

Государственное автономное образовательное учреждение
дополнительного профессионального образования
«ИНСТИТУТ РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН»

ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ
ОБЩИХ КОМПЕТЕНЦИЙ СРЕДСТВАМИ
ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ВОСПИТАНИЯ

по учебной дисциплине ОП.02 Электротехника

специальности

13.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и
электромеханического оборудования (по отраслям)

Разработчик

Шалак Алла Александровна

ГАПОУ «Набережночелнинский политехнический колледж»

АННОТАЦИЯ

Дисциплина ОП.02 Электротехника является важнейшей частью общей системы подготовки выпускников специальности 13.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям).

Учебная дисциплина Электротехника обеспечивает формирование элементов профессиональных и общих компетенций по всем видам деятельности, особое значение дисциплина имеет при формировании и развитии ОК1-ОК5, ОК9, ОК10.

Мощным фактором, мотивирующим освоение курса, является ориентация обучающихся на будущую профессиональную деятельность.

Системность освоения дисциплины способствует более глубокому пониманию устройства, принципов действия, характерных особенностей электрических машин и аппаратов, основанных на законах электротехники.

Вводная часть этой работы определяет цели и задачи по формированию элементов профессиональных и общих компетенций обучающихся.

В основной части рассматриваются технологии формирования и оценки общих компетенций средствами урочной и внеурочной деятельности и воспитания.

Практическая часть работы посвящена переходу на дистанционную форму обучения - разработаны Методические рекомендации по учебной дисциплине ОП.02 Электротехника. Методические рекомендации могут быть полезными для преподавателей и студентов политехнических специальностей.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Основная часть.....	6
Заключение.....	22
Список информационных источников.....	22
Приложения.....	23

ВВЕДЕНИЕ

Приказом Министерства образования и науки РФ от 7 декабря 2017 г. № 1196 утвержден актуализированный федеральный государственный образовательный стандарт среднего профессионального образования по специальности 13.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям)».

В рамках реализации ФГОС, опираясь на образовательную программу Департамента образования города Москвы, ГБПОУ «Колледж железнодорожного и городского транспорта» и учебные планы, преподаватели ГАПОУ «Набережночелнинский политехнический колледж» включились в работу по разработке и внедрению в учебный процесс обновленных рабочих программ.

В первую очередь были изучены требования к результатам освоения образовательной программы, в частности, каким образом могут быть сформированы элементы общих и профессиональных компетенций на базе нашей образовательной организации.

При разработке рабочих программ проработаны следующие вопросы:

- составлен паспорт на каждую программу дисциплины и профессионального модуля;
- определены структура и содержание программы;
- составлены условия реализации программы;
- пересмотрены критерии контроля и оценки результатов освоения.

Условия реализации образовательной программы в колледже в целом соответствуют требованиям ФГОС - учебные аудитории для проведения занятий всех видов, помещения для самостоятельной работы, мастерские и лаборатории постоянно оснащаются современным оборудованием, техническими средствами обучения и материалами.

Благодаря максимальной приближенности ФГОС к условиям WorldSkills и активному участию в этом направлении преподавателей и студентов колледжа, за последние несколько лет электромонтажные мастерские приобрели современное оборудование, что существенно расширило возможности проведения учебной практики и внедрения демозамена.

Перечень профессиональных компетенций, приводимых в актуализированном ФГОС, удовлетворяет запросам работодателей, заинтересованных в подготовке обучающихся специальности 13.02.11 к

будущей профессиональной деятельности. ПАО КамАЗ, ЖилЭнергоСервис, Набережночелнинские ЭлектроСети и другие предприятия города Набережные Челны и республики Татарстан рады принять наших студентов 3 и 4 курса на производственную практику, с дальнейшим закреплением на рабочих местах, так как образовательная программа согласована с требованиями работодателей.

Немаловажной задачей является совершенствование учебно-методического комплекса по актуализированной программе: пересмотр и дополнение контрольно-оценочных средств, включающих тесты по темам, методические указания для проведения лабораторно-практических работ, ситуационные задания и материалы промежуточной аттестации, в которых определяющими являются критерии контроля и оценки результатов освоения дисциплин и модулей.

Несомненно, внедрение актуализированных программ увеличивает образовательные свободы и самостоятельность образовательных организаций по разработке и наполнению содержания, усиливает взаимосвязь между ФГОС и профессиональными стандартами, что в свою очередь, будет способствовать повышению качества подготовки специалистов и удовлетворенности работодателей уровнем профессиональных навыков выпускников.

В конце марта 2020 года Министерство образования и науки Республики Татарстан рекомендовало профессиональным образовательным учреждениям при необходимости временно перевести обучающихся на дистанционное обучение. Такое решение приняли после заседания оперативного штаба РТ по предупреждению распространения коронавирусной инфекции COVID-19.

В связи с жизненной необходимостью началась работа над обобщением приобретённого за 23 года педагогической деятельности опыта и созданием методических рекомендаций по учебной дисциплине ОП.02 Электротехника для студентов ГАПОУ «Набережночелнинский политехнический колледж».

* Цель работы:

Обобщение опыта ведения образовательного процесса учебной дисциплины «Электротехника» и проектирования технологии оценки результатов освоения образовательной программы.

Ожидаемый результат – освоение студентами образовательной программы и успешное завершение учебного года.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Главными качествами выпускника образовательного учреждения являются его компетентность, коммуникабельность, конкурентоспособность и мобильность. В этой связи акценты при изучении учебных дисциплин переносятся на процесс познания, эффективность которого полностью зависит от познавательной активности студента. Успешность достижения поставленной цели зависит не только от содержания обучения, но и от того, как усваивается: индивидуально или коллективно, в авторитарных или гуманистических условиях, с опорой на внимание, восприятие, память или на весь личностный потенциал человека.

Многолетняя практика свидетельствует, что обучение с помощью традиционных технологий не в полной мере развивает ключевые базовые компетенции обучающихся по дисциплине «Электротехника».

Задача современного преподавателя – мотивировать студентов на самостоятельное овладение знаний в процессе коллективной познавательной деятельности. В основе этого лежит диалог, как между преподавателем и студентами, так и между студентами.

В процессе диалога развиваются коммуникативные способности и умение решать проблемы коллективно. Коллективные методы обучения направлены на привлечение студентов к самостоятельной познавательной деятельности, вызывают личностный интерес к решению каких-либо познавательных задач, возможность применения студентами полученных знаний. Для таких учебных занятий является важным, чтобы в усвоении знаний, умений, навыков участвовали все психические процессы, такие как речь, память, воображение и т.д.

Программа учебной дисциплины ОП.02 Электротехника является обязательной частью общепрофессионального цикла основной образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности: 13.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание электрического электромеханического оборудования (по отраслям). Программа утверждена приказом Министерства образования и науки РФ от 7 декабря 2017 года №1196, приказ зарегистрирован в Минюсте России 21 декабря 2017 года, регистрационный №49356.

Учебная дисциплина «Электротехника» обеспечивает формирование элементов профессиональных и общих компетенций по всем видам деятельности. В рамках программы учебной дисциплины обучающимися осваиваются умения и знания, приведённые в таблице 1.

Таблица 1 - Свидетельства сформированности общих компетенций, выраженные в деятельности обучающихся согласно актуализированным ФГОС

Формируемые компетенции	Виды деятельности обучающихся – свидетельства сформированности компетенций	Умения	Знания
<p>ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам</p>	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> - составляет план учебной работы или эксперимента, исходя из поставленной цели; - понимает и соблюдает последовательность действий по индивидуальному и коллективному выполнению учебной задачи в отведенное время; - делает выводы о рациональности приемов практической деятельности; - сравнивает разные способы выполнения учебной и практической деятельности; - отслеживает свои ошибки по ходу работы; - предлагает способы устранения ошибок; - может исправить ошибку по ходу проведения лабораторной работы или выполняемой практической работы; - осуществляет контроль выполнения работ, исходя из целей и задач деятельности, определенных руководителем; - принимает на себя ответственность за результаты учебной деятельности; - приводит примеры использования конкретных знаний и умений в будущей профессиональной деятельности; - анализирует рабочую ситуацию, дает оценку достигнутых результатов и вносит коррективы в деятельность на их основе. 	<ul style="list-style-type: none"> - подбирать электрические приборы и оборудование с определенными параметрами и характеристиками; - правильно эксплуатировать электрооборудование и механизмы передачи движения технологических машин и аппаратов; - снимать показания и пользоваться электроизмерительными приборами и приспособлениями; - собирать электрические схемы; - читать принципиальные, электрические и монтажные схемы 	<ul style="list-style-type: none"> - методы расчета и измерения основных параметров электрических, магнитных цепей; - основные правила эксплуатации электрооборудования и методы измерения электрических величин; - основы теории электрических машин, принцип работы типовых электрических устройств; - параметры электрических схем и единицы их измерения; - принципы выбора электрических и электронных устройств и приборов; - принципы действия, устройство, основные характеристики электротехнических устройств и приборов

<p>ОК 02. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности</p>	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> - работает с основными компонентами текста учебника или учебного пособия: оглавлением, учебным текстом, вопросами и заданиями, иллюстрациями, схемами, таблицами; - осуществляет поиск информации в сети Интернет; - владеет различными видами устного пересказа учебного текста, письменного изложения учебного текста в соответствии с заданием; - составляет план учебного текста, конспект текста; - выделяет значимое в блоке учебной информации; - выделяет существенное содержание в технических инструкциях, технологических регламентах; - составляет на основании письменного текста таблицы, схемы, графики. 	<ul style="list-style-type: none"> - рассчитывать параметры электрических, магнитных цепей; - читать принципиальные, электрические и монтажные схемы 	<ul style="list-style-type: none"> - методы расчета и измерения основных параметров электрических, магнитных цепей; - основные законы электротехники; - основы теории электрических машин, принцип работы типовых электрических устройств; - параметры электрических схем и единицы их измерения; - характеристики и параметры электрических и магнитных полей
<p>ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие</p>	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> - осознает и озвучивает значимость будущей профессии и ее место в структуре отрасли; - формулирует преимущества выбранной профессии; - участвует в обсуждении вопросов будущей профессиональной деятельности; - проявляет интерес к деятельности профильных предприятий и учреждений; - перечисляет предприятия, имеющих в штате будущую профессию; типы и организационные формы предприятий отрасли; - называет условия работы по будущей профессии; - осознает значимость знаний, умений, навыков учебной деятельности; 	<ul style="list-style-type: none"> - правильно эксплуатировать электрооборудование и механизмы передачи движения технологических машин и аппаратов; - снимать показания и пользоваться электроизмерительными приборами и приспособлениями; - собирать электрические схемы; 	<ul style="list-style-type: none"> - основные правила эксплуатации электрооборудования и методы измерения электрических величин; - основы теории электрических машин, принцип работы типовых электрических устройств; - параметры электрических схем и единицы их измерения; - принципы выбора электрических и

	<ul style="list-style-type: none"> - проявляет устойчивое желание овладеть профессиональными знаниями и умениями; - устойчиво проявляет самостоятельность при решении учебных задач; - критически высказывается о результатах собственной учебной деятельности; - оценивает влияние педагогов, сокурсников на формирование собственного суждения; - самостоятельно оценивает свою учебную деятельность, сравнивая ее с деятельностью других обучающихся, с собственной деятельностью в прошлом, с установленными нормами; - определяет проблемы собственной учебной деятельности и устанавливает их причины; - строит жизненные планы в соответствии с собственными интересами и убеждениями. 	<ul style="list-style-type: none"> - читать принципиальные, электрические и монтажные схемы; 	<ul style="list-style-type: none"> электронных устройств и приборов; - принципы действия, устройство, основные характеристики электротехнических устройств и приборов; - способы получения, передачи и использования электрической энергии; - характеристики и параметры электрических и магнитных полей
<p>ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами</p>	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> - перечисляет основные правила и нормы делового общения; - подчиняется внутриколледжному распорядку и правилам поведения; - умеет регулировать свое эмоциональное состояние; - умеет работать с любым партнером; - осознает особенности своего темпа работы и темпа работы других обучающихся; - проявляет стремление к сотрудничеству в групповой деятельности; - организует деятельность других обучающихся при выполнении практического задания; - проявляет готовность помочь другим обучающимся в решении учебных и производственных задач; - делает доклад, взаимодействует в различных 	<ul style="list-style-type: none"> - подбирать электрические приборы и оборудование с определенными параметрами и характеристиками; - правильно эксплуатировать электрооборудование и механизмы передачи движения технологических машин и аппаратов; - снимать показания и пользоваться электроизмерительными 	<ul style="list-style-type: none"> - методы расчета и измерения основных параметров электрических, магнитных цепей; - основные правила эксплуатации электрооборудования и методы измерения электрических величин; - параметры электрических схем и единицы их измерения; - принципы выбора электрических и электронных устройств и

	<p>организационных формах диалога и полилога;</p> <ul style="list-style-type: none"> - умеет отстаивать свою точку зрения на проблему; - проявляет готовность к пересмотру своих суждений и изменению образа действий в свете убедительных аргументов; - добровольно вызывается выполнить общественное поручение. 	<p>приборами и приспособлениями;</p> <ul style="list-style-type: none"> - собирать электрические схемы; - читать принципиальные, электрические и монтажные схемы 	<p>приборов;</p> <ul style="list-style-type: none"> - способы получения, передачи и использования электрической энергии; - характеристики и параметры электрических и магнитных полей
<p>ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста</p>	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> - демонстрирует сформированность понятий о нормах русского литературного языка и применяет знания о них в речевой практике; - владеет навыками самоанализа и самооценки на основе наблюдений за собственной речью; - владеет умением анализировать текст с точки зрения наличия в нем явной и скрытой, основной и второстепенной информации; - владеет умением представлять тексты в виде тезисов, конспектов, аннотаций, рефератов, сочинений различных жанров. 	<ul style="list-style-type: none"> - подбирать электрические приборы и оборудование с определенными параметрами и характеристиками; - правильно эксплуатировать электрооборудование и механизмы передачи движения технологических машин и аппаратов; - снимать показания и пользоваться электроизмерительными приборами и приспособлениями; 	<ul style="list-style-type: none"> - основные правила эксплуатации электрооборудования и методы измерения электрических величин; - параметры электрических схем и единицы их измерения; - принципы выбора электрических и электронных устройств и приборов; - характеристики и параметры электрических и магнитных полей
<p>ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности</p>	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> - осознает роль информационных технологий в жизни общества и отдельного человека; - перечисляет возможности использования компьютерной техники для оптимизации труда; 	<ul style="list-style-type: none"> - подбирать электрические приборы и оборудование с определенными параметрами 	<ul style="list-style-type: none"> - методы расчета и измерения основных параметров электрических, магнитных цепей;

	<ul style="list-style-type: none"> - самостоятельно работает с программными продуктами, предназначенных для решения учебных и профессиональных задач; - самостоятельно осуществляет поиск информации в различных информационных ресурсах (сети Интернет, базах данных на электронных носителях и т.д.); - проводит структурирование информации, ее адаптацию к особенностям профессиональной деятельности; - осознает опасность, связанную с компьютерной техникой и сознательно выполняет правила техники безопасности и правила поведения в компьютерном классе. 	<p>характеристиками;</p> <ul style="list-style-type: none"> – рассчитывать параметры электрических, магнитных цепей; – читать принципиальные, электрические и монтажные схемы; 	<ul style="list-style-type: none"> – параметры электрических схем и единицы их измерения; – принципы выбора электрических и электронных устройств и приборов; – характеристики и параметры электрических и магнитных полей
<p>ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках</p>	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оформляет тетради и письменные работы (рефераты, письменные экзаменационные работы и др.) в соответствии с предъявляемыми требованиями; - самостоятельно оформляет отчет, включающий описание процесса экспериментальной или практической работы, ее результаты и выводы в соответствии с поставленными целями; - проводит обработку и интерпретацию информации технических инструкций и регламентов, в том числе на иностранном языке и с использованием компьютерных программ; - оформляет документы первичной отчетности на рабочем месте (режимный лист, журналы учета и т.д.) 	<ul style="list-style-type: none"> – подбирать электрические приборы и оборудование с определенными параметрами и характеристиками; – правильно эксплуатировать электрооборудование и механизмы передачи движения технологических машин и аппаратов; – рассчитывать параметры электрических, магнитных цепей 	<ul style="list-style-type: none"> – методы расчета и измерения основных параметров электрических, магнитных цепей; – основные законы электротехники; – основы теории электрических машин, принцип работы типовых электрических устройств; – параметры электрических схем и единицы их измерения

При разработке программ и учебных планов по дисциплине «Электротехника» для студентов ГАПОУ «Набережночелнинский политехнический колледж» учитываются широкие возможности организации коллективной урочной и внеурочной деятельности: семинары, деловые игры, тренинги, олимпиады, конкурсы и т.п.

Учебный процесс базируется на принципах:

- входного контроля, предусматривающего подготовку учебного процесса согласно реальному уровню подготовленности студентов, выявления их интересов, установления наличия или потребности в повышении знаний.

- выбора видов учебной деятельности студентов, которые наиболее подходят для изучения конкретной темы или решения задачи.

- проблемности, когда во время занятия ставятся вопросы, требующие поиска, что активизирует мыслительную деятельность студентов.

- нарастания сложности учебного материала и применяемых методов в его изучении: индивидуальная работа над первоисточниками, коллективная выработка выводов и обобщений и т.д.

- информативности учебного процесса, то есть насыщенность новым, неизвестным, привлекающим внимание студентов к овладению новыми способами и приемами учебной деятельности.

- диагностирования эффективности занятий.

