонстрировать достаточно полное знание программного материала; - продемонстрировать знание основных теоретических понятий; достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал; - продемонстрировать умение ориентироваться в литературе; - уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.
3	Удовлетворительно	Магистр должен: - продемонстрировать общее знание изучаемого материала;
		- показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; - уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.

4	Неудовлетворительно	<p>Магистр демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> - незнание значительной части программного материала; - не владение понятийным аппаратом дисциплины; - существенные ошибки при изложении учебного материала; - неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - неумение делать выводы по излагаемому материалу.
---	---------------------	--

4.2. Коллоквиум

При оценке знаний на коллоквиуме учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	Отлично	<p>Магистр должен:</p> <ul style="list-style-type: none"> - продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний программного материала; - исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; - правильно формулировать определения; - продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой; - уметь сделать выводы по излагаемому материалу.
2	Хорошо	<p>Магистр должен:</p> <ul style="list-style-type: none"> - продемонстрировать достаточно полное знание программного материала; - продемонстрировать знание основных теоретических понятий; - достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал; - продемонстрировать умение ориентироваться в литературе; - уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.
3	Удовлетворительно	<p>Магистр должен:</p> <ul style="list-style-type: none"> - продемонстрировать общее знание изучаемого материала;
		<ul style="list-style-type: none"> - показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; - уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.

4	Неудовлетворительно	<p>Магистр демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> - незнание значительной части программного материала; - не владение понятийным аппаратом дисциплины; - существенные ошибки при изложении учебного материала; - неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - неумение делать выводы по излагаемому материалу.
---	---------------------	--

4.3. Собеседование

При оценке знаний на собеседовании учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	Отлично	<p>Магистр должен:</p> <ul style="list-style-type: none"> - продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний программного материала; - исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; - правильно формулировать определения; - продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой; - уметь сделать выводы по излагаемому материалу.
2	Хорошо	<p>Магистр должен:</p> <ul style="list-style-type: none"> - продемонстрировать достаточно полное знание программного материала; - продемонстрировать знание основных теоретических понятий; - достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал; - продемонстрировать умение ориентироваться в литературе; - уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.
3	Удовлетворительно	<p>Магистр должен:</p> <ul style="list-style-type: none"> - продемонстрировать общее знание изучаемого материала;

		<ul style="list-style-type: none"> - показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; - уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.
4	Неудовлетворительно	<p>Магистр демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> - незнание значительной части программного материала; - не владение понятийным аппаратом дисциплины; - существенные ошибки при изложении учебного материала; - неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - неумение делать выводы по излагаемому материалу.

4.4. Контрольная работа

При оценке знаний на контрольной работе учитывается:

1. Уровень сформированности компетенций.
2. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
3. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
4. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
5. Умение связать теорию с практикой.
6. Умение делать обобщения, выводы.

№ п/п	Оценка	Критерии оценки
1	Отлично	<p>Магистр должен:</p> <ul style="list-style-type: none"> - продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний программного материала; - исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; - правильно формулировать определения; - продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой; - уметь сделать выводы по излагаемому материалу.
2	Хорошо	<p>Магистр должен:</p> <ul style="list-style-type: none"> - продемонстрировать достаточно полное знание программного материала; - продемонстрировать знание основных теоретических понятий; достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал; - продемонстрировать умение ориентироваться в литературе; - уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.

3	Удовлетворительно	Магистр должен: - продемонстрировать общее знание изучаемого материала;
		- показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; - уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.
4	Неудовлетворительно	Магистр демонстрирует: - незнание значительной части программного материала; - не владение понятийным аппаратом дисциплины; - существенные ошибки при изложении учебного материала; - неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - неумение делать выводы по излагаемому материалу.

Государственное автономное образовательное учреждение Астраханской области высшего образования
«Астраханский государственный архитектурно-строительный университет»

Кафедра системы автоматизированного проектирования и моделирования

Вопросы для экзамена
по дисциплине электротехника и электробезопасность

Раздел: «Электротехника и электроснабжение»

1. Электрические цепи постоянного тока. Схемы замещения. Основные параметры электрической цепи. Закон Ома. Законы Кирхгофа. Основные понятия, термины, определения и символика.

2. Особенности преобразования электроэнергии. Анализ электрических состояний линейной цепи с последовательно соединенными элементами r , l , и c классическим методом.

3. Резонанс напряжений. Анализ состояний линейной цепи с параллельно включенными элементами r , l , и c классическим методом. Резонанс токов.