Кроме образовательных целей актуальными остаются и воспитательные, соответствующие базовым компетенциям. В частности, построение диалога преподавателя и студентов, в ходе которого обучающиеся учатся:

- критически мыслить,
- решать сложные проблемы на основе анализа обстоятельств и соответствующей информации,
- взвешивать альтернативные мнения,
- принимать продуманные решения,
- участвовать в дискуссиях, общаться с другими людьми
- понимать значимость выбранной профессии.

Как свидетельствует практика - сегодня учить студентов технических специальностей нужно не только основным законам электротехники, но и сотрудничеству, партнерскому взаимодействию, умению постоянно учиться, умению работать в команде, коллективному принятию решений, умению вести переговоры, быстро перестраиваться в связи с изменяющимися требованиями.

Новизна ситуации состоит в том, что эти способности развиваются только лишь при использовании интенсивных технологий обучения, а значит, применяя на разных курсах упражнения, игры и задания в командном режиме, преподаватель вносит свой вклад в развитие общих и профессиональных компетенций выпускника и его готовности к практической работе в новых условиях. Хорошо известно, что при интерактивном взаимодействии даже самые застенчивые и робкие обучаемые, избегающие любой публичной коммуникации, как правило, становятся активными участниками игр и упражнений и вносят свой вклад в решения, принимаемые командой.

Многие современные программы и методики обучения включают в себя практические задания, построенные на интенсивных технологиях, дают возможность студентам перейти от пассивного переваривания информации к активному участию в процессе познания.

Предварительная разбивка учебной группы на бригады и звенья с периодической перегруппировкой состава, когда обучающиеся ищут общее решение сложных задач или проблем и внедряют необходимые инновации, является первоочередным принципом деятельностного подхода в обучении.

При обучении через действие малые группы работают над сложными вопросами в текущей деятельности или ставят задачу освоить незнакомые ранее проблемы.

До начала лекционного курса для мотивации и диагностики знаний «на входе» в учебный процесс на вводном занятии дисциплины «Электротехника» совместными усилиями студентов специальности «Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования» формируются задачи курса, выполняется предварительная разбивка учебной группы на бригады из 5-6 человек и звенья из 2-3 человек для дальнейшего взаимодействия.

Проводится предварительное тестирование остаточных знаний, причем проверку теста ведут сами студенты, обмениваясь результатами теста между бригадами.

На первом же занятии после проверки теста обучающиеся просматривают видео-ролик, мотивирующий на успешное взаимодействие.

Во время занятий - на лекциях, практических занятиях, при проведении промежуточного контроля – принцип деления на бригады и звенья сохраняется, что способствует «выравниванию» возможностей обучающихся, «подтягиванию» менее успешных студентов до среднего уровня.

В то же время выявляются лидеры, которые в дальнейшем, при дополнительной подготовке и отборе, становятся участниками внутренних, а затем открытых мероприятий – олимпиад, конкурсов, конференций и т.п.

Лидеры оказывают помощь членам бригады при выполнении индивидуальных практических заданий, помогают преподавателю в организации последующих занятий, распределяют роли в пределах бригады при проведении игр, тренингов, олимпиад.

Для отработки практических умений и навыков каждый обучающийся решает следующие задачи:

- знакомство с основными понятиями и принципами в области «Электротехники»;
- развитие способности пересказывать, описывать основные понятия и принципы;
- успешное применение основных понятий и процедур в данной области, а также помощь другим в закреплении и освоении базовых компетенций.

Преподавателю, использующему игровые технологии, необходимо составить подробное описание целей и задач курса обучения и каждого конкретного занятия, что и определяет образовательную результативность.

Четко сформулированные задачи и строго определенные сроки и объем теоретической, практической и игровой работы должны быть выполнимы и нацелены на достижение практического результата.

Для проведения занятий используются и постоянно обновляются и пополняются разнообразные учебно-методические средства:

- иллюстративный материал в виде презентаций по каждому разделу «Электротехники» (на сегодня это 25 презентаций по 30-40 ярких информативно насыщенных слайдов);
- электронная библиотека (более 50 источников);
- видеоролики, начиная от истории развития электричества и магнетизма, заканчивая электронными и микропроцессорными устройствами (на сегодня это более 200 разноплановых роликов);
- методические указания и задания для проведения Викторины «Ступени электротехники»; Деловой игры «Электрические машины»; разработанная для каждого раздела дисциплины «Своя игра»;
- методические указания для проведения открытых уроков;
- комплект контрольно-оценочных средств по учебной дисциплине «Электротехника»;

– сборник методических указаний для проведения практических занятий по дисциплине «Электротехника» получивший признание в Конкурсе методразработок РТ (Диплом 1 место – апрель 2019г).

Поиск и отбор материала происходит в процессе выполнения исследовательских и проектных работ студентами. Задание на проект в виде практической, исследовательской задачи политехнического направления выдается 2-3 студентам, определяется время выполнения – не более двух недель и, как итог, происходит открытая защита работы.

В ходе выполнения проектных заданий обучающийся оказывается вовлеченным в активный познавательный творческий процесс на основе методики сотрудничества. Он погружен в процесс выполнения творческого задания, а вместе с ним и в процесс получения новых и закрепления старых знаний по предмету, в рамках которого и проводится проект.

Последовательность включения коллективного метода в учебный процесс следующая:

- 1) обзор темы, обсуждение которой уже состоялось или еще предстоит;
- 2) решение проблемы, обычно с использованием методов и подходов, определенных в ходе предшествующих учебных занятий;
- 3) диагностика обучаемых;
- 4) выполнение групповых заданий на практическое применение навыков, полученных в ходе предшествующих учебных занятий;
- 5) выполнение интерактивных заданий и упражнений на практическое применение навыков;
- 6) проведение закрепляющих упражнений с использованием технологий обратной связи;
- 7) самостоятельная работа.

Результативность внедрения коллективного метода определяется успешностью команды и каждого участника игрового занятия, в частности, достижением целей и задач на любом этапе обучения:

- какую роль играет каждый член учебной группы?
- какие умения и навыки развиваются в процессе игрового занятия?
- каковы условия проведения занятия?
- каким должен быть уровень достижений, результат обучения?

Перечисленные учебные цели наилучшим образом реализуются именно в разнообразных активных технологиях.

Для успешного проведения теоретических занятий учебный кабинет «Электротехники» оснащен техническими средствами обучения:

- мультимедийный комплекс с современной сенсорной панелью;
- 15 ноутбуков для студентов в комплекте с зарядной станцией;
- принтер-сканер-копир;
- электронные ресурсы;
- презентации и видео.

В процессе практического освоения материала студенты имеют возможность проверить профессиональные компетенции в оборудованных мастерских колледжа.

Использование различных педагогических технологий дает возможность продуктивно использовать учебное и внеурочное время и добиваться высоких результатов качества обучения (таблица 2).

Таблица 2

Критерии оценки эффективности	Оценка
Повышение познавательной активности студентов при изучении дисциплины «Электротехника»	До 80% студентов
Рост общей и качественной успеваемости студентов по дисциплине «Электротехника»	Успев. 90-100% Качество выше 70%
Повышение степени профессионального самоопределения и самосознания студентов	До 90% студентов
Понимание студентами значимости дисциплины «Электротехника» для успешного освоения профессиональных модулей и их будущей профессиональной деятельности	До 90% студентов

Применение коллективных методов проведения занятий по дисциплине «Электротехника» позволяет повысить интерес обучающихся к учебной деятельности, предусматривает разные формы подачи и усвоения программного материала, включает в себе большой образовательный, развивающий и воспитательный потенциал.

Благодаря использованию коллективных методов, закладываются основы для успешной адаптации и самореализации в дальнейшей жизни выпускников.

В конце марта 2020 года Министерство образования и науки Республики Татарстан рекомендовало профессиональным образовательным учреждениям при необходимости временно перевести обучающихся на дистанционное обучение. Такое решение приняли после заседания оперативного штаба РТ по предупреждению распространения коронавирусной инфекции COVID-19.

Такой образовательный процесс проходит вне стен учебного заведения. Все задания можно выполнять на своем компьютере. В расписании планируется вся работа обучающегося по каждому предмету. Указываются темы, которые необходимо изучить, и задания, которые необходимо выполнить, время проведения онлайн-уроков, сроки выполнения тестов, контрольных и практических работ.

Дистанционное обучение происходит в режиме онлайн в соответствии с государственной программой и включает такие формы, как видеоуроки, чаты с преподавателями, онлайн-тестирование и телеконференции. Школьники и студенты работают через электронно-информационные ресурсы, персональные сайты преподавателей и систему дистанционного тестирования. Отметки, полученные за выполненные дистанционные задания, заносятся в электронный журнал.

Обучающиеся в дистанционной форме имеют все права и несут все обязанности, предусмотренные Федеральным Законом «Об образовании в Российской Федерации» и уставом учебного заведения. К студентам государство предъявляет одинаковые требования по освоению программы, вне зависимости от того, занимаются они дистанционно или в стенах учебного заведения.

При дистанционной форме обучения текущий контроль и промежуточная аттестация обучающихся осуществляются образовательными учреждениями с использованием дистанционных образовательных технологий.

В связи с жизненной необходимостью началась работа над обобщением приобретённого за 23 года педагогической деятельности опыта и созданием методических рекомендаций по учебной дисциплине ОП.02 Электротехника для студентов ГАПОУ «Набережночелнинский политехнический колледж».

Перед началом применения дистанционных образовательных технологий следовало изучить нормативную базу:

1. Федеральный закон № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012.

2. Федеральный закон № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» от 27.07.2006.

3. Федеральный закон № 152-ФЗ «О персональных данных» от 27.07.2006.

4. Приказ Минобрнауки РФ от 23 августа 2017 г. № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ».

5. Письмо от 24 июня 2014 г. № АК-1666/05 «Об установлении соответствий при утверждении новых перечней профессий, специальностей и направлений подготовки указанным в предыдущих перечнях профессий, специальностей и направлений подготовки», а также несколько рекомендаций Минобрнауки и ГОСТы.

Закон «Об образовании» четко определяет понятие «дистанционные образовательные технологии»:

Статья 16. Реализация образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

«Под дистанционными образовательными технологиями понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников».

В Приказе Минобрнауки РФ от 23.08.2017 № 816 понятия электронного обучения и дистанционных образовательных технологий используются неразрывно.

То есть, по сути, и дистанционное, и онлайн-обучение — это электронное обучение, которое проводится посредством дистанционных образовательных технологий.

Дистанционное обучение — это взаимодействие учителя и учащихся между собой на расстоянии, при помощи современных информационных технологий.

Выделяют три основных вида дистанционного обучения:

1. Синхронное обучение. Происходит в реальном времени: преподаватель одновременно с учащимися работает над материалом. Под этот формат попадают онлайн-трансляции, вебинары, скайп-созвоны.

2. Асинхронное обучение. В рамках этого формата используется заранее подготовленная учебная программа, доступ к которой получает слушатель. Она содержит готовый к самостоятельному изучению материал

(слайды, видео, текст и другие материалы) и задания для контроля обучения (тесты, задания).

3. Смешанное обучение (blended learning). Объединяет оба вида.

В связи с ограниченностью образовательных ресурсов для ниши среднего профессионального образования, в отличие от возможностей школ и ВУЗов использовать готовые порталы и образовательные платформы для дистанционного обучения, а также ограничением во времени для адаптации существующих ресурсов, встала необходимость обобщить имеющиеся наработки. На помощь пришли материалы для очных занятий по «Электротехнике»:

- видео-библиотека технической направленности;
- библиотека сканированных учебников, доступных для понимания студентам;
- методические рекомендации для решения задач и выполнения практических заданий;
- обширные материалы разработанных ранее контрольно-оценочных средств;
- презентационные материалы по темам и разделам дисциплины;
- ресурсы специализированных сайтов для электриков, например:
<http://electricalschool.info>
<http://www.joyta.ru> Всё для радиолюбителя
<https://electrosam.ru>
<http://elektrik.info>
<https://yandex.ru/turbo?text=https%3A%2F%2Fwww.asutpp.ru>
<https://www.youtube.com>
<http://easyelectronics.ru>
<https://cxem.net>

В Приложениях к этой работе приведены Задания по дисциплине «Электротехника», подготовленные в течение марта-апреля для групп 2 курса. Эти задания также находятся в Облаке сайта Государственного автономного профессионального образовательного учреждения «Набережночелнинский политехнический колледж»
<http://nchpk.ru/wordpress/>.

Задания доступны для всех – гостей, администрации колледжа, преподавателей, кураторов групп и, в первую очередь, для студентов колледжа. Ниже приведены скриншоты поэтапного отыскания информации, разбитые для упрощения на шаги:

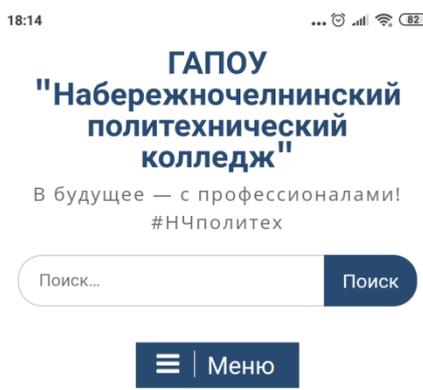
Шаг 1 →

Заходим на сайт
ГАПОУ
«Набережно-
челнинский
политехнический
колледж»

[http://nchpk.ru/
wordpress/](http://nchpk.ru/wordpress/)

Открывается
главное меню →

Шаг 2 →

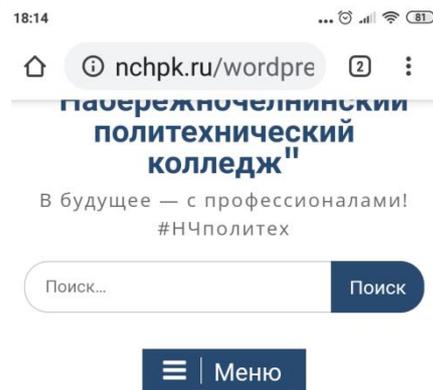


ГАПОУ "Набережночелнинский
политехнический колледж" >
Студентам

Студентам

- Дистанционное обучени
 - График учебного проце
 - Расписание
 - Стипенди
- [Translate »](#)

Шаг 3 →

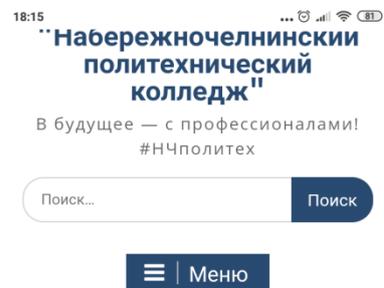


ГАПОУ "Набережночелнинский
политехнический колледж" >
Дистанционное обучение

Дистанционное обучение

- Информация и документы
 - 1 курс
 - 2 курс
 - 3 курс
 - 4 курс
- [Translate »](#)

Шаг 4 →

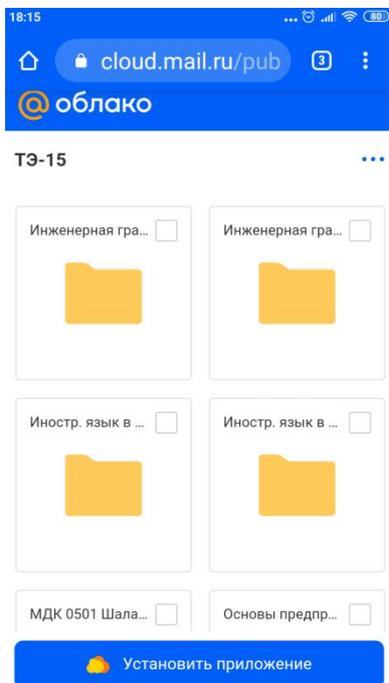


ГАПОУ "Набережночелнинский
политехнический колледж" > 2 курс

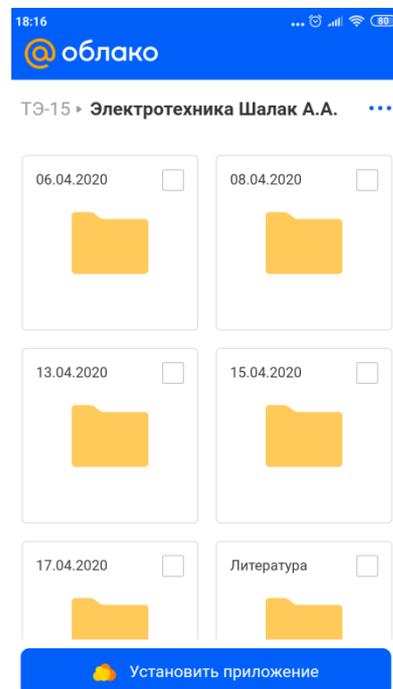
2 курс

- Г-80
 - Г-81
 - НЧ-41
 - НЧ-42
 - Э-85
 - Э-86
 - ОТК-10
 - СТ-90
 - Р-49
- [Translate »](#)

Шаг 5 →



Шаг 6 →



Далее в папках приведены разделённые по датам задания, список литературы, ссылка для обратной связи с преподавателем.

Учебные занятия построены следующим образом:

- в начале каждой учебной пары (45 + 45 мин.) проводится онлайн-трансляция на платформе Zoom в течение 15-20 минут для переключки, а, главное, для постановки целей и задач текущего занятия в соответствии с Рабочей программой дисциплины.

- при необходимости, для успешного усвоения прошлого или изучения последующего учебного материала, так же в формате видеоконференции, проводится инструктаж и консультация по наиболее сложным вопросам.

- далее студенты работают самостоятельно по выполнению задания в течение 40-50 минут.