4. Основные понятия и определения трехфазных систем синусоидального тока промышленной частоты. Симметричные режимы трехфазной цепи.

5. Анализ состояний трехфазных цепей при несимметричной нагрузке. Использование трехфазных цепей. Мощность электроприемников.

6. Основные понятия и принцип действия однофазного двухобмоточного трансформатора.

7. Уравнение электромагнитного равновесия однофазного трансформатора и его векторная диаграмма.

8. Схема замещения. Разновидности трансформаторов и их использование: трехфазные трансформаторы, автотрансформаторы, сварочные трансформаторы.

9. Машины постоянного тока. Характеристики машин постоянного тока. Трехфазные асинхронные двигатели.

10. Принцип действия асинхронного двигателя.

11. Механические и рабочие характеристики асинхронного двигателя. Синхронные машины.

12. Трансформаторные подстанции и распределительные устройства. Кабельные и воздушные линии электропередачи.

13. Релейная защита и защита от атмосферных перенапряжений. Электропривод механизмов и машин непрерывного действия.

14. Специальные электроустановки: электросварочное оборудование.

Раздел: «Электробезопасность»

15. Основы теории безопасности. Термины и определения.

16. Основные способы и средства защиты от поражения электрическим током.

17. Классификация помещений по опасности поражения электрическим током.

18. Стеkanie тока через одиночный и групповой заземлители. Сопротивления заземлителей.

19. Коэффициент использования группового заземлителя. Напряжение прикосновения и напряжение шага. Электрическое сопротивление многослойной земли.

20. Однофазные цепи, изолированные и заземленные. Трехфазные сети, трех- и четырехпроводные. Выбор схемы и режима нейтрали электрической сети.
21. Назначение, принцип действия и область применения. Типы заземляющих устройств.
22. Расчет защитного заземления.
23. Эксплуатация заземляющих устройств. Виды и периодичность проверок состояния заземляющих устройств. Контроль и испытания заземляющих устройств. Назначение, принцип действия и область применения.
24. Нулевой защитный проводник. Расчет зануления. Исполнение схем зануления.
25. Контроль исправности. Измерение сопротивления петли фаза – нуль.
26. Основные требования. Область применения. Виды устройств защитного отключения.
27. Рабочая и дополнительная изоляция. Двойная изоляция. Контроль и испытания изоляции.
28. Компенсация емкостных токов. Технические средства защиты: электрическое разделение сетей, использование малых напряжений, штанги, клещи, указатели напряжения, диэлектрические, изолирующие средства, переносные защитные заземления, ограждения, предупредительная сигнализация, средства индивидуальной защиты. Демонстрационные средства: плакаты, знаки безопасности.
29. Требования к обслуживающему персоналу.
30. Классификация работ в электроустановках по опасности поражения током.
31. Оперативное техническое обслуживание электроустановок. Порядок выдачи нарядов. Допуск к работе.

Государственное автономное образовательное учреждение Астраханской области высшего образования
«Астраханский государственный архитектурно-строительный университет»

Кафедра системы автоматизированного проектирования и моделирования

Вопросы для коллоквиума
по дисциплине электротехника и электробезопасность

Раздел: «Электротехника и электроснабжение»

1. Электрические цепи постоянного тока. Схемы замещения. Основные параметры электрической цепи. Закон Ома. Законы Кирхгофа. Основные понятия, термины, определения и символика.

2. Особенности преобразования электроэнергии. Анализ электрических состояний линейной цепи с последовательно соединенными элементами r , l , и c классическим методом.

3. Резонанс напряжений. Анализ состояний линейной цепи с параллельно включенными элементами r , l , и c классическим методом. Резонанс токов.

4. Основные понятия и определения трехфазных систем синусоидального тока промышленной частоты. Симметричные режимы трехфазной цепи.

5. Анализ состояний трехфазных цепей при несимметричной нагрузке. Использование трехфазных цепей. Мощность электроприемников.

6. Основные понятия и принцип действия однофазного двухобмоточного трансформатора.

7. Уравнение электромагнитного равновесия однофазного трансформатора и его векторная диаграмма.

8. Схема замещения. Разновидности трансформаторов и их использование: трехфазные трансформаторы, автотрансформаторы, сварочные трансформаторы.

9. Машины постоянного тока. Характеристики машин постоянного тока. Трехфазные асинхронные двигатели.

10. Принцип действия асинхронного двигателя.

11. Механические и рабочие характеристики асинхронного двигателя. Синхронные машины.

12. Трансформаторные подстанции и распределительные устройства. Кабельные и воздушные линии электропередачи.

13. Релейная защита и защита от атмосферных перенапряжений. Электропривод механизмов и машин непрерывного действия.

14. Специальные электроустановки: электросварочное оборудование.

Раздел: «Электробезопасность»

15. Основы теории безопасности. Термины и определения.

16. Основные способы и средства защиты от поражения электрическим током.

17. Классификация помещений по опасности поражения электрическим током.

18. Стеkanie тока через одиночный и групповой заземлители. Сопротивления заземлителей.

19. Коэффициент использования группового заземлителя. Напряжение прикосновения и напряжение шага. Электрическое сопротивление многослойной земли.

20. Однофазные цепи, изолированные и заземленные. Трехфазные сети, трех- и четырехпроводные. Выбор схемы и режима нейтрали электрической сети.

21. Назначение, принцип действия и область применения. Типы заземляющих устройств.
22. Расчет защитного заземления.
23. Эксплуатация заземляющих устройств. Виды и периодичность проверок состояния заземляющих устройств. Контроль и испытания заземляющих устройств. Назначение, принцип действия и область применения.
24. Нулевой защитный проводник. Расчет зануления. Исполнение схем зануления.
25. Контроль исправности. Измерение сопротивления петли фаза – нуль.
26. Основные требования. Область применения. Виды устройств защитного отключения.
27. Рабочая и дополнительная изоляция. Двойная изоляция. Контроль и испытания изоляции.
28. Компенсация емкостных токов. Технические средства защиты: электрическое разделение сетей, использование малых напряжений, штанги, клещи, указатели напряжения, диэлектрические, изолирующие средства, переносные защитные заземления, ограждения, предупредительная сигнализация, средства индивидуальной защиты. Демонстрационные средства: плакаты, знаки безопасности.
29. Требования к обслуживающему персоналу.
30. Классификация работ в электроустановках по опасности поражения током.
31. Оперативное техническое обслуживание электроустановок. Порядок выдачи нарядов. Допуск к работе.

Кафедра системы автоматизированного проектирования и моделирования

Примерные вопросы и задания для собеседования
электротехника и электробезопасность

Вопросы:

1. Электрические цепи постоянного тока. Схемы замещения. Основные параметры электрической цепи. Закон Ома. Законы Кирхгофа. Основные понятия, термины, определения и символика.
2. Особенности преобразования электроэнергии. Анализ электрических состояний линейной цепи с последовательно соединенными элементами r , I , и c классическим методом.
3. Резонанс напряжений. Анализ состояний линейной цепи с параллельно включенными элементами r , I , и c классическим методом. Резонанс токов.

Задачи:

1. Для электрической цепи, схема которой изображена на рис. 1 – по данным в табл. 1 сопротивлениям и ЭДС выполнить следующее:
 1. Составить и решить систему уравнений, необходимых для определения токов по первому и второму закону Кирхгофа;
 2. Найти все токи, пользуясь методом контурных токов;
 3. Проверить правильность решения, применив метод узловых потенциалов;
 4. Определить показания вольтметра и составить баланс мощностей для заданной схемы.

Таблица 1

Номер		$E_1, В$	$E_2, В$	$E_3, В$	$R_{01}, Ом$	$R_{02}, Ом$	$R_{02}, Ом$	$R_1, Ом$	$R_2, Ом$	$R_3, Ом$	$R_4, Ом$	$R_5, Ом$	$R_6, Ом$
Варианта	Рисунка												
1	1	55	18	4	0.8	-	0.8	8	4	3	2	4	4