- к каждому заданию прилагаются ссылки на учебные видео, или задачи с максимальной проработкой указаний к решению.

- в завершении занятия студенты выполняют проверочный тест.

При необходимости в течение пары проводятся консультации с использованием переписки или голосовых сообщений в социальной сети ВКонтакте.

Для получения высоких баллов студентам даётся возможность благополучно завершить выполнение задания до 17.00, а затем в виде фотографий отправить на проверку, так же через социальную сеть ВКонтакте.

При возникновении перебоев в интернет-сетях, отключении электроэнергии, особенно, если студенты находятся в сельской местности, куратор группы заранее информирует о вероятности таких ситуаций.

В этих случаях обучающийся имеет возможность сдать работу на следующий учебный день.

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

Оценка 5 ставится в том случае, если обучающийся:

- выполняет работу в полном объеме в соответствии с поставленными задачами;

- отвечает на все поставленные вопросы, свободно ориентируется в теории и знает программы расчёта основных параметров;

- имеет представление об условиях и режимах работы электрических, магнитных и электронных цепей, трансформаторов и электрических машин;

- знает требования безопасности;
- в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления.

Оценка 4 – выполнены требования к оценке 5, но допускаются недочеты или не грубые ошибки.

Оценка 3 – результат выполненной части таков, что позволяет получить правильные выводы, но в ходе тестирования были допущены ошибки и неточности.

Оценка 2 – результат не позволяет сделать правильных выводов, ответы на вопросы не даны, отчёт выполнен менее чем на 60%.

Во всех случаях оценка снижается, если студент сдаёт работу с нарушением установленных сроков более чем на 2 дня.

Наличие положительной оценки по работам дистанта необходимо для получения зачета по дисциплине Электротехника и допуска к экзамену.

В случае отсутствия выполненной работы по любой причине или получения неудовлетворительной оценки необходимо найти время для ее выполнения или передачи.

Смешанное обучение (blended learning), объединяющее синхронные и асинхронные виды, позволяет студентам приобрести необходимый минимум информации для прохождения промежуточной аттестации.

Для расширения кругозора и углубления знаний по дисциплине проводятся дополнительные занятия согласно графику, утверждённому учебной частью колледжа.

Онлайн-формат позволяет студентам учиться удалённо из любой точки мира: не нужно тратить время и средства на дорогу.

На дистанционных курсах можно учиться по индивидуальному графику. Комфортная обстановка придает студентам уверенности, а упражнения уже не кажутся такими сложными.

Существует мнение, что образование на расстоянии изолирует обучающегося от преподавателя и сокурсников. С другой стороны, каждый участник обучающей программы может без проблем связаться с ними в любое время.

По итогам занятий студенты проходят онлайн-тестирование и получают допуск к экзамену.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе были изучены требования к результатам освоения образовательной программы ОП.02 Электротехника для специальности 13.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям), в частности, каким образом могут быть сформированы элементы общих и профессиональных компетенций на базе ГАПОУ «Набережночелнинский политехнический колледж».

Приведён перечень общих компетенций, свидетельствующий о сформированности общих компетенций, выраженных в деятельности обучающихся согласно актуализированным ФГОС.

Выполнен анализ условий и возможностей реализации образовательной программы в урочной и неурочной деятельности.

Изучены вопросы совершенствования учебно-методического комплекса по актуализированной программе, в которых определяющими являются критерии контроля и оценки результатов освоения дисциплины.

В практической части приведён опыт разработки и внедрения методических рекомендаций по учебной дисциплине ОП.02 Электротехника для студентов ГАПОУ «Набережночелнинский политехнический колледж» в период дистанционного обучения.

Цель работы - Обобщение опыта ведения образовательного процесса учебной дисциплины «Электротехника» и проектирования технологии оценки результатов освоения образовательной программы – в значительной степени достигнута.

Ожидаемый результат – освоение студентами образовательной программы и успешное завершение 2019/20 учебного года.

СПИСОК ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Вайндорф-Сысоева, М. Е. Методика дистанционного обучения: учебное пособие для вузов / М. Е. Вайндорф-Сысоева, Т. С. Грязнова, В. А. Шитова ; под общей редакцией М. Е. Вайндорф-Сысоевой. — Москва : Издательство Юрайт, 2018. — 194 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9202-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/413604>
2. Зайченко Т. П. Основы дистанционного обучения: теоретико-практический базис : учебное пособие. — СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2004. — 167 с.
3. Лугин В.Г. Формы и методы Дистанционного обучения. Режим доступа <http://repetitmaster.ru/forms-and-methods-remote-education.html>
4. Ромашова Е.В. Возможности дистанционного обучения: формы и методы интерактивного взаимодействия. 2013 г. режим доступа <http://nsportal.ru/shkola/obshchepedagogicheskie-tehnologii/library/2013/05/16/vozmozhnosti-dstantsionnogo-obucheniya>
5. Теория и практика дистанционного обучения: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учебн. заведений / Е. С. Полат, М. Ю. Бухаркина, М. В. Моисеева; Под ред. Е. С. Полат // М.: Издательский центр «Академия», 2004. — 416 с.
6. Хабибулина Э.М. Дистанционное обучение: основные термины, принципы и модели. 2011 г. Режим доступа <http://nsportal.ru/vuz/pedagogicheskie-nauki/library/2011/12/07/dstantsionnoe-obuchenieosnovnye-terminy-printsipy-i>
7. Русская школа управления. <https://uprav.ru>
8. Фабрика онлайн школ <https://sellskill.ru>

ПРИЛОЖЕНИЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

для реализации дистанционного обучения
по учебной дисциплине ОП.02 Электротехника
специальности

13.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и
электромеханического оборудования (по отраслям)

ЛИСТ ЗАДАНИЯ

Предмет: ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Урок № 17-18

ТЕМА: Расчет основных параметров синусоидальных величин.

ЦЕЛЬ: изучить расчет параметров синусоидальных величин по их графическим изображениям.

Задачи:

- изучить теоретический материал,
- ответить на контрольные вопросы письменно в рабочей тетради,
- подробно разобрать пример решения,
- решить задачу.

Дата урока	Этапы урока Задание для выполнения, ссылки на задания	Форма отчета, представления (фото работы, презентация, документ в формате ворд, ответ в рамках конференции Zoom и т.д)	Дата выполнения и сдачи	Адрес предоставления (ответ в рамках конференции Zoom , адрес электронной почты, личное сообщение в контакте и т.д)
6.04. 2020	Перекличка, учет посещаемости	в рамках конференции Zoom		
	Этап актуализации выполненных предыдущих заданий	в рамках конференции Zoom		
	Объяснение нового материала	в рамках конференции		

	в режиме конференции (15-20 минут)	Zoom		
	Задание для самостоятельного выполнения	фото работы	6.04. 2020 до 17.00	личное сообщение в контакте

ВЫПОЛНЯЕМ ЗАДАНИЕ ПИСЬМЕННО В РАБОЧЕЙ ТЕТРАДИ

ТЕМА: РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ СИНУСОИДАЛЬНЫХ ВЕЛИЧИН

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К РАБОТЕ:

1. Какой ток называется переменным?
2. Как изображают переменный ток?
3. Что называют амплитудным значением тока?
4. Как определить период переменного тока?
5. Что называется начальным фазовым углом и углом сдвига фаз?

ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ:

Переменным называют ток, изменяющийся по направлению и значению через равные промежутки времени. Переменный ток изображают в виде временной (синусоидальной) и векторной диаграммы, а так же записывают математической формулой: $i = I_m \sin(\omega t + \varphi)$.

К основным параметрам синусоидальных величин относятся:

- Максимальные (амплитудные) значения напряжения U_m и тока I_m ;
- Действующие значения напряжения (соответствуют показаниям

приборов – вольтметра и амперметра) $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$ и тока $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$.

- Период T (с) - время, в течение которого ток совершает одно полное колебание.
- Циклическая частота – число полных колебаний тока за 1 секунду:

$$f = \frac{1}{T}, \text{ Гц.}$$

- Угловая частота - число полных колебаний тока за период:

$$\omega = 2\pi f, \text{ рад/с.}$$

- Начальная фаза φ – угол между началом координат на временной диаграмме и началом колебания.

- Сдвиг фаз $\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$ – разность начальных фаз двух синусоидальных величин.

- Зависимость мгновенных значений синусоидальных величин от времени записывается уравнениями:

$$u = U_m \sin(\omega t + \varphi) \quad \text{и} \quad i = I_m \sin(\omega t + \varphi)$$

Графики, построенные на основании этих уравнений, называются *временными (волновыми) диаграммами*.

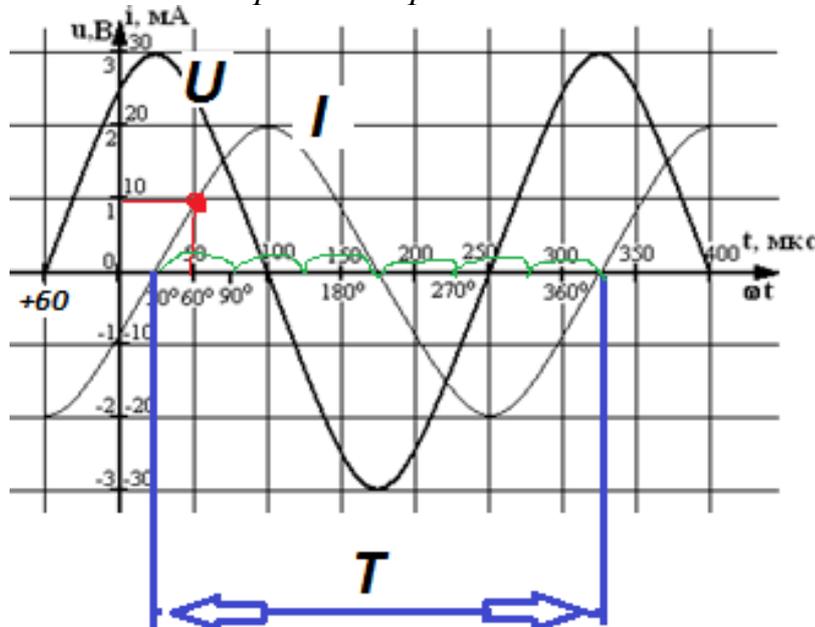
Графическое изображение синусоидальной величины в виде вектора, длина которого равна максимальному или действующему значению, а угол поворота – начальной фазе, называется *векторной диаграммой*.

ПРИМЕР:

Вар №	Рисунок №	Время t_1 , мкс
0	1	50

Определить по временным диаграммам:

1. Максимальные значения.
2. Мгновенные значения в момент t_1 .
3. Начальные фазы, сдвиг фаз.
4. Период, угловую и циклическую частоту.
5. Записать уравнения для мгновенного значения напряжения и тока.
6. Построить векторную диаграмму.



РЕШЕНИЕ: расчет ведем по волновой диаграмме.

1. Максимальные или амплитудные значения напряжения и тока по самым высоким точкам графиков: $U_m = 3 \text{ В}$; $I_m = 20 \text{ мА}$.

ВНИМАНИЕ!

Шкала тока справа по вертикали соответствует графику тока, шкала напряжения слева по вертикали соответствует графику напряжения!!!

2. Мгновенные значения напряжения и тока в момент $t_1 = 50 \text{ мкс}$:
 $u(t_1) = 2,5 \text{ В}$; $i(t_1) = 10 \text{ мА}$.

ВНИМАНИЕ!

На горизонтальной шкале времени t мкс (сверху) находим заданное мгновение $t_1 = 50 \text{ мкс}$ и проводим вертикаль до пересечения с графиком тока и напряжения. От точек пересечения проводим пунктир на вертикальную шкалу и определяем значения тока и напряжения в данный момент времени.

3. Начальные фазы напряжения и тока: $\varphi_u = +60^\circ$ $\varphi_i = -30^\circ$.

ВНИМАНИЕ!

На горизонтальной шкале круговой частоты ωt (снизу) находим точку, откуда каждый из графиков тока и напряжения поднимается вверх. Смотрим по нижней шкале значение угла, причем угол φ положителен, когда синусоидальная функция смещена влево относительно начала координат и является опережающей во времени. Если график функции смещен вправо от начала координат, то φ имеет отрицательный знак и функция является отстающей во времени.

4. Для определения характера цепи вычисляют сдвиг фаз между напряжением и током:

$$\varphi = \varphi_u - \varphi_i = 60^\circ - (-30^\circ) = 90^\circ, \text{ напряжение опережает ток на угол } 90^\circ.$$

Если получился знак «-», напряжение отстает от тока.

5. Период соответствует времени одного полного колебания тока или напряжения (график поднимается от горизонтали до максимума, опускается до нижней точки и вновь поднимается до горизонтали).

Шесть полных делений по шкале времени t **мкс** (сверху) умножить на цену одного деления 50 мкс, получаем $T = 300$ мкс.

6. Циклическая частота $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{300 \cdot 10^{-6}} = \frac{10^6}{300} = 3333,3 \text{ Гц}$

7. Угловая частота $\omega = 2\pi f = 2 \cdot 3,14 \cdot 3333,3 = 20933,12 \frac{\text{рад}}{\text{сек}}$.

Величины f , ω и T для тока и напряжения одинаковы.

8. Уравнения для мгновенного значения напряжения и тока (решать не нужно, надо только подставить в формулы найденные значения):

$$u = U_m \sin(\omega t + \varphi_u) \quad i = I_m \sin(\omega t + \varphi_i)$$

$$u = 3 \sin(20933t + 60^\circ), \text{ В} \quad i = 20 \sin(20933t - 30^\circ), \text{ мА.}$$

9. Действующие значения напряжения и тока:

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = \frac{3}{1,41} = 2,13 \text{ В}$$

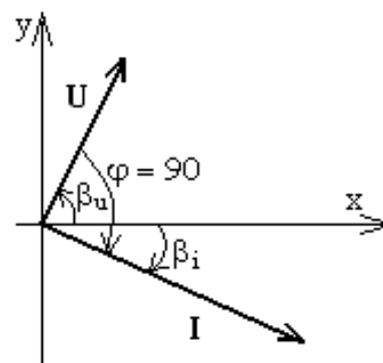
$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{20}{1,41} = 14,2 \text{ мА}$$

10. Строим векторную диаграмму:

Для того чтобы векторы поместились на рисунке, выбираем масштаб по току $1 \text{ см} = 5 \text{ мА}$, по напряжению $1 \text{ см} = 1 \text{ В}$.

Длина вектора тока соответствует амплитуде, деленной на масштаб: $20 \text{ мА} / 5 \text{ мА} = 4 \text{ см}$, а угол поворота – начальной фазе $\varphi_i = -30^\circ$.

Аналогично для напряжения $3 \text{ В} / 1 \text{ В} = 3 \text{ см}$, а угол поворота – начальной фазе $\varphi_u = +60^\circ$. Фазовый сдвиг между векторами $\varphi = 90^\circ$, напряжение опережает ток на угол 90° .



РЕШИТЬ ЗАДАЧУ:

- Переписать условие задачи для своего варианта из таблицы.
- Начертить волновую диаграмму.
 - Сначала рисуем оси, наносим деления через 1 см.
 - На горизонтальной оси наносим сверху и снизу цифры и подписываем оси.
 - Аналогично, на вертикальную ось наносим деления, цифры и подписываем оси.
 - Для каждого графика ставим 5 точек:

Первая точка, откуда график начинает от горизонтальной оси подъем.

Вторая точка – верхний максимум.

Третья точка – пересечение графика с горизонталью.

Четвертая точка – нижнее максимальное значение.

Пятая точка – пересечение графика с горизонталью.

- Решение необходимо выполнять согласно примеру по действиям с нумерацией и краткими пояснениями.

№ вар.	№ рис.	Время t_1 , мкс
1	1	300
2	2	30
3	3	200
4	4	120
5	5	75
6	6	100
7	7	0
8	8	300
9	9	15
10	10	300

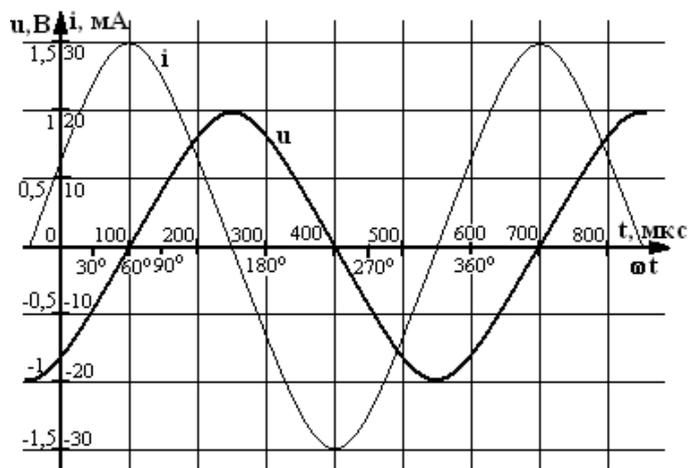


Рис.1

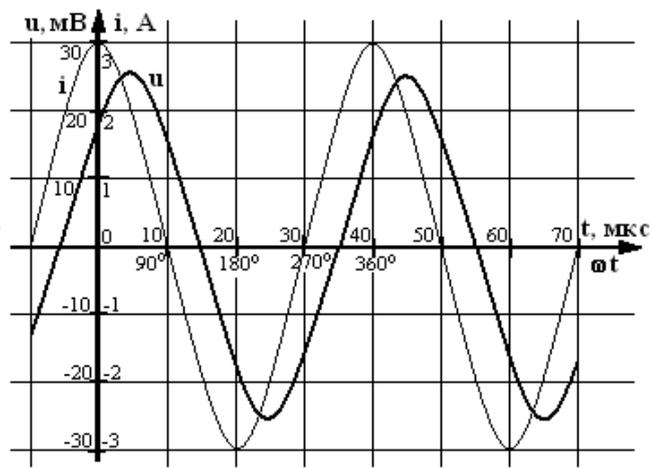


Рис.2

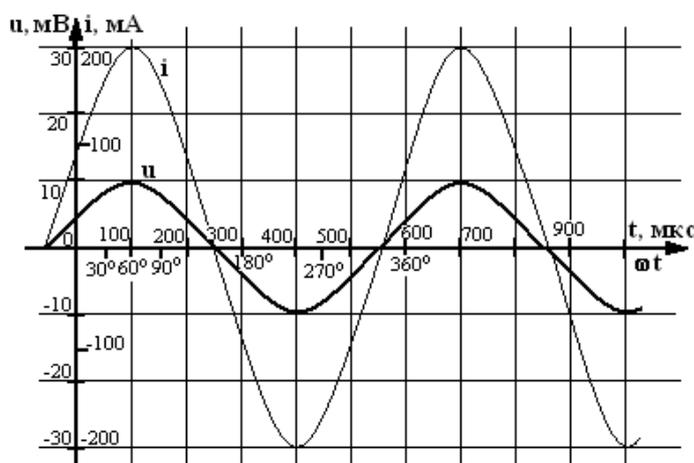


Рис.3

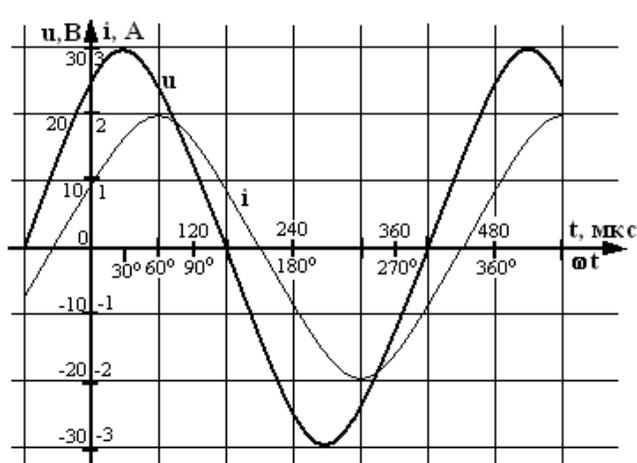


Рис.4

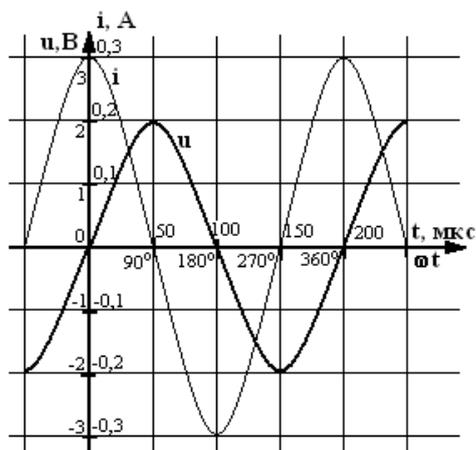


Рис.5

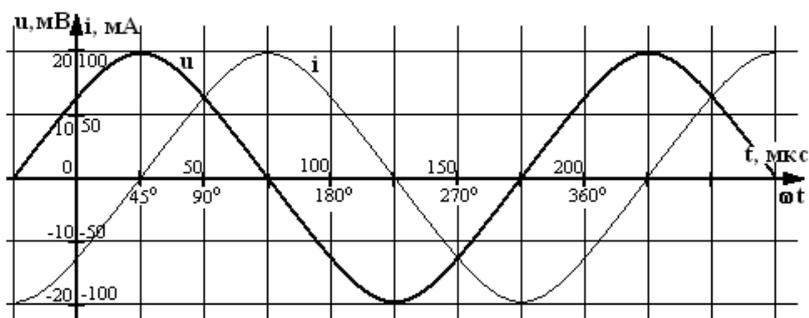


Рис.6

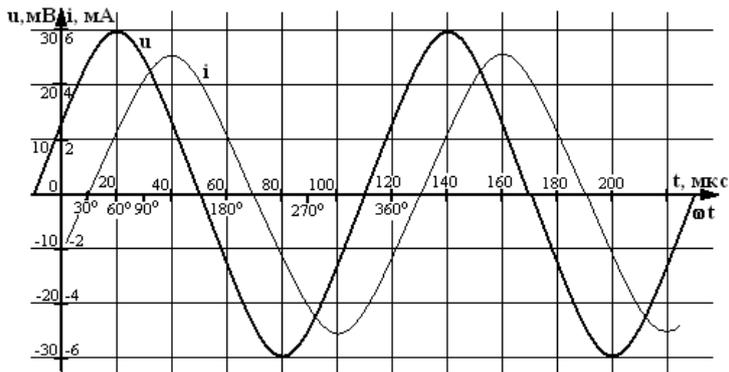


Рис.7

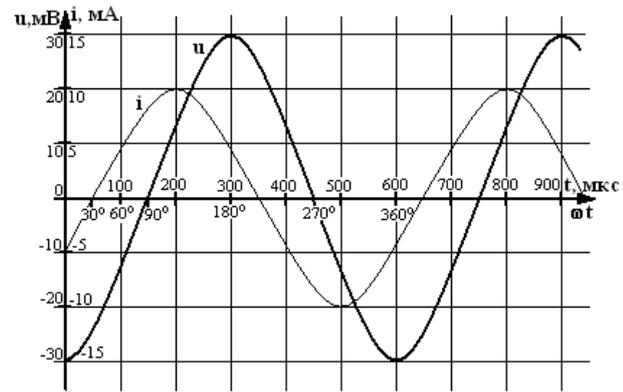


Рис.8

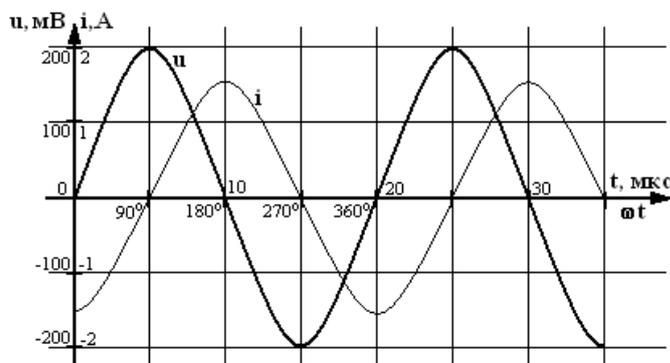


Рис.9

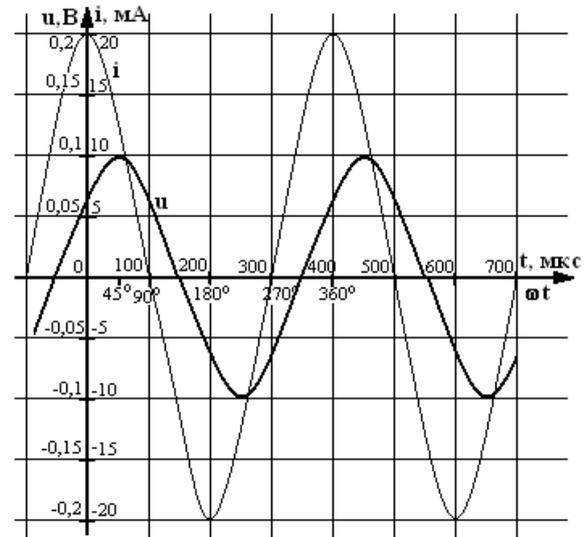


Рис.10

ФОТОГРАФИРУЕМ РЕЗУЛЬТАТ, В КОНЦЕ ПАРЫ ОТПРАВЛЯЕМ НА ПРОВЕРКУ

ВСЕМ УСПЕШНОГО ДНЯ!
ОЦЕНКА ИДЕТ В ЖУРНАЛ

ЛИСТ ЗАДАНИЯ

Предмет: ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Урок № 19

ТЕМА: ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА С АКТИВНОЙ И РЕАКТИВНОЙ НАГРУЗКОЙ

ЦЕЛЬ: Изучить цепи переменного тока с разным характером нагрузки.

Задачи:

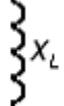
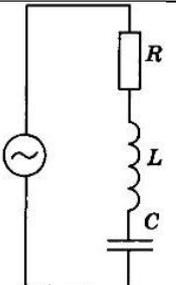
- изучить теоретический материал,
- выполнить конспект в виде таблицы,
- посмотреть учебное видео.

Дата урока	Этапы урока Задание для выполнения, ссылки на задания	Форма отчета, представления (фото работы, презентация, документ в формате ворд, ответ в рамках конференции Zoom и т.д)	Дата выполнения и сдачи	Адрес предоставления (ответ в рамках конференции Zoom , адрес электронной почты, личное сообщение в контакте и т.д)
7.04. 2020	Перекличка, учет посещаемости	в рамках конференции Zoom		
	Этап актуализации выполненных предыдущих заданий	в рамках конференции Zoom		
	Объяснение нового материала в режиме конференции (15-20 минут)	в рамках конференции Zoom		
	Задание для самостоятельного выполнения	фото работы	7.04. 2020 до 17.00	личное сообщение в контакте

ВЫПОЛНЯЕМ ЗАДАНИЕ ПИСЬМЕННО В РАБОЧЕЙ ТЕТРАДИ

ВНИМАНИЕ! Тетрадь располагаем по ширине, чтобы все данные поместились в таблицу!

ТЕМА: ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА С АКТИВНОЙ И РЕАКТИВНОЙ НАГРУЗКОЙ

№	Характер нагрузки цепи	Обозначение цепи	Формула сопротивления	Векторная диаграмма (рисунок)	Угол сдвига фаз между напряжением и током	Совпадение, опережение, отставание по фазе	Формула мощности	Вид преобразуемой энергии и формула для расчета
1)	Идеальный резистор		$R =$				$P =$	
2)	Идеальная индуктивная катушка		$X_L =$				$Q_L =$	
3)	Идеальный емкостный конденсатор		$X_C =$				$Q_C =$	
4)	Последовательный колебательный контур		$Z =$				$S =$	

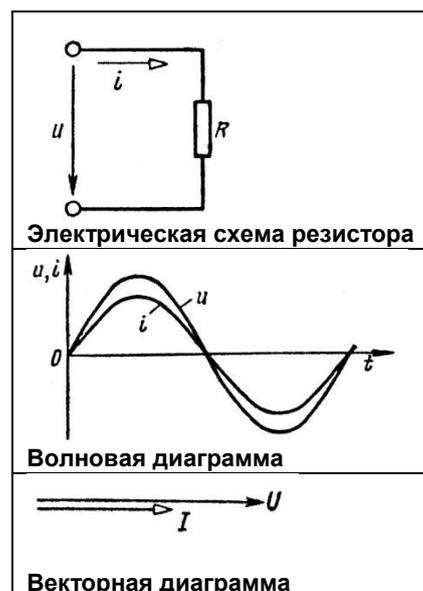
ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

1) Цепь с идеальным резистивным элементом.

Рассмотрим процессы, происходящие в обыкновенной лампе накаливания, включенной в сеть переменного тока. Между отдельными витками нити накаливания существует электрическая емкость, и нить обладает определенной индуктивностью, но они незначительны. Поэтому считают, что ёмкость $C=0$ и индуктивность $L=0$. При анализе электрической цепи лампу называют *идеальным резистивным элементом* цепи с сопротивлением R .

Величина сопротивления переменному току больше, чем постоянному току, за счет неравномерного распределения тока в проводе. Поэтому в отличие от сопротивления постоянному току сопротивление в цепи переменного тока называют **активным сопротивлением**. Активное сопротивление измеряется в **омах**.

Сопротивление R зависит от длины провода, из которого выполнена спираль (или любой провод, для которого рассчитывают сопротивление), от сечения этого провода и материала, из которого он изготовлен:
 $R = \frac{\rho \cdot l}{S}$ (Ом). Часто это сопротивление называют омическим.



Если напряжение $u = U_m \sin(\omega t)$, подключить к сопротивлению R , то через него протекает ток $i = I_m \sin(\omega t)$.

Это показывает, что напряжение и ток, протекающий через резистор, *совпадают* по фазе: $\varphi = 0^\circ$.

Напряжение, совпадающее по фазе с током, называют активным напряжением и обозначают U_a .

Мощность резистивного элемента так же является активной, она определяется:

$$P = U \cdot I = I^2 \cdot R \text{ (Вт)}.$$

Расход электрической энергии в резистивном элементе определяют по формуле:
 $W = \frac{U \cdot I \cdot t}{1000}$ (кВт/час)

Кроме того, при прохождении тока через проводник выделяется тепловая энергия, оцениваемая по закону Джоуля-Ленца: $Q = I^2 \cdot R \cdot t$ (Дж)

2) Цепь с идеальным индуктивным элементом.

Примером идеального индуктивного элемента может служить индуктивная катушка. Электрическая энергия, выделяемая в катушке за счет нагрева провода обмотки, как правило, невелика, как и межвитковая емкость, и во многих практических случаях ими можно пренебречь ($R=0, C=0$). При принятых допущениях индуктивную катушку называют *идеальным индуктивным элементом* цепи или L -элементом.

Параметром идеального индуктивного элемента является **индуктивность L** , а энергетические процессы в нем определяются только явлениями, происходящими в магнитном поле.

Индуктивность — коэффициент пропорциональности между электрическим током, текущим в каком-либо замкнутом контуре, и магнитным потоком, создаваемым этим током.

При прохождении электрического тока по катушке, ток создаст переменный магнитный поток Φ . Силовые линии этого потока, пересекая витки катушки, будут индуцировать в ней Э.Д.С. самоиндукции.

Так как в цепи, куда включена индуктивность L , отсутствует активное сопротивление, то по второму закону Кирхгофа $u + e_L = 0$, т. е. $u = -e_L$.

Следовательно, *напряжение источника всегда равно по величине и противоположно по направлению Э.Д.С. самоиндукции*.

Величину $X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$ (Ом) называют **индуктивным сопротивлением**. Индуктивное сопротивление зависит от частоты тока и индуктивности катушки. Индуктивное сопротивление называют реактивным, так как оно является реакцией на электромагнитные процессы в цепи переменного тока.

При включении катушки в цепь постоянного тока, вместо магнитных процессов начинается активный нагрев током, так как сопротивление катушки уменьшается и цепь переходит в режим короткого замыкания.

Если в катушке протекает синусоидальный ток, то напряжение также имеет синусоидальный характер, но при этом оно *опережает ток* на четверть периода $\varphi = +90^\circ$.



Мощность индуктивного элемента так же является реактивной, она определяется:
 $Q_L = U \cdot I = I^2 \cdot X_L$ (Вар).

Единица измерения реактивной мощности **Вар** расшифровывается как *вольт-амперы реактивные*.

Энергия магнитного поля в индуктивном элементе определяют по формуле:
 $W = \frac{L \cdot I^2}{2}$ (Дж)

3) Цепь с идеальным емкостным элементом

Конденсатор – элемент электрической цепи, предназначенный для использования его ёмкости C .

В конденсаторе накапливается энергия электрического поля $W = \frac{C \cdot U^2}{2}$ (Дж).

Свойство элемента запастись электрический заряд характеризует **ёмкость (C)**. Этот параметр является коэффициентом пропорциональности между зарядом q и прикладываемым напряжением U : $q = C \cdot U$ (Кл).

При изменении напряжения на конденсаторе изменяется заряд и возникает электрический ток.

Идеализированный конденсатор обладает только ёмкостью C ($R=0, L=0$).

Рассмотрим электрические процессы в цепи с идеальным ёмкостным элементом.

Пусть напряжение источника изменяется по закону $u = U_m \cdot \sin \omega t$. В цепи возникает ток, приводящий к постепенному накоплению заряда на пластинах конденсатора.

Процесс накопления заряда на пластинах до создания необходимого напряжения требует определенного промежутка времени, что создает сдвиг фаз между напряжением и током. Напряжение *отстаёт от тока* на четверть периода $\varphi = -90^\circ$.

На практике, если в электрической цепи напряжение отстаёт по фазе от тока, говорят про ёмкостный характер нагрузки.

Ёмкостное сопротивление $X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$ (Ом) называют реактивным, так как оно является реакцией на электрические процессы в цепи переменного тока.

Мощность ёмкостного элемента так же является реактивной, она определяется:

$$Q_C = - U \cdot I = - I^2 \cdot X_C$$
 (Вар).

Знак «минус» говорит о том, что конденсатор в цепи переменного тока всегда находится в переходном состоянии – накопление заряда (потребление электроэнергии) и передача заряда потребителям (подобно источнику электроэнергии).

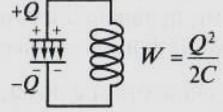
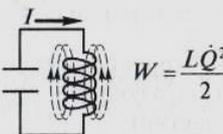
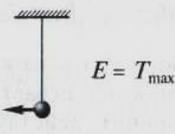
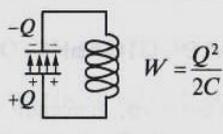
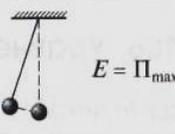
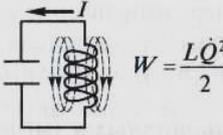
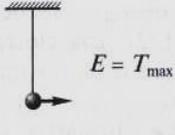
4) Итак, в цепях переменного тока выделяют следующие виды сопротивлений:

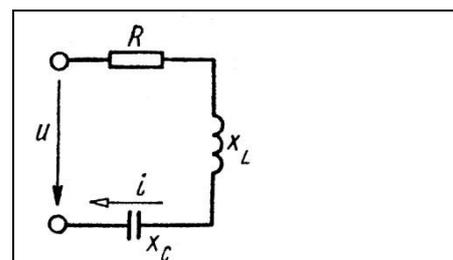
- **активное** (активным называют сопротивление резистора R). Сопротивление резистора не зависит от частоты сети.