Электрические схемы для задачи № 1

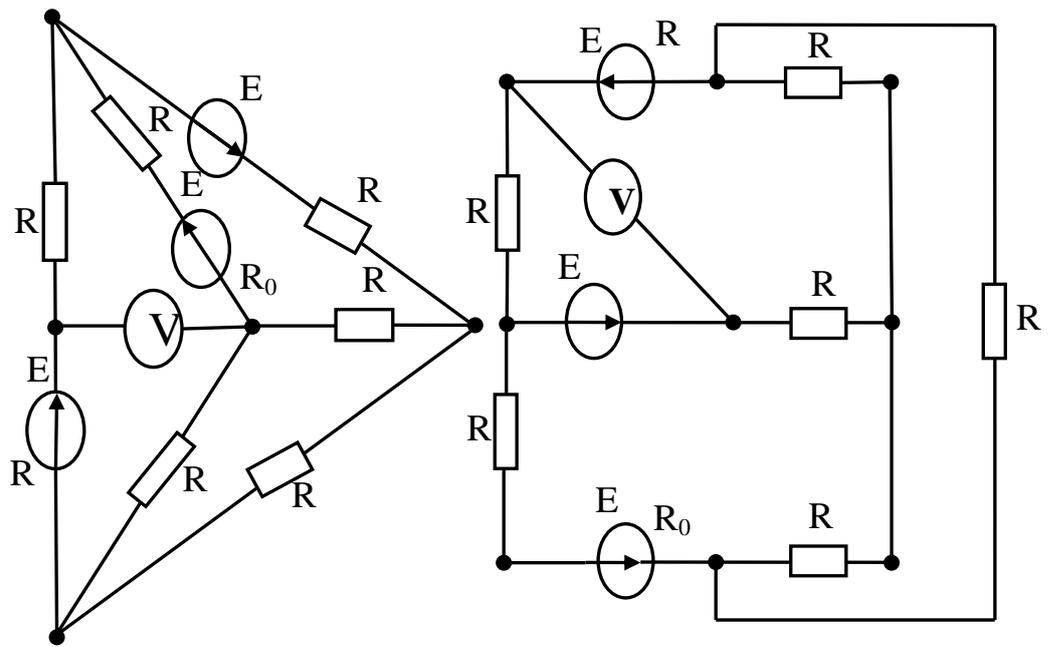


Рис.1

Рис.2

Государственное автономное образовательное учреждение Астраханской области высшего образования
«Астраханский государственный архитектурно-строительный университет»

Кафедра системы автоматизированного проектирования и моделирования

**Примерный комплект заданий для контрольной работы
по дисциплине электротехника и электробезопасность**

Таблица вариантов

Вариант	Задачи (в №1, 21-23, 25-29 данные выбираются для своих вариантов)										
	1	1	2	12	21	22	23	25	26	27	28
2	1	3	13	21	22	23	25	26	27	28	29
3	1	4	14	21	22	23	25	26	27	28	29
4	1	5	15	21	22	23	25	26	27	28	29
5	1	6	16	21	22	23	25	26	27	28	29
6	1	7	17	21	22	23	25	26	27	28	29
7	1	8	18	21	22	23	25	26	27	28	29
8	1	9	19	21	22	23	25	26	27	28	29
9	1	10	20	21	22	23	25	26	27	28	29
10	1	11	24	21	22	23	25	26	27	28	29

Раздел. Электротехника

1. Для электрической цепи, схема которой изображена на рис.1 – 10 по данным в табл. 1 (номер варианта соответствует последней цифре номера зачетной книжки студента-заочника) сопротивлениям и ЭДС выполнить следующее:

1. Составить и решить систему уравнений, необходимых для определения токов по первому и второму закону Кирхгофа;
2. Найти все токи, пользуясь методом контурных токов;
3. Проверить правильность решения, применив метод узловых потенциалов;
4. Определить показания вольтметра и составить баланс мощностей для заданной схемы.

Таблица. Варианты заданий

Номер		$E_1, В$	$E_2, В$	$E_3, В$	$R_{01}, Ом$	$R_{02}, Ом$	$R_{03}, Ом$	$R_1, Ом$	$R_2, Ом$	$R_3, Ом$	$R_4, Ом$	$R_5, Ом$	$R_6, Ом$
Варианта	Рисунка												
1	1	55	18	4	0.8	-	0.8	8	4	3	2	4	4
2	2	36	10	25	-	0.4	0.5	4	8	3	1	2	7
3	3	13	5	32	-	0.6	0.8	9	3	2	4	1	5
4	4	14	25	28	0.9	1.2	-	5	2	8	2	2	6
5	5	20	22	9	0.1	-	1.1	1	2	6	3	8	1
6	6	5	16	30	0.4	-	0.7	6	4	3	2	5	3
7	7	10	6	24	0.8	0.3	-	3.5	5	6	6	3	1
8	8	6	20	4	-	0.8	1.2	4	6	4	4	3	3
9	9	21	4	10	-	0.2	0.6	5	7	2	8	1	1
10	10	4	9	18	0.8	-	0.7	2.7	10	4	8	10	2

Электрические схемы для задачи № 1.