- **реактивное** (индуктивное X_L и ёмкостное X_C). Величина индуктивного сопротивления прямо зависит от частоты. А величина ёмкостного сопротивления обратно пропорциональна частоте сети.

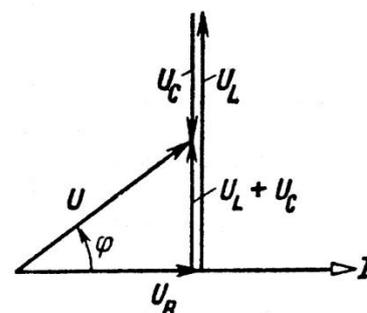
В цепях со смешанным соединением нагрузки (активной, индуктивной, ёмкостной) реактивным сопротивлением цепи называют величину $X = (X_L - X_C)$.



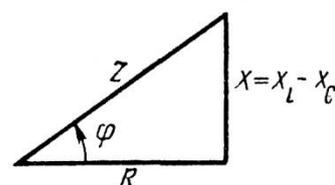
Время	Аналогия между колебаниями в идеализированном контуре ($R = 0$)	
	Электромагнитные	Механические
$t = 0$	 $W = \frac{Q^2}{2C}$	 $E = \Pi_{\max}$
$t = \frac{T}{4}$	 $W = \frac{L\dot{Q}^2}{2}$	 $E = T_{\max}$
$t = \frac{T}{2}$	 $W = \frac{Q^2}{2C}$	 $E = \Pi_{\max}$
$t = \frac{3T}{4}$	 $W = \frac{L\dot{Q}^2}{2}$	 $E = T_{\max}$
$t = T$	Повторение цикла	



Электрическая схема последовательного колебательного контура



Векторная диаграмма



Треугольник сопротивлений

Для того чтобы найти общее сопротивление электрической цепи со смешанным соединением нагрузки используют понятие *полного сопротивления цепи*, которое определяется: $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ (Ом).

Цепь переменного тока с последовательным соединением активного и реактивных сопротивлений называется последовательным колебательным контуром, так как электромагнитные процессы протекают циклично, подобно механическим колебаниям маятника: конденсатор заряжается, забирая магнитную энергию катушки и, через полпериода конденсатор разряжается и отдает энергию для намагничивания катушки.

Резистор выступает элементом трения, преобразуя электромагнитную энергию в тепло.

Закон Ома для колебательного контура: $I = U/Z$.

Полная мощность цепи переменного тока определяется: $S = \sqrt{P^2 + (Q_L - Q_C)^2}$ (В·А).

Для нахождения угла сдвига фаз между током и напряжением используют формулу, исходя из треугольника сопротивлений:

$$\sin\varphi = \frac{X_L - X_C}{Z} = -1 \dots +1 \quad \text{или} \quad \cos\varphi = \frac{R}{Z} = 0 \dots +1.$$

Значение $\cos\varphi$ называют *коэффициентом мощности*. Коэффициент мощности показывает, насколько рационально потребителями расходуется электрическая энергия. Другими словами, коэффициент мощности описывает электроприемники с точки зрения присутствия в потребляемом токе реактивной составляющей.

Согласно нормам ПУЭ для сетей переменного тока РФ $\cos\varphi = 0,92 \dots 0,95$.

ФОТОГРАФИРУЕМ РЕЗУЛЬТАТ, В КОНЦЕ ПАРЫ ОТПРАВЛЯЕМ НА ПРОВЕРКУ

ВСЕМ УСПЕШНОГО ДНЯ!
ОЦЕНКА ИДЕТ В ЖУРНАЛ

ЛИСТ ЗАДАНИЯ

Предмет: ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Урок № 20 -21

ТЕМА: ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ СОЕДИНЕНИЕ ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА С АКТИВНОЙ И РЕАКТИВНОЙ НАГРУЗКОЙ

ЦЕЛЬ: Выполнить расчет цепи переменного тока.

Задачи:

- изучить этапы решения задачи по Подготовке к работе,
- разобрать пример решения,
- решить задачу по варианту.
- посмотреть учебное видео.

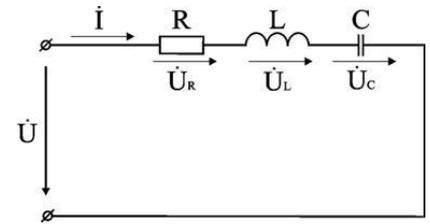
Дата урока	Этапы урока Задание для выполнения, ссылки на задания	Форма отчета, представления (фото работы, презентация, документ в формате ворд, ответ в рамках конференции Zoom и т.д)	Дата выполнения и сдачи	Адрес предоставления (ответ в рамках конференции Zoom , адрес электронной почты, личное сообщение в контакте и т.д)
8.04. 2020	Переключки, учет посещаемости	в рамках конференции Zoom		
	Этап актуализации выполненных предыдущих заданий	в рамках конференции Zoom		
	Объяснение нового материала в режиме конференции (15-20 минут)	в рамках конференции Zoom		
	Задание для самостоятельного выполнения	фото работы	8.04. 2020 до 17.00	личное сообщение в контакте

ВЫПОЛНЯЕМ ЗАДАНИЕ ПИСЬМЕННО В РАБОЧЕЙ ТЕТРАДИ

ТЕМА: ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЕ СОЕДИНЕНИЕ ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА С АКТИВНОЙ И РЕАКТИВНОЙ НАГРУЗКОЙ

ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ:

Проведем анализ работы электрической цепи с последовательным соединением элементов R, L, C. Положим, что в задаче заданы величины сопротивлений R, X_L, X_C и напряжение U. Требуется определить ток в цепи и напряжение на элементах цепи. Из свойства последовательного соединения следует, что ток во всех элементах цепи одинаковый.



Задача разбивается на ряд этапов.

1. Определение полного сопротивления.

Активные сопротивления при последовательном соединении складываются:

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

Реактивные сопротивления элементов аналогично $X_L = X_{L1} + X_{L2}$,

$$X_C = X_{C1} + X_{C2}$$

Полное сопротивление цепи равно $Z = \sqrt{(R)^2 + (x_L - x_C)^2}$.

2. Угол сдвига фаз φ определяют из значения $\sin \varphi = (x_L - x_C) / Z = -1 \dots +1$

Далее из таблицы 1 для значения $\sin \varphi$ определяют угол $\varphi =$:

Таблица 1

$\sin \varphi$	-1	-0,8	-0,71	-0,6	0	0,6	0,71	0,8	1
угол φ	-90^0	-53^0	-45^0	-37^0	0	$+37^0$	$+45^0$	$+53^0$	$+90^0$

3. Нахождение тока. Ток в цепи находится по закону Ома $I = U / Z$.

Фазы тока и напряжения отличаются на угол φ , найденный в пункте 2.

4. Определяют активную, реактивную и полную мощности цепи:

$$P = I^2 \cdot R = \text{Вт}$$

$$Q = I^2 \cdot (x_L - x_C) = \text{ВАР}$$

$$S = I^2 \cdot Z = \text{ВА} \quad \text{и проверяют } S = \sqrt{P^2 + Q^2} =$$

5. Расчет напряжений на элементах. Напряжения на элементах определяются по формулам

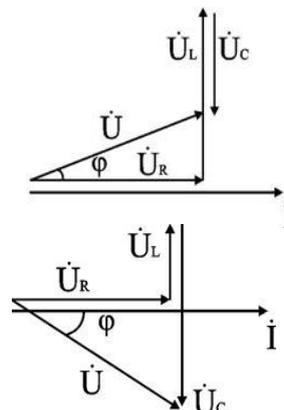
$$U_{R1} = I \cdot R_1, \quad U_{L1} = I \cdot X_{L1}, \quad U_{C1} = I \cdot X_{C1},$$

$$U_{R2} = I \cdot R_2, \quad U_{L2} = I \cdot X_{L2}, \quad U_{C1} = I \cdot X_{C2},$$

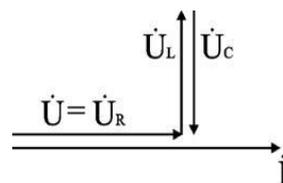
$$U_{R3} = I \cdot R_3$$

6. Анализ расчетных данных. В зависимости от величин X_L и X_C возможны следующие варианты:

- X_L > X_C угол $\varphi > 0$, U_L > U_C.
Ток отстает от напряжения на угол φ .
Цепь имеет *активно-индуктивный характер*.
Векторная диаграмма напряжений имеет вид:
- X_L < X_C угол $\varphi < 0$, U_L < U_C.
Ток опережает напряжение на угол φ .
Цепь имеет *активно-емкостный характер*.
Векторная диаграмма напряжений имеет вид:



- $X_L = X_C$ угол $\varphi = 0$, $U_L = U_C$.
Ток совпадает с напряжением.
Цепь имеет *активный характер*.
Полное сопротивление $z = R$ наименьшее.
Векторная диаграмма напряжений имеет вид:



Этот режим называется резонанс напряжений ($U_L = U_C$).

Напряжения на элементах U_L и U_C могут значительно превышать входное напряжение.

ПРИМЕР

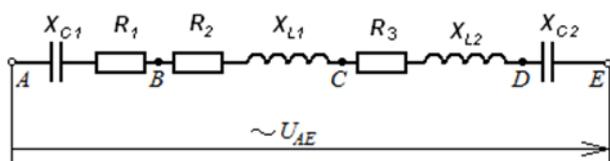
Неразветвленная цепь переменного тока содержит

активные сопротивления $R_1 = 1 \text{ Ом}$, $R_2 = 2 \text{ Ом}$, $R_3 = 5 \text{ Ом}$;

индуктивные $x_{L1} = 5 \text{ Ом}$, $x_{L2} = 7 \text{ Ом}$;

конденсаторы с сопротивлением $x_C = 4 \text{ Ом}$, $x_C = 2 \text{ Ом}$.

К цепи приложено напряжение $U = 100 \text{ В}$.



- Определить: 1) полное сопротивление цепи (рис.); 2) ток; 3) коэффициент мощности; 4) активную, реактивную и полную мощности; 5) напряжение на каждом сопротивлении. Начертить в масштабе векторную диаграмму цепи.

РЕШЕНИЕ.

1. Активные сопротивления при последовательном соединении складываются:

$$R = R_1 + R_2 + R_3 = 1 + 2 + 5 = 8 \text{ Ом}$$

Реактивные сопротивления элементов аналогично

$$X_L = X_{L1} + X_{L2} = 5 + 7 = 12 \text{ Ом}$$

$$X_C = X_{C1} + X_{C2} = 4 + 2 = 6 \text{ Ом}$$

Определяем полное сопротивление цепи:

$$Z = \sqrt{(R)^2 + (x_L - x_C)^2} = \sqrt{(8)^2 + (12 - 6)^2} = 10 \text{ Ом.}$$

2. Находим коэффициент мощности цепи: $\sin \varphi = (x_L - x_C) / Z = (12 - 6) / 10 = 0,6$;

По таблице 1 определяем фазовый угол $\varphi = +37^\circ$

3. Определяем ток цепи $I = U / Z = 100 / 10 = 10 \text{ А}$.

4. Определяем активную, реактивную и полную мощности цепи:

$$P = I^2 \cdot R = 10^2 \cdot 8 = 800 \text{ Вт};$$

$$Q = I^2 \cdot (x_L - x_C) = 10^2 \cdot (12 - 6) = 600 \text{ ВАР}$$

$$S = I^2 \cdot Z = 10^2 \cdot 10 = 1000 \text{ В} \cdot \text{А} \text{ и проверяем}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{800^2 + 600^2} = 1000 \text{ В} \cdot \text{А}$$

5. Определяем падения напряжения на сопротивлениях цепи:

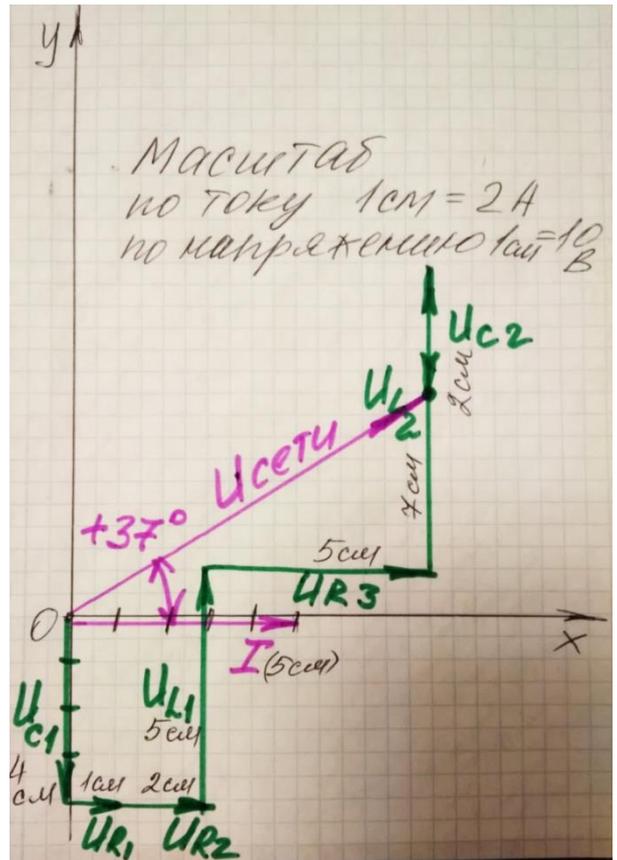
$$\begin{aligned} U_{R1} &= I \cdot R_1 = 10 \cdot 1 = 10 \text{ В}, & U_{L1} &= I \cdot X_{L1} = 10 \cdot 5 = 50 \text{ В}, & U_{C1} &= I \cdot X_{C1} = 10 \cdot 4 = 40 \text{ В}, \\ U_{R2} &= I \cdot R_2 = 10 \cdot 2 = 20 \text{ В}, & U_{L2} &= I \cdot X_{L2} = 10 \cdot 7 = 70 \text{ В}, & U_{C2} &= I \cdot X_{C2} = 10 \cdot 2 = 20 \text{ В}, \\ U_{R3} &= I \cdot R_3 = 10 \cdot 5 = 50 \text{ В}, \end{aligned}$$

6. Построение векторной диаграммы начинаем с выбора масштаба для тока и напряжения.

Задаемся масштабом по току: $1 \text{ см} = 2 \text{ А}$

и масштабом по напряжению: $1 \text{ см} = 10 \text{ В}$.

- Строим вектор тока I (рис. \rightarrow) по горизонтали в масштабе $10A/2 = 5$ см.
- Из точки ноль откладываем в сторону отставания от вектора тока на 90° вектор напряжения на конденсаторе U_{C1} длиной $40B/10=4$ см.
- Из конца вектора U_{C1} откладываем параллельно вектору тока I по горизонтали вектор напряжения на резисторе U_{R1} длиной $10B/10=1$ см.
- Аналогично из конца вектора U_{R1} откладываем параллельно вектору тока I по горизонтали вектор напряжения на резисторе U_{R2} длиной $20B/10=2$ см.
- Из конца вектора U_{R2} откладываем в сторону опережения вектора тока на 90° вектор напряжения на катушке U_{L1} длиной $50 B/10 = 5$ см.
- Из конца вектора U_{L1} откладываем параллельно вектору тока I по горизонтали вектор напряжения на резисторе U_{R3} длиной $50B/10=5$ см.
- Из конца вектора U_{R3} откладываем в сторону опережения вектора тока на 90° вектор напряжения на катушке U_{L2} длиной $70 B/10 B/см = 7$ см.
- Из конца вектора U_{L2} откладываем в сторону отставания от вектора тока на 90° вектор напряжения на конденсаторе U_{C2} длиной $20B/10=2$ см.
- Конец вектора U_{C2} соединяем с точкой ноль. Геометрическая сумма векторов U_R, U_L, U_C равна полному напряжению, приложенному к цепи $U_{СЕТИ}$.
- Измеряем вектор $U_{СЕТИ}$ и умножаем на масштаб $10 \text{ см} \cdot 10 = 100 \text{ В}$, так, как это задано в условии задачи.
- Транспортируем измеряем угол между векторами тока и напряжения сети, получаем $\varphi = +37^\circ$, что соответствует расчету пункта 2. Задача решена верно.



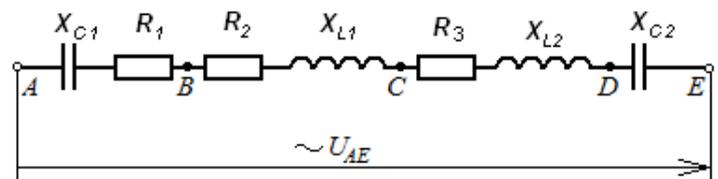
ЗАДАЧА:

Начертить цепь переменного тока.

В таблице 2, в строке, соответствующей номеру варианта, заданы исходные данные.

Требуется:

1. Вычислить полное сопротивление цепи.
2. Вычислить фазовый угол.
3. Вычислить ток цепи.
4. Определить мощности P, Q, S цепи.
5. Определить напряжение на каждом элементе.
6. Построить в масштабе векторную диаграмму цепи.
7. Удостоверится с помощью измерений $U_{СЕТИ}$ и угла φ , что задача решена верно.



№ вар.	ТАБЛИЦА 2							
	R_1	R_2	R_3	X_{L1}	X_{L2}	X_{C1}	X_{C2}	U
	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	Ом	В
1	10	4	6	15	20	10	10	200
2	1	2	3	5	15	5	7	100
3	7	5	4	17	11	9	7	400
4	10	8	14	20	24	6	14	500
5	2	1	1	3	4	2	2	50
6	5	6	4	13	14	3	4	200
7	2	3	3	8	4	2	4	100
8	7	3	2	14	16	8	6	400
9	8	6	10	25	21	4	10	500
10	1	2	1	5	3	2	3	200

ФОТОГРАФИРУЕМ РЕЗУЛЬТАТ, В КОНЦЕ ПАРЫ ОТПРАВЛЯЕМ НА ПРОВЕРКУ

ВСЕМ УСПЕШНОГО ДНЯ!

ОЦЕНКА ИДЕТ В ЖУРНАЛ

ЛИСТ ЗАДАНИЯ

Предмет: ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Урок № 22

Тема: МОЩНОСТЬ ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА. КОЭФФИЦИЕНТ МОЩНОСТИ

Цель урока: изучить виды мощностей цепей переменного тока и выяснить значимость коэффициента мощности при расчетах оборудования.

Задачи:

- изучить теоретический материал,
- ответить на контрольные вопросы письменно в рабочей тетради,
- посмотреть учебное видео,
- выполнить тест.

Дата урока	Этапы урока Задание для выполнения, ссылки на задания	Форма отчета, представления (фото работы, презентация, документ в формате ворд, ответ в рамках конференции Zoom и т.д)	Дата выполнения и сдачи	Адрес предоставления (ответ в рамках конференции Zoom , адрес электронной почты, личное сообщение в контакте и т.д)
11.04. 2020	Переключка, учет посещаемости	в рамках конференции Zoom		
	Этап актуализации выполненных предыдущих заданий	в рамках конференции Zoom		
	Объяснение нового материала в режиме конференции (15-20 минут)	в рамках конференции Zoom		
	Задание для самостоятельного выполнения	фото работы	11.04. 2020 до 17.00	личное сообщение в контакте

ВЫПОЛНЯЕМ ЗАДАНИЕ ПИСЬМЕННО В РАБОЧЕЙ ТЕТРАДИ

Тема: МОЩНОСТЬ ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА. КОЭФФИЦИЕНТ МОЩНОСТИ

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называют электрической мощностью?
2. Заполнить таблицу:

№	Нагрузка цепи	Пример оборудования	Фаза напряжения и тока	Вид энергии
1	активная			
2	индуктивная			
3	ёмкостная			

3. Что называется активной мощностью?
4. Записать формулу для расчета.
5. Что называется реактивной мощностью?
6. Записать формулу для расчета.
7. Что означает запись – Вар?
8. Как определить полную мощность?
9. Для чего используют коэффициент мощности?
10. Нарисовать треугольник мощностей с пояснениями.
11. Почему в электрооборудовании возникает фазовый сдвиг?
12. На что влияет $\cos \varphi$?
13. Начертить таблицу $\cos \varphi$ бытовых электроприборов.
14. Каким образом компенсируют реактивную мощность?
15. Что называется компенсацией реактивной мощности?
16. В чем состоит экономический эффект от внедрения компенсации?
17. Записать достоинства использования компенсаторной установки.

ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

Чтобы разобраться с понятием реактивной мощности, вспомним сначала, что такое электрическая мощность. *Электрическая мощность* – это физическая величина, характеризующая скорость генерации, передачи или потребления электрической энергии в единицу времени.

Чем больше мощность, тем большую работу может совершить электроустановка в единицу времени. Измеряется мощность в ваттах (Вт).

В цепях постоянного тока значение мгновенной и средней мощности за какой-то промежуток времени совпадают, а понятие реактивной мощности отсутствует.

В цепях переменного тока так происходит только в том случае, если нагрузка *чисто активная*. Это, например, электронагреватель или лампа накаливания, создающие поток тепловой энергии. При такой нагрузке в цепи переменного тока фаза напряжения и фаза тока совпадают и вся мощность передается в нагрузку.

Если нагрузка *индуктивная* (катушки трансформаторов и электродвигателей создают энергию магнитного поля), то ток отстает по фазе от напряжения.

Если нагрузка *емкостная* (различные электронные устройства и конденсаторы накапливают электрическую энергию), то ток по фазе опережает напряжение.

Поскольку ток и напряжение не совпадают по фазе (реактивная нагрузка), то в нагрузку (потребителю) передается только часть мощности (полной мощности), которая могла бы быть передана в нагрузку, если бы сдвиг фаз был равен нулю (активная нагрузка).

Часть полной мощности, которую удалось передать в нагрузку за период переменного тока, называется *активной мощностью*. Она равна произведению действующих значений тока и напряжения на косинус угла сдвига фаз между ними: $P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$ (Вт).

Мощность, которая не была передана в нагрузку, а привела к потерям на нагрев и излучение, называется *реактивной мощностью*.

Она равна произведению действующих значений тока и напряжения на синус угла сдвига фаз между ними $Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi$ (Вар).

В итоге, *полная мощность S*, потребляемая эл.оборудованием из питающей сети, определяется из треугольника мощностей по теореме Пифагора: →

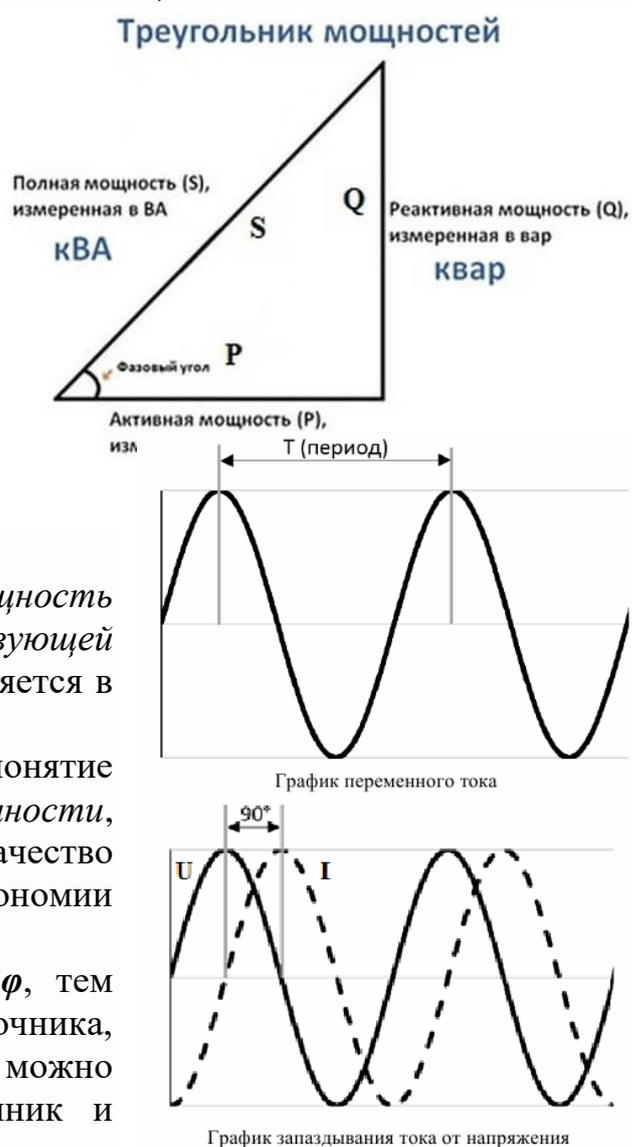
$$S = \sqrt{P^2 + Q^2},$$

Полная мощность измеряется В·А—вольт-амперами.

Таким образом, *реактивная мощность является величиной характеризующей нагрузку*. Реактивная мощность измеряется в *вольт-амперах реактивных* (Var, var).

На практике встречается понятие *косинус фи* или *коэффициент мощности*, как величины характеризующей качество электроустановке с точки зрения экономии электроэнергии.

Действительно, чем выше $\cos \varphi$, тем больше энергии, подаваемой от источника, попадает в нагрузку. Значит можно использовать менее мощный источник и меньше энергии пропадает зря.



На графике ток сдвинут на 90° (для наглядности), то есть на четверть периода.

Например, электрооборудование имеет $\cos\varphi = 0,8$, что соответствует углу $\arccos 0,8 \approx 37^\circ$.

Этот сдвиг происходит из-за наличия в потребителе энергии ёмкостей и индуктивностей (обмотки электродвигателей, трансформаторов и электромагнитов).

Для дальнейшего понимания происходящего требуется учет того факта, что, чем выше коэффициент мощности $\cos\varphi$ (максимум 1), тем более эффективно потребитель использует получаемую из сети электроэнергию (то есть большее количество энергии преобразуется в полезную работу) – такую нагрузку называют резистивной.

При резистивной нагрузке ток в цепи совпадает с напряжением. А при низком коэффициенте мощности нагрузку называют реактивной, то есть часть потребляемой мощности не совершает полезной работы.

Таблица ниже демонстрирует классификацию потребителей по коэффициенту мощности.

Классификация потребителей переменного тока

Качество потребителя	$\cos\varphi$
Высокое	0,95..1
Хорошее	0,8..0,95
Удовлетворительное	0,65..0,8
Низкое	0,5..0,65
Плохое	0..0,5

Следующая таблица демонстрирует коэффициент мощности распространённых в быту потребителей электроэнергии.

Коэффициент мощности бытовых электроприборов

Потребитель	Коэффициент мощности $\cos\varphi$
Электроплита	1
Электрочайник	1
Бытовой холодильник	0,65
Компьютер	0,95
Лампа накаливания	1
Электроинструмент	0,8
Микроволновая печь	0,85
Светодиодная лампа	0,9

Из сказанного выше вытекает, если нагрузка индуктивная, то следует компенсировать ее с помощью емкостей (конденсаторов) и наоборот емкостную нагрузку компенсируют с помощью индуктивностей (дросселей и реакторов). Процесс увеличения $\cos\varphi$ до нормативных значений 0.92 - 0.95 (НОРМЫ ПУЭ!!!) называется *компенсацией реактивной мощности*.

Автоматическая конденсаторная установка УКРМ может поднять $\cos\varphi$ от значения 0.6 до 0.97.

Итак, установки по компенсации реактивной мощности приносят ощутимые финансовые выгоды:

1. Уменьшение нагрузки на силовые трансформаторы, увеличение в связи с этим срока их службы.
2. Уменьшение нагрузки на провода и кабели, возможность использования кабелей меньшего сечения.
3. Улучшение качества электроэнергии у электроприемников.
4. Ликвидация возможности штрафов за снижение $\cos\varphi$.
5. Уменьшение уровня высших гармоник в сети.
6. Снижение уровня потребления электроэнергии.
7. Они также позволяют дольше сохранять оборудование в рабочем состоянии.

Экономический эффект от внедрения установок компенсации реактивной мощности может быть очень большим. По статистике он составляет от 12 до 50% от оплаты электроэнергии в различных регионах России.

Установка компенсации реактивной мощности окупается не более чем за год.



Рис. – Установка компенсации реактивной мощности УКРМ

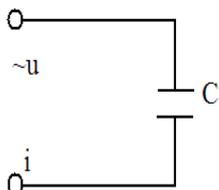
ТЕСТ по теме «ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА»

1. Энергию магнитного поля накапливает:
а) катушка индуктивности б) резистор в) конденсатор г) реостат
2. Элемент электрической цепи, реализующий сопротивление, называется:
а) катушка индуктивности б) резистор
в) конденсатор г) предохранитель
3. Амплитудное значение переменного тока это:
а) мгновенное значение тока б) максимальное значение тока
в) действующее значение тока г) среднее значение тока

4. Выбрать соотношение между сопротивлениями в цепи переменного тока в случае активно-ёмкостной нагрузки:

- а) $X_L \leq X_C$ б) $X_L \geq X_C$ в) $X_L = X_C$ г) $X_L \neq X_C$

5. Для данной схемы выбрать верное утверждение:

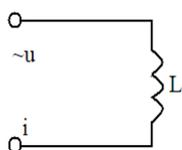


- а) сила тока находится в противофазе с напряжением
б) сила тока в цепи отстаёт от напряжения
в) сила тока в цепи опережает напряжение
г) сила тока совпадает по фазе с напряжением

6. Какая формула записана далее? $X_C = \frac{1}{\omega \cdot C}$

- а) формула индуктивного сопротивления
б) формула ёмкостного сопротивления
в) формула частоты резонанса
г) формула полного сопротивления цепи переменного тока

7. Для данной схемы выбрать верное утверждение:



- а) сила тока в цепи опережает напряжение
б) сила тока совпадает по фазе с напряжением
в) сила тока находится в противофазе с напряжением
г) сила тока в цепи отстаёт от напряжения

8. Выбрать верную формулу активной мощности переменного тока:

- а) $P = I^2 \cdot R$ (Вт) б) $P = I^2 \cdot X$ (Вар)
в) $Q = I^2 \cdot (X_L - X_C)$ (Вар) г) $S = I^2 \cdot Z$ (В·А)

9. В чем измеряется реактивная мощность переменного тока:

- а) Вт б) Дж
в) Вар г) ВА

10. Чему равен нормативный коэффициент мощности Российских электросетей?

- а) 0,1...0,9 б) -1... +1
в) 0,5...1 г) 0,92...0,95

Критерии оценки:

9-10 правильных ответов - оценка «5»

7-8 правильных ответов – оценка «4»

5-6 правильных ответов – оценка «3»

ФОТОГРАФИРУЕМ РЕЗУЛЬТАТ, В КОНЦЕ ПАРЫ ОТПРАВЛЯЕМ НА ПРОВЕРКУ

ВСЕМ УСПЕШНОГО ДНЯ!

ОЦЕНКА ИДЕТ В ЖУРНАЛ

ЛИСТ ЗАДАНИЯ

Предмет: ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Урок № 23-24

Тема: ТРЕХФАЗНЫЕ ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА. СХЕМЫ СОЕДИНЕНИЯ ЗВЕЗДА И ТРЕУГОЛЬНИК

Цель урока: изучить принцип получения трехфазной системы ЭДС и схемы соединения трехфазных цепей.

Задачи:

- изучить теоретический материал,
- ответить на контрольные вопросы письменно в рабочей тетради,
- посмотреть учебные видео,
- выполнить тест.

Дата урока	Этапы урока Задание для выполнения, ссылки на задания	Форма отчета, представления (фото работы, презентация, документ в формате ворд, ответ в рамках конференции Zoom и т.д)	Дата выполнения и сдачи	Адрес предоставления (ответ в рамках конференции Zoom , адрес электронной почты, личное сообщение в контакте и т.д)
13.04.2020	Перекличка, учет посещаемости	в рамках конференции Zoom		
	Этап актуализации выполненных предыдущих заданий	в рамках конференции Zoom		
	Объяснение нового материала в режиме конференции (15-20 минут)	в рамках конференции Zoom		
	Задание для самостоятельного выполнения	фото работы	13.04.2020 до 17.00	личное сообщение в контакте

ВЫПОЛНЯЕМ ЗАДАНИЕ ПИСЬМЕННО В РАБОЧЕЙ ТЕТРАДИ

Тема: ТРЕХФАЗНЫЕ ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА. СХЕМЫ СОЕДИНЕНИЯ ЗВЕЗДА И ТРЕУГОЛЬНИК

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем заслуга Николы Тесла?
2. Объяснить суть новаторского подхода Н. Теслы.
3. Какое изобретение запатентовал М.О. Доливо-Добровольский?
4. Записать принцип построения трехфазной сети по Доливо-Добровольскому.
5. Для чего служат трехфазные цепи переменного тока?
6. Как строятся трехфазные цепи?
7. Нарисовать цветовую и буквенную маркировку фаз.
8. Записать преимущества трехфазной системы перед однофазной.
9. Что представляет собой трехфазный генератор?
10. Нарисовать модель генератора.
11. Записать принцип создания системы трехфазных ЭДС.
12. Записать формулы ЭДС трех фаз.
13. Начертить векторную диаграмму в прямой последовательности.
14. Заполнить таблицу:

Название цепи	ЗВЕЗДА	ТРЕУГОЛЬНИК
Схема		
Определение вида соединения		
Наличие нейтрали		
Соотношение между фазными и линейными токами		
Соотношение между фазными и линейными напряжениями		

ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

Исторически первым явление вращающегося магнитного поля описал Никола Тесла, и датой этого открытия принято считать 12 октября 1887 года, - момент подачи ученым заявок на патенты, касающиеся асинхронного двигателя и технологии передачи электроэнергии. 1 мая 1888 года в США, Тесла получит свои главные патенты - на изобретение многофазных электрических машин (в том числе на асинхронный электродвигатель) и на системы передачи электрической энергии посредством многофазного переменного тока.

Сутью новаторского подхода Тесла к данному вопросу явилось его предложение строить всю цепочку генерации, передачи, распределения и использования электроэнергии как единую многофазную систему переменного тока, включающую в себя и генератор, и линию передачи, и двигатель переменного тока, который Тесла называл тогда «индукционным».

На европейском континенте, параллельно изобретательской деятельности Тесла, аналогичную задачу решал Михаил Осипович Доливо-Добровольский, работа которого была направлена на оптимизацию способа широкомасштабного использования электроэнергии.