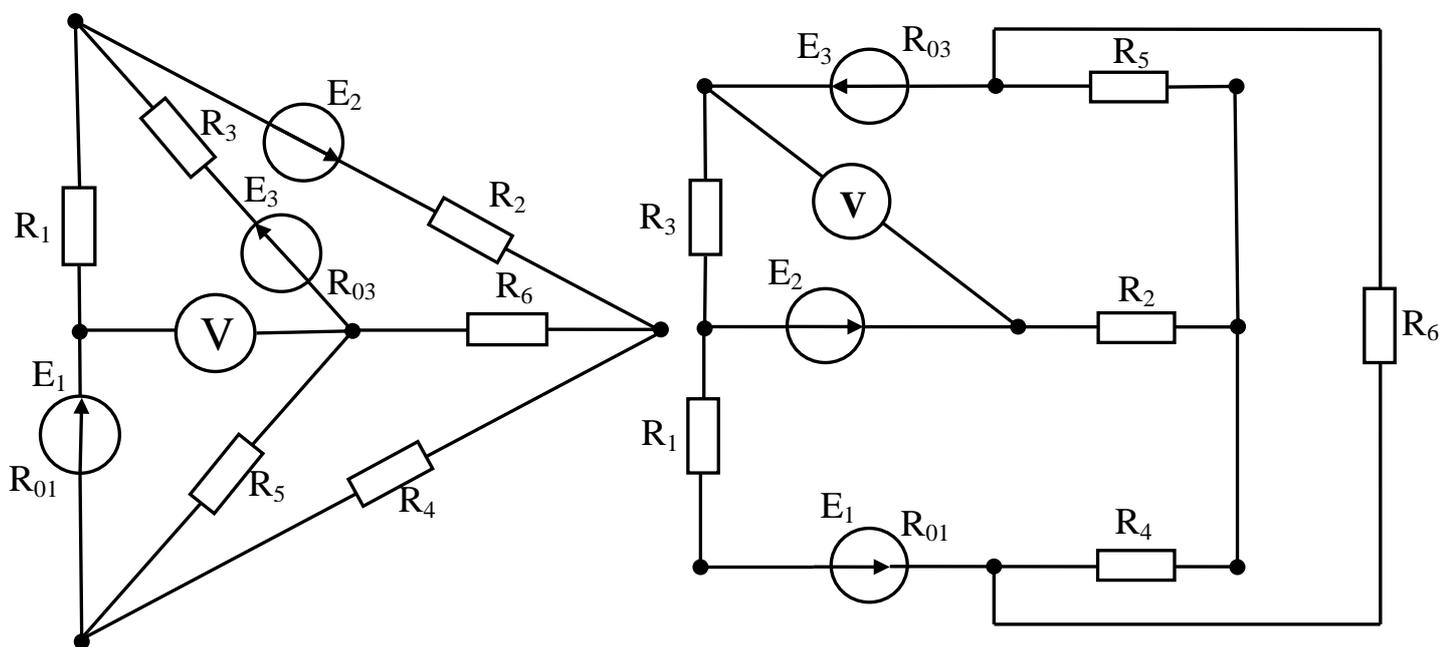


Рис.1

Рис.2

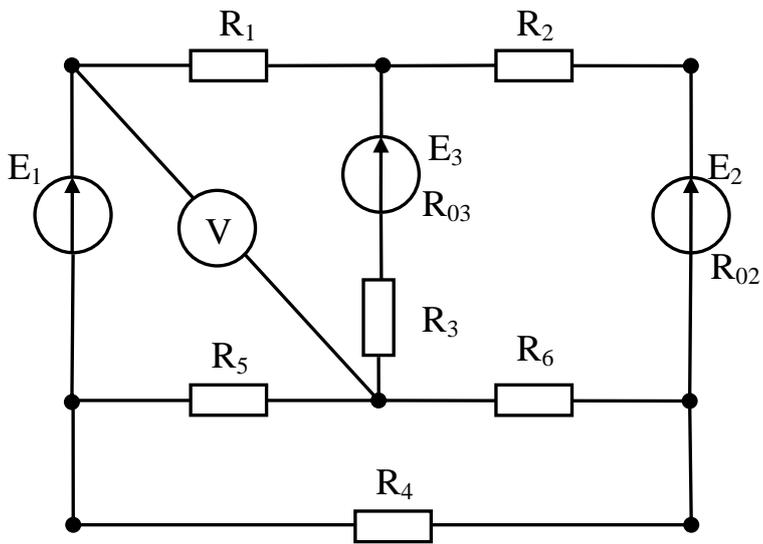


Рис.3

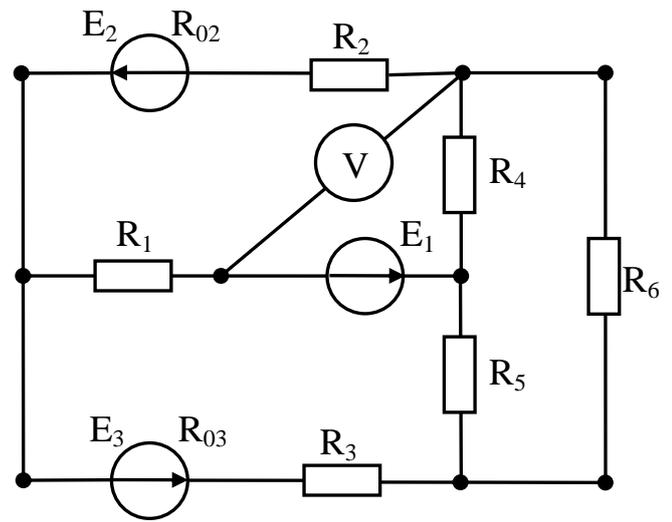


Рис.4

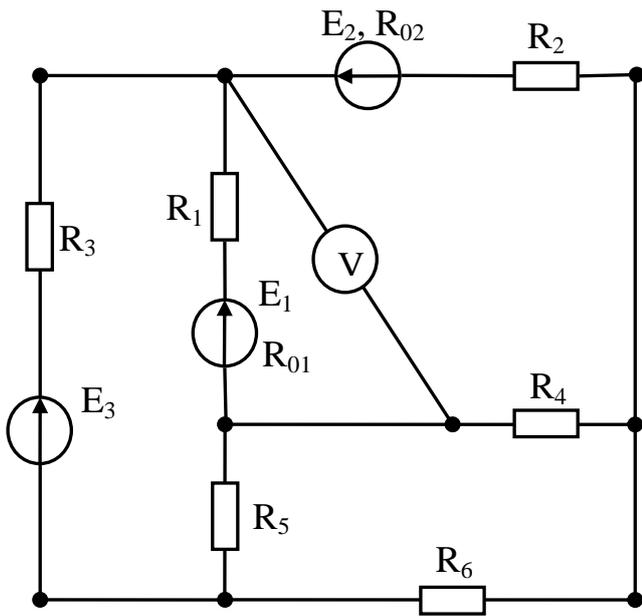


Рис.5.

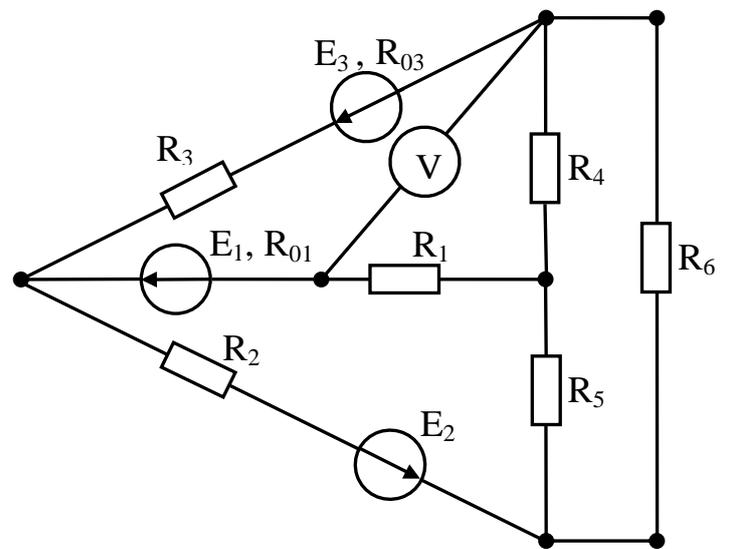


Рис.6

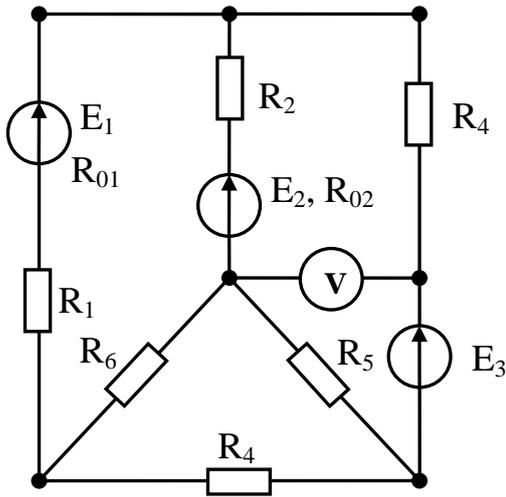


Рис. 7

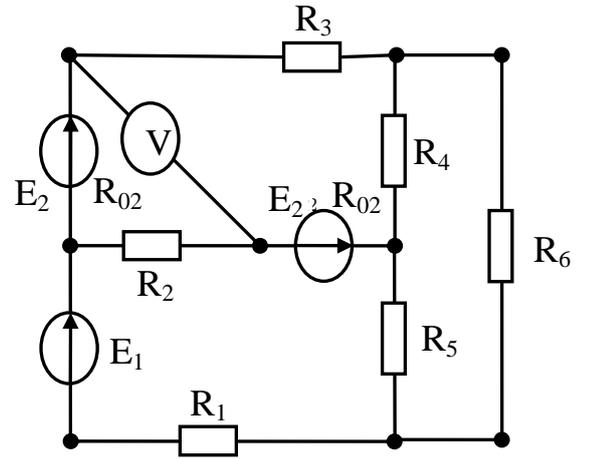


Рис. 8

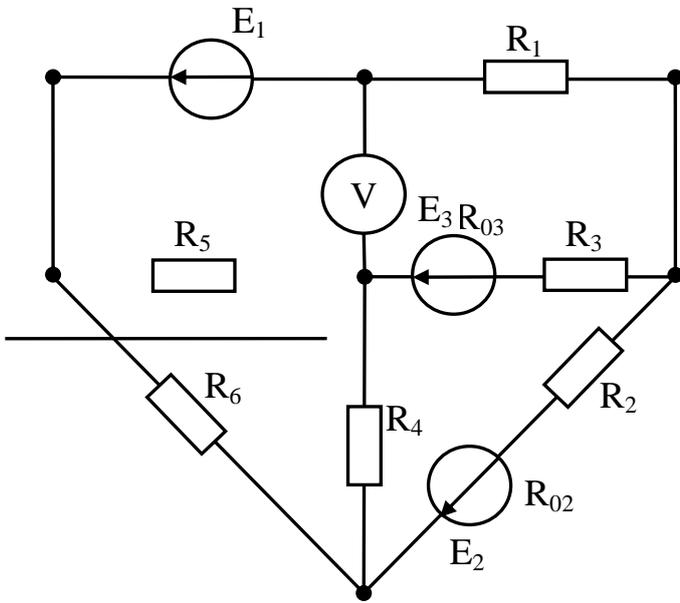


Рис. 9

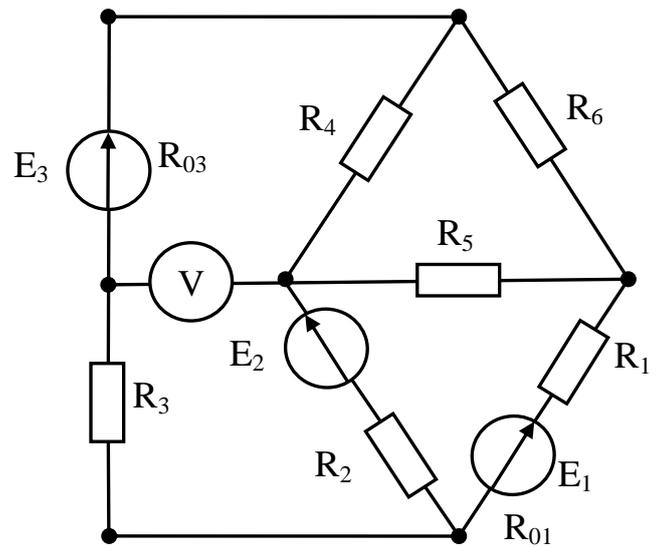
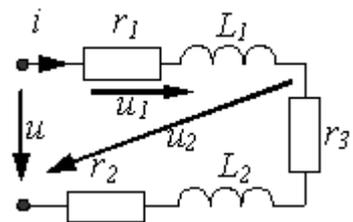
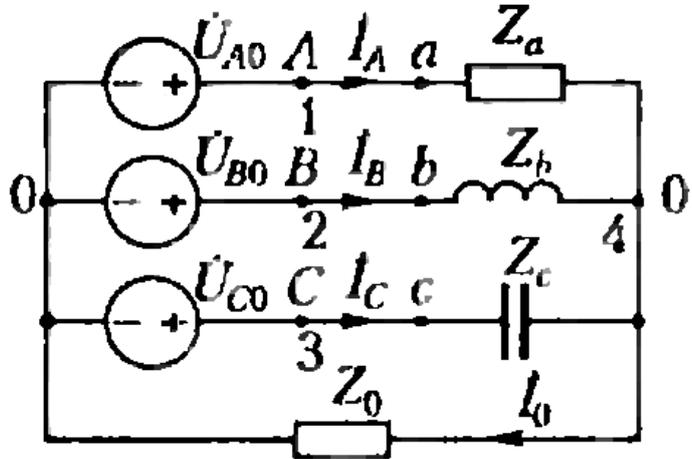


Рис.10

№ 3. Дано: $r_1 = 4 \text{ Ом}$, $L_1 = 10 \text{ мГн}$, $r_2 = 3 \text{ Ом}$,
 $L_2 = 1,4 \text{ мГн}$, $r_3 = 2 \text{ Ом}$, $U = 120 \text{ В}$, $f = 1000 \text{ Гц}$.
 Определить $u_1(t)$, $u_2(t)$ и мощность,
 расходуемую в цепи. Построить векторную
 диаграмму напряжений и тока.