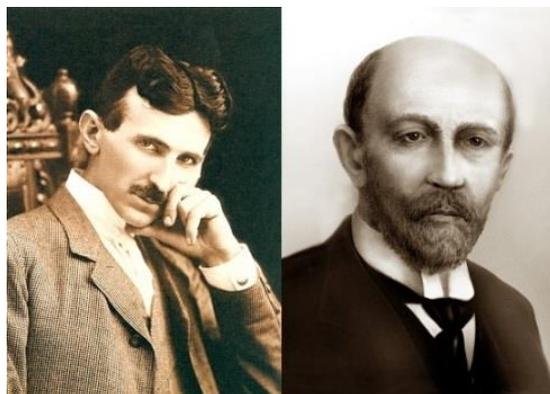


Рис. На фото Никола Тесла (слева) и Михаил Осипович Доливо-Добровольский (справа)

На основе технологии двухфазного тока Николы Тесла, Михаил Осипович самостоятельно разработал трёхфазную электрическую систему (как частный случай многофазной системы) и асинхронный электродвигатель совершенной конструкции — с ротором типа «беличья клетка». Патент на двигатель Михаил Осипович получит 8 марта 1889 года в Германии.

Трёхфазная сеть по Доливо-Добровольскому строилась по тому же принципу, что и у Тесла. Механическую энергию в электрическую преобразует трёхфазный генератор, по линии электропередач к потребителям подаются симметричные ЭДС, при этом потребителями выступают трёхфазные двигатели или однофазные нагрузки (такие как лампы накаливания).

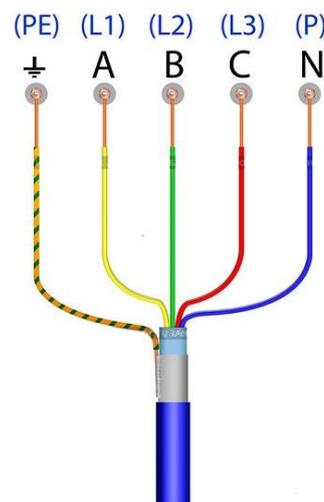
Трёхфазные цепи переменного тока по сей день служат для обеспечения генерации, передачи и распределения электрической энергии.

Трёхфазные цепи, как следует из их названия, строятся каждая из трех электрических подцепей, в каждой из которых действует синусоидальная ЭДС.

ЭДС эти генерируются общим источником, имеют равные амплитуды, равные частоты, однако смещены по фазе друг относительно друга на 120 градусов или на треть периода.

Каждая из трех цепей трехфазной системы именуется фазой:

- первая фаза – фаза "А", имеет цветовую **желтую** маркировку;
- вторая фаза – фаза "В", имеет цветовую **зеленую** маркировку;
- третья фаза – фаза "С", имеет цветовую **красную** маркировку.



Начала этих фаз обозначаются соответственно буквами А, В и С, а концы фаз – X, Y и Z.

Трехфазные системы отличаются экономичностью, в сравнении с однофазными: возможностью простого получения вращающегося магнитного поля статора для двигателя, доступностью двух напряжений на выбор — линейного и фазного.

Итак, *трехфазный генератор* представляет собой синхронную электрическую машину, предназначенную для создания трех гармонических ЭДС, смещенных на 120 градусов по фазе (по сути - во времени) относительно друг друга.

На статоре генератора для этой цели установлена трехфазная обмотка, у которой каждая фаза состоит из нескольких катушек, причем магнитная ось каждой «фазы» обмотки статора физически в пространстве повернута на треть окружности относительно двух других «фаз».

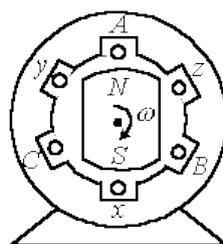


Рис.1

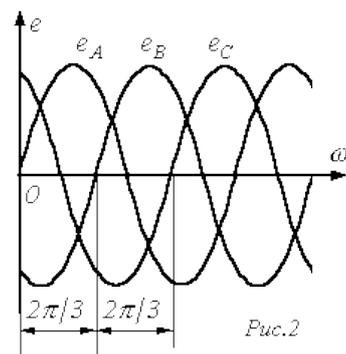


Рис.2

Такое расположение обмоток позволяет получать от них *систему трехфазных ЭДС* в процессе вращения ротора. Ротором здесь служит постоянный электромагнит, возбуждаемый током обмотки возбуждения, расположенной на нем.

Турбина на электростанции вращает ротор с постоянной скоростью, магнитное поле ротора вращается вместе с ним, магнитные силовые линии пересекают проводники обмоток статора, в итоге получается система индуцированных синусоидальных ЭДС одинаковой частоты (50 Гц), смещенных друг относительно друга во времени на треть периода.

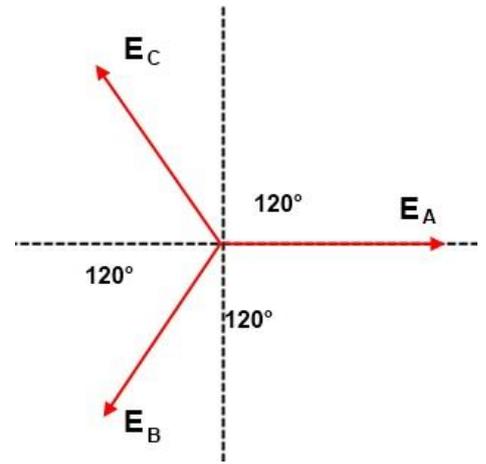
Амплитуда ЭДС определяется индукцией магнитного поля ротора и количеством витков в обмотке статора, а частота — угловой скоростью вращения ротора. Если принять начальную фазу обмотки А равной нулю, то для симметричных ЭДС трех фаз можно сделать запись в форме тригонометрических функций (фаза в градусах):

$$e_A = E_m \sin \omega t$$

$$e_B = E_m \sin (\omega t - 120^\circ)$$

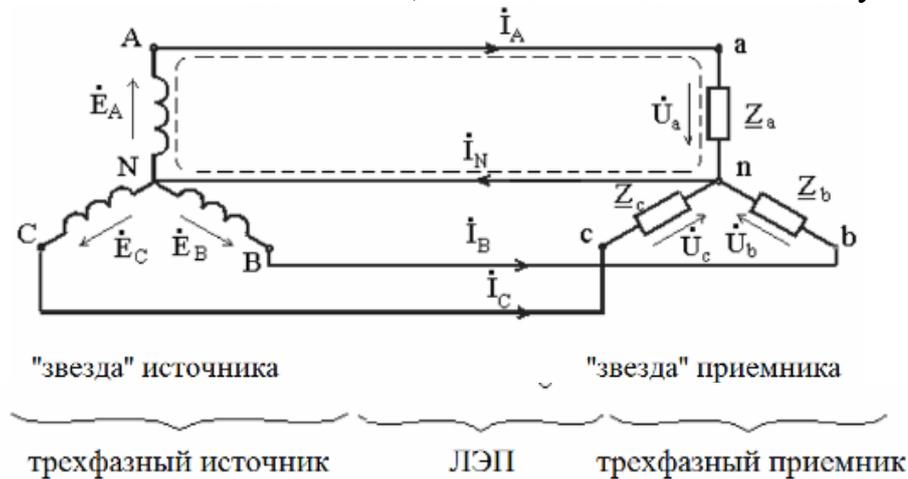
$$e_C = E_m \sin (\omega t + 120^\circ)$$

Векторные диаграммы отражают → взаимный фазовый сдвиг трех ЭДС системы, причем в зависимости от направления вращения ротора генератора, направление чередования фаз будет различаться (прямое или обратное).



Фазы трехфазных источников и трехфазных потребителей соединяют друг с другом различными способами, и чаще всего встречается одна из двух схем - «треугольник» или «звезда».

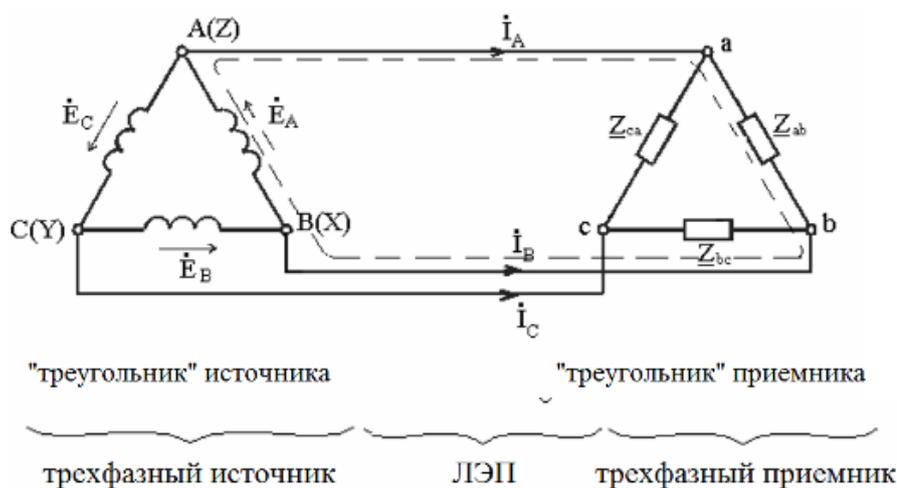
На схеме ниже изображено *соединение звездой*, соединение, при котором начала обмоток выводят в сеть, а концы объединяют в одну точку.



Такие сочетания соединений и применяются чаще всего на практике. Схема «звезда» предполагает наличие одной общей точки у трех «фаз» генератора или трансформатора, такая общая точка называется *нейтралью* источника (или нейтралью приемника, если речь о «звезде» потребителя).

Соединяющие источник и приемник провода, называются *линейными проводами*, они связывают выводы обмоток фаз генератора и приемника. Провод, соединяющий нейтраль источника и нейтраль приемника называют *нейтральным проводом*. Каждая фаза образует индивидуальную электрическую цепь, где каждый из приемников присоединен к своему источнику парой проводов - одним линейным и одним нейтральным.

Когда конец одной фазы источника соединяется с началом второй его фазы, конец второй — с началом третьей, а конец третьей — с началом первой, такое соединение фаз источника называется *треугольник*. Три провода приемника, присоединенные аналогичным образом между собой, тоже образуют схему «треугольник», и вершины данных треугольников присоединяются друг к другу.



Каждая фаза источника в данной схеме образует собственную электрическую цепь с приемником, где присоединение образовано двумя проводами.

Токи фазных и линейных проводников соединены так, что перераспределение потоков электроэнергии происходит равномерно по всей цепи, поэтому *наличие нейтрального провода не требуется*.

У источника, обмотка которого соединена по схеме «звезда», имеется две системы трехфазных напряжений: фазное и линейное.

Фазное напряжение — между линейным проводом и нейтралью (между концом и началом одной из фаз).

Линейное напряжение — между началами фаз или между линейными проводами. За положительное направление напряжения здесь условно принимают направление от точки цепи с более высоким потенциалом — к точке с более низким потенциалом.

Соотношение между фазными и линейными токами и напряжениями находятся для каждого вида соединения.

При *соединении звездой* фазные и линейные напряжения соотносятся как:

$$U_{\text{л}} = \sqrt{3}U_{\text{ф}}$$

А фазные и линейные токи при симметричной нагрузке одинаковы:

$$I_{\text{ф}} = I_{\text{л}}$$

Таким образом, можно сделать вывод, что в симметричной трехфазной цепи при соединении фаз звездой напряжения отличаются друг от друга в 1,73 раз, а линейные и фазные токи равны.

Кстати, для трехфазных цепей всегда нормируются именно линейные напряжения, ибо только при введении нейтрали можно будет говорить еще и о напряжении фазном →

например:

$$U_{\text{л}} = 660 \text{ В}; U_{\text{ф}} = 380 \text{ В};$$

$$U_{\text{л}} = 380 \text{ В}; U_{\text{ф}} = 220 \text{ В};$$

$$U_{\text{л}} = 220 \text{ В}; U_{\text{ф}} = 127 \text{ В}.$$

При соединении треугольником каждая фаза находится под линейным напряжением, то есть линейные и фазные напряжения равны:

$$U_{\phi} = U_{\text{л}}$$

А фазные и линейные токи соотносятся как:

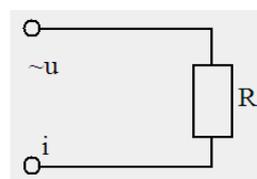
$$I_{\text{л}} = \sqrt{3}I_{\phi}$$

Аналогичным способом, сделаем вывод для соединения треугольником: в симметричной трехфазной цепи при соединении фаз треугольником токи отличаются друг от друга в 1,73 раз, а линейные и фазные напряжения равны.

ТЕСТ по теме «ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА»

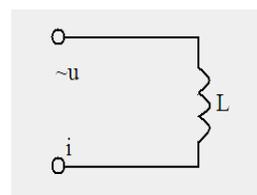
1. Для данной схемы выбрать верное утверждение:

- а) сила тока в цепи опережает напряжение
- б) сила тока в цепи отстаёт от напряжения
- в) сила тока находится в противофазе с напряжением
- г) сила тока совпадает по фазе с напряжением



2. Для данной схемы выбрать верное утверждение:

- а) сила тока в цепи опережает напряжение
- б) сила тока в цепи отстаёт от напряжения
- в) сила тока находится в противофазе с напряжением
- г) сила тока совпадает по фазе с напряжением



3. Выбрать соотношение между индуктивным и ёмкостным сопротивлениями в цепи переменного тока в случае резонанса:

- а) $X_L \leq X_C$
- б) $X_L \geq X_C$
- в) $X_L = X_C$
- г) $X_L \neq X_C$

4. Выбрать верную формулу реактивной мощности переменного тока:

- а) $P = I^2 \cdot R$ (Вт)
- б) $P = I^2 \cdot R$ (Вар)
- в) $Q = I^2 \cdot (X_L - X_C)$ (Вар)
- г) $S = I^2 \cdot Z$ (В·А)

5. Выбрать верную формулу полной мощности переменного тока:

- а) $P = I^2 \cdot R$ (Вт)
- б) $P = I^2 \cdot R$ (Вар)
- в) $Q = I^2 \cdot (X_L - X_C)$ (Вар)
- г) $S = I^2 \cdot Z$ (В·А)

6. В цепи переменного тока с активным сопротивлением энергия источника преобразуется в энергию:

- а) магнитного поля
- б) электрического поля
- в) тепловую энергию
- г) магнитного поля, электрического поля и тепловую энергию

7. В цепи переменного тока с ёмкостным сопротивлением энергия источника преобразуется в энергию:

- а) магнитного поля
- б) электрического поля
- в) тепловую энергию
- г) магнитного поля, электрического поля и тепловую энергию

8. Какая формула записана ниже?

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

- а) формула индуктивного сопротивления
- б) формула ёмкостного сопротивления
- в) формула частоты резонанса
- г) формула полного сопротивления цепи переменного тока

9. Схемой соединения «звезда» трехфазной цепи переменного тока называют соединение, при котором:

- а) начала всех обмоток объединяют в одну точку, называемую нулевой.
- б) начало одной обмотки соединяют с концом другой обмотки.
- в) начала всех обмоток объединяют в одну точку, называемую землёй.
- г) начало одной обмотки соединяют с началом другой обмотки.

10. Схемой соединения «треугольник» трехфазной цепи переменного тока называют соединение, при котором:

- а) начала всех обмоток объединяют в одну точку, называемую нулевой.
- б) начало одной обмотки соединяют с концом другой обмотки.
- в) начала всех обмоток объединяют в одну точку, называемую землёй.
- г) начало одной обмотки соединяют с началом другой обмотки.

11. Линейное напряжение равно 380 В. Определить фазное напряжение, если симметричная нагрузка соединена треугольником?

- а) 127 В б) 220 В в) 380 В г) 660 В

12. Линейный ток равен 34,6 А. Определить фазный ток, если симметричная нагрузка соединена звездой?

- а) 20 А б) 34,6 А в) 59,8 А г) 69,2 А

Критерии оценки:

11-12 правильных ответов - оценка «5»

9-10 правильных ответов – оценка «4»

6-8 правильных ответов – оценка «3»

ФОТОГРАФИРУЕМ РЕЗУЛЬТАТ, В КОНЦЕ ПАРЫ ОТПРАВЛЯЕМ НА ПРОВЕРКУ

ВСЕМ УСПЕШНОГО ДНЯ!

ОЦЕНКА ИДЕТ В ЖУРНАЛ

ЛИСТ ЗАДАНИЯ

Предмет: ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Урок № 25

Тема: ИЗМЕРЕНИЕ ТОКОВ И НАПРЯЖЕНИЙ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ

Цель: изучить принцип действия, схемы включения измерительных приборов и возможности расширения пределов измерения.

Задачи:

- изучить теоретический материал,
- ответить на контрольные вопросы письменно в рабочей тетради,
- посмотреть учебные видео.

Дата урока	Этапы урока Задание для выполнения, ссылки на задания	Форма отчета, представления (фото работы, презентация, документ в формате ворд, ответ в рамках конференции Zoom и т.д)	Дата выполнения и сдачи	Адрес предоставления (ответ в рамках конференции Zoom , адрес электронной почты, личное сообщение в контакте и т.д)
14.04.2020	Переключка, учет посещаемости	в рамках конференции Zoom		
	Этап актуализации выполненных предыдущих заданий	в рамках конференции Zoom		
	Объяснение нового материала в режиме конференции (15-20 минут)	в рамках конференции Zoom		
	Задание для самостоятельного выполнения	фото работы	14.04.2020 до 17.00	личное сообщение в контакте

ВЫПОЛНЯЕМ ЗАДАНИЕ ПИСЬМЕННО В РАБОЧЕЙ ТЕТРАДИ

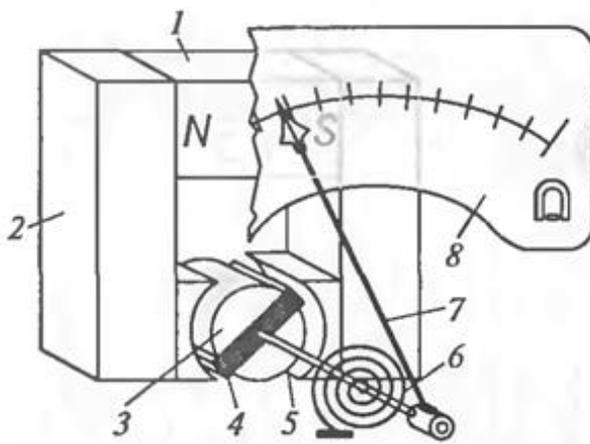
ТЕМА: ИЗМЕРЕНИЕ ТОКОВ И НАПРЯЖЕНИЙ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К РАБОТЕ:

1. Начертить конструкцию магнитоэлектрического механизма и записать обозначения № 1,2,3...8
2. Почему стрелка прибора меняет свое положение? Записать поясняющие формулы.
3. Зачем при использовании приборов магнитоэлектрического типа следует соблюдать полярность?
4. В каком случае нельзя использовать магнитоэлектрический механизм?
5. Записать основное требование к амперметру.
6. Почему нельзя подключать амперметр непосредственно к источнику?
7. Что называют шунтом?
8. Начертить схему включения шунта (на рисунке схема обведена в круг).
9. Записать формулу коэффициента шунтирования. Чему он равен?
10. Чем отличаются наружные и встроенные шунты?
11. Записать классы точности шунтов.
12. Для чего шунты изготавливают из материалов с большим удельным сопротивлением?
13. Почему можно пренебрегать проходящим по вольтметру током?
14. Начертить схему включения добавочного резистора вольтметра (на рисунке схема обведена в круг).
15. Как определить напряжение, действующее в цепи вольтметра?
16. Записать достоинство делителей напряжения.
17. Записать и пояснить формулу коэффициента деления.
18. Начертить схему делителя напряжения.
19. В каком случае делитель напряжения вносит малую погрешность в измерения?

ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ:

Исторически первым и наиболее широко распространенным до настоящего времени для измерения величины постоянного тока является магнитоэлектрический механизм (рис.), обеспечивающий изменение угла поворота указательной стрелки (7), соединенной с диамагнитной рамкой (3) при изменении тока в проводнике (4), намотанном на эту рамку. Через рамку проходит ось (5), к которой прикреплена спиральная пружина (6), создающая возвратный момент при повороте рамки (эта пружина также выполняет роль гибкой токоведущей шины). Рамка находится в магнитном поле с индукцией B , создаваемом постоянным магнитом (1-2).



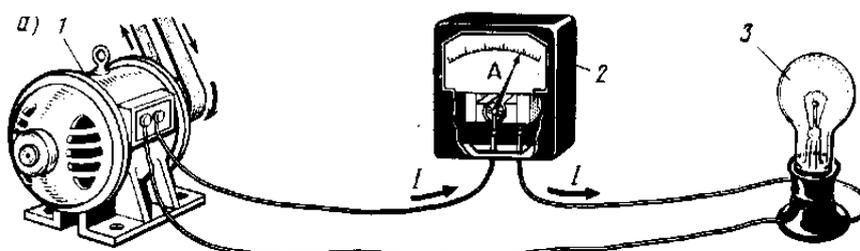
В результате протекания тока I через w витков проводника, размещенных на рамке, к каждой ее стороне оказывается приложена сила Ампера $F_A = I \cdot B \cdot w$ и возникает вращающий момент $M = F_A \cdot l$, где l – длина рамки. Рамка будет поворачиваться вокруг своей оси до тех пор, пока не выполнится условие $M = \alpha \cdot C_S$, где α – угол поворота рамки относительно начального положения, C_S – удельный момент противодействия пружины. Таким образом, угол поворота рамки пропорционален величине протекающего через проводник тока: $I \cdot B \cdot w \cdot l = \alpha \cdot C_S$, что отражается на шкале прибора 8.

При использовании приборов магнитоэлектрического типа следует соблюдать полярность их подключения – протекание значительного тока в обратном направлении может привести к деформации стрелки.

Эти приборы также *не могут быть использованы* для измерений, если ток I меняет свою величину с частотой, большей нескольких десятков Гц – из-за наличия собственного момента инерции рамка может остаться неподвижной даже при наличии переменной составляющей тока значительной амплитуды. Пределы измерения таких приборов обычно не превышают 10...30 мА.

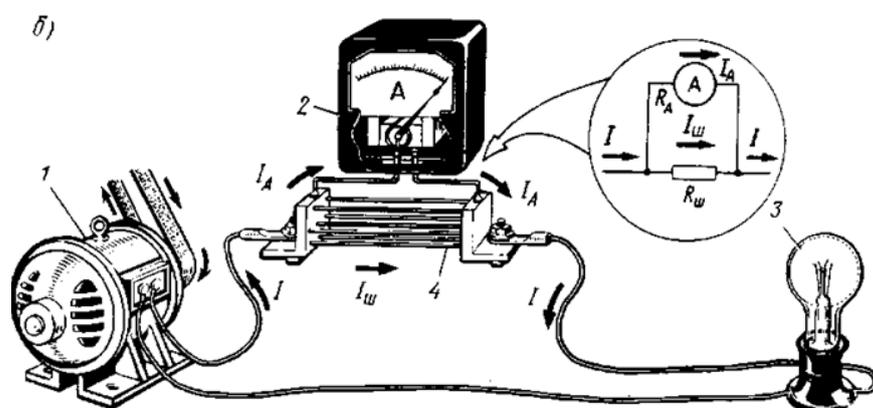
Измерение тока.

Поскольку амперметр включается в разрыв цепи, основное требование к этим приборам – обеспечение минимальной величины внутреннего сопротивления в целях минимизации вносимых погрешностей измерений.



Для измерения тока в цепи амперметр 2 или миллиамперметр включают в электрическую цепь последовательно с приемником 3 электрической энергии. Для того чтобы включение амперметра не оказывало влияния на работу электрических установок и он не создавал больших потерь энергии, амперметры выполняют с малым внутренним сопротивлением. Поэтому практически сопротивление его можно считать равным нулю и пренебрегать вызываемым им падением напряжения. Амперметр можно включать в цепь только последовательно с нагрузкой. Если амперметр подключить непосредственно к источнику 1, то через катушку прибора пойдет очень большой ток и она сгорит.

Для расширения пределов измерения амперметров, предназначенных для работы в цепях постоянного тока, их включают в цепь параллельно шунту 4. При этом через прибор проходит только часть I_A измеряемого тока I , обратно пропорциональная сопротивлению R_A .



Большая часть I_w этого тока проходит через *шунт* – минимальное точно известное сопротивление. Прибор измеряет падение напряжения на шунте, зависящее от проходящего через шунт тока, т. е. используется в качестве милливольтметра. Шкала прибора градуируется в амперах.

Зная сопротивления прибора R_A и шунта R_w можно по току I_A , измеренному прибором, определить измеряемый ток:

$$I = I_A (R_A + R_w) / R_w = I_A n, \text{ где } n = (R_A + R_w) / R_w \text{ — коэффициент шунтирования.}$$

Обычно выбирают равным или кратным 10.

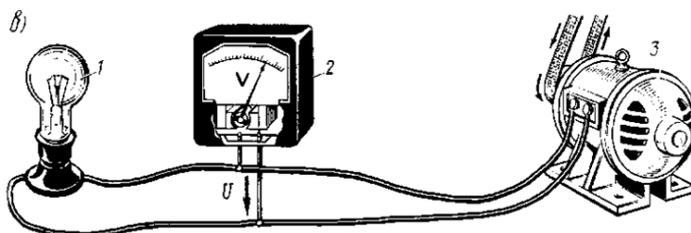
Конструктивно шунты либо монтируют в корпус прибора (шунты на токи до 50 А), либо устанавливают вне его корпуса и соединяют с прибором проводами. Согласно стандартам напряжение на зажимах для калиброванных шунтов может быть равно 45, 75, 100 и 150 мВ.

Шунты делят на пять классов точности (0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5). Обозначение класса соответствует допустимой погрешности в процентах.

Для того чтобы повышение температуры шунта при прохождении по нему тока не оказывало влияния на показания прибора, шунты изготавливают из материалов с большим удельным сопротивлением и малым температурным коэффициентом (константан, манганин, никелин и пр.).

Измерение напряжения.

Для измерения напряжения U , действующего между какими-либо двумя точками электрической цепи, вольтметр 2 присоединяют к этим точкам, т. е. параллельно источнику 1 электрической энергии или приемнику 3.



Для того чтобы включение вольтметра не оказывало влияния на работу электрических установок и он не создавал больших потерь энергии, вольтметры выполняют с большим сопротивлением. Поэтому практически можно пренебрегать проходящим по вольтметру током.

Для расширения пределов измерения вольтметров последовательно с обмоткой прибора включают *добавочный резистор* 4 (R_D). При этом на прибор приходится лишь часть U_V измеряемого напряжения U , пропорциональная сопротивлению прибора R_V .

Зная сопротивление добавочного резистора и вольтметра, можно по значению напряжения U_V , измеренного вольтметром, определить напряжение, действующее в цепи:

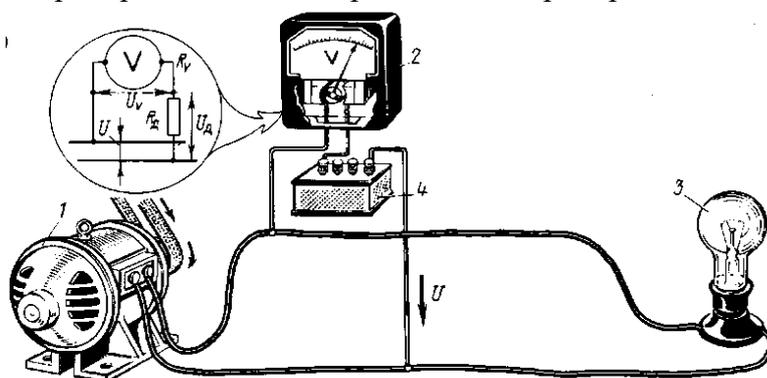
$$U = (R_V + R_D) / R_V \cdot U_V = n \cdot U_V$$

где

$$n = U / U_V = (R_V + R_D) / R_V$$

показывает, во сколько раз измеряемое напряжение U больше

напряжения U_V , приходящегося на прибор, т. е. во сколько раз увеличивается предел измерения напряжения вольтметром при применении добавочного резистора.



Добавочный резистор может встраиваться в прибор и одновременно использоваться для уменьшения влияния температуры окружающей среды на показания прибора. По точности добавочные резисторы подразделяются на те же классы точности, что и шунты.

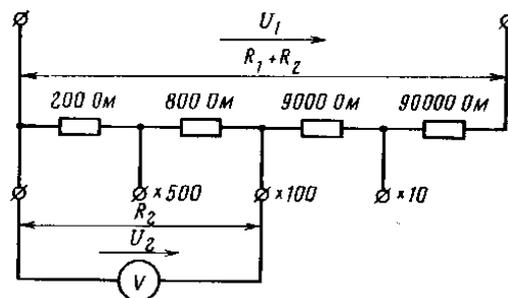
Делители напряжения.

Для расширения пределов измерения вольтметров применяют также делители напряжения. Они позволяют уменьшить подлежащее измерению напряжение до значения, соответствующего номинальному напряжению данного вольтметра (предельного напряжения на его шкале).

Отношение входного напряжения делителя U_1 к выходному U_2 называется *коэффициентом деления*.

При холостом ходе $U_1 / U_2 = (R_1 + R_2) / R_2 = 1 + R_1 / R_2$.

В делителях напряжения это отношение может быть выбрано равным 10, 100, 500 и т. д. в зависимости от того, к каким выводам делителя подключен вольтметр. Делитель напряжения вносит малую погрешность в измерения только в том случае, если сопротивление вольтметра R_V достаточно велико, а сопротивление источника, к которому подключен делитель, мало.



ФОТОГРАФИРУЕМ РЕЗУЛЬТАТ, В КОНЦЕ ПАРЫ ОТПРАВЛЯЕМ НА ПРОВЕРКУ ВСЕМ УСПЕШНОГО ДНЯ!

ОЦЕНКА ИДЕТ В ЖУРНАЛ

ЛИСТ ЗАДАНИЯ

Предмет: Электротехника

Урок № 26

Тема: ОДНОФАЗНЫЙ ТРАНСФОРМАТОР

Цель: изучить конструкцию и расчёт параметров однофазного трансформатора.

Задачи:

- изучить теоретический материал,
- ответить на контрольные вопросы,
- посмотреть учебное видео,
- решить задачу.

Дата урока	Этапы урока Задание для выполнения, ссылки на задания	Форма отчета, представления (фото работы, презентация, документ в формате ворд, ответ в рамках конференции Zoom и т.д)	Дата выполнения и сдачи	Адрес предоставления (ответ в рамках конференции Zoom , адрес электронной почты, личное сообщение в контакте и т.д)
15.04.2020	Переключка, учет посещаемости	в рамках конференции Zoom		
	Этап актуализации выполненных предыдущих заданий	в рамках конференции Zoom		
	Объяснение нового материала в режиме конференции (15-20 минут)	в рамках конференции Zoom		
	Задание для самостоятельного выполнения	фото работы	15.04.2020 до 17.00	личное сообщение в контакте

ВЫПОЛНЯЕМ ЗАДАНИЕ ПИСЬМЕННО В РАБОЧЕЙ ТЕТРАДИ

ТЕМА: ОДНОФАЗНЫЙ ТРАНСФОРМАТОР

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К РАБОТЕ:

1. Что называют трансформатором (Тр)?
2. Начертить электромагнитную и принципиальную схемы трансформатора.
3. Чем отличаются первичная и вторичная обмотки Тр?
4. Для чего служит магнитопровод?
5. Чем отличаются повышающий и понижающий трансформаторы?
6. Что означает запись: ВН и НН?
7. В чём заключается принцип обратимости трансформатора?
8. Почему трансформатор не может работать на постоянном токе?
9. Перечислить номинальные параметры трансформаторов.
10. Записать формулы первичной и вторичной трансформаторной ЭДС.
11. Что называют коэффициентом трансформации?

ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ:

Трансформатором называют статическое электромагнитное устройство, имеющее индуктивно связанные обмотки и предназначенное для преобразования посредством явления электромагнитной индукции первичной системы переменного тока во вторичную систему переменного тока. В общем случае вторичная система переменного тока может отличаться от первичной любыми параметрами: значениями напряжения и тока, числом фаз, формой кривой напряжения (тока), частотой.

Простейший трансформатор состоит из *магнитопровода* и двух *обмоток*, расположенных на стержнях магнитопровода.

Одна из обмоток, которую называют *первичной*, присоединена к источнику переменного тока Γ на напряжение U_1 . К другой обмотке, называемой *вторичной*, подключен потребитель Z_n .

Первичная и вторичная обмотки электрически не связаны и мощность от одной обмотки в другую передается электромагнитным полем. Магнитопровод служит для усиления индуктивной связи между обмотками.

Действие трансформатора основано на явлении электромагнитной индукции. При подключении первичной обмотки к источнику переменного тока в витках этой обмотки протекает переменный ток i_1 , который создает в магнитопроводе переменный магнитный поток Φ .

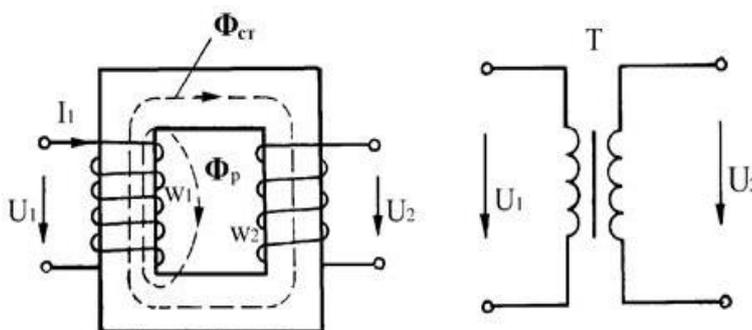
Замыкаясь в магнитопроводе, этот поток сцепляется с обеими обмотками и индуцирует в них ЭДС:

$$\text{в первичной обмотке } e_1 = -w_1(d\Phi/dt),$$

$$\text{во вторичной обмотке } e_2 = -w_2(d\Phi/dt),$$

где w_1 и w_2 — число витков в первичной и вторичной обмотках трансформатора.

При подключении нагрузки Z_n к выводам вторичной обмотки трансформатора под действием ЭДС e_2 в цепи этой обмотки создается ток i_2 , а на выводах вторичной обмотки устанавливается напряжение U_2 . В повышающих трансформаторах $U_2 > U_1$, а в понижающих $U_2 < U_1$.



Обмотку, подключенную к сети высокого напряжения, называют обмоткой высшего напряжения (ВН); обмотку, присоединенную к сети меньшего напряжения, — обмоткой низшего напряжения (НН).

Трансформаторы обладают свойством обратимости: один и тот же трансформатор можно использовать в качестве повышающего и понижающего. Обычно трансформатор имеет определенное назначение: либо он повышающий, либо — понижающий.

Трансформатор — это аппарат переменного тока. Если его первичную обмотку подключить к источнику постоянного тока, то магнитный поток в магнитопроводе также будет постоянным как по величине, так и по направлению $d\Phi/dt = 0$, поэтому в обмотках трансформатора не будет наводиться