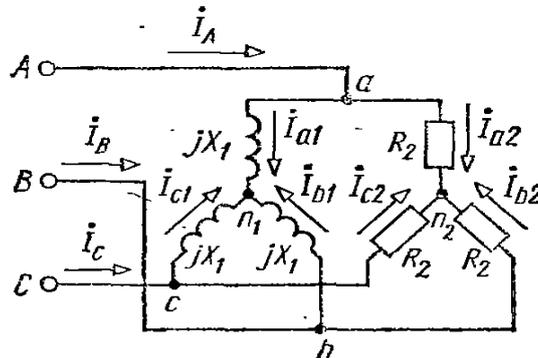


№4. В цепи симметричный источник с напряжением фазы $U_\phi = 12$ В подключен к несимметричной нагрузке, соединенной звездой с нулевым проводом (рис.). Модули фазных сопротивлений нагрузки и нулевого провода $Z = 3$ Ом. Найти фазные токи и напряжения. Построить векторную диаграмму напряжений и токов.



Линейное напряжение источника питания 220 В. Определить фазные и линейные токи.

№5. Найти общий ток, мощность и коэффициент мощности установки из двух двигателей (рис.), у которых $P_1 = 3,5$ кВт, $U_1 = U_2 = 220$ В, $\cos\varphi_1 = 0,87$, $\eta_1 = 75\%$, $P_2 = 8,5$ кВт



№6. Групповая однофазная осветительная сеть нагружена осветительными приборами. Напряжение сети 220 В. Количество светильников, их тип, марка провода (кабеля) и способ прокладки, тип аппарата защиты приведены в таблице вариантов заданий.

- 1) Определить необходимое сечение проводников и номинальные параметры аппарата защиты.
- 2) Найти в сети Интернет техническое описание и изображение светильников, кабелей и аппаратов защиты и включить их в решение задачи.

Таблица. Варианты заданий

Вариант задачи	Количество светильников	Тип светильника	Марка провода (кабеля)	Способ прокладки кабеля (провода)	Тип (серия) аппарата защиты

1	20	ВЗГ-200М	ВБВ	На скобах	АЕ1031
2	16	Н4Б-300М	АВБВ	На лотках	А3161
3	25	Н4Б-300М	ПРТО	В трубах	ПР-2
4	18	Н4БН-150	АПРТО	В трубах	Ц-27
5	10	Н4Б-300	АНРГ	На скобах	А3161
6	28	ВЗГ-100	ПВ	В трубах	АЕ1031
7	12	Н4БН-150	АНРГ	На скобах	АЕ1031
8	6	ВЗГ-200М	НРГ	На скобах	АЕ1031
9	15	СХМ-100	АПВ	В трубах	Ц-27
10	10	ВЗГ-200М	ВБВ	На скобах	А3161

№7. В сети типа IT ($U_n = 380$ В) произошло замыкание двух различных фаз на два отдельно заземленных корпуса. Заземлитель первого корпуса имеет полусферическую форму с радиусом $r = 0,2$ м и расположен на поверхности земли. Человек одной ногой стоит на этом заземлителе. Расстояние до второго заземлителя более 30 м. Определить напряжение шага $U_{ш}$ и ток I_h , протекающий через человека, если сеть короткая, $R_{L1}=R_{L2}=R_{L3}= 40$ кОм; $R_{31}= 4$ Ом; $R_{32}= 6$ Ом; $R_h=1$ кОм; шаг человека, $a= 0,8$ м; $b_2=0,5$.

№8. От сети типа TN-C (380/220 В) запитываются три потребителя электроэнергии, корпуса которых занулены. Открытые проводящие части подсоединяются к PEN-проводнику на расстоянии 100, 200 и 400 м от нейтральной точки соответственно. PEN-проводник медный сечением 20 мм². Произошло замыкание на корпус 3. Повторное заземление отсутствует. Два человека касаются 1 и 2 корпусов. Оценить опасность прикосновения для каждого, если известно, что автомат максимальной токовой защиты отключился через 1с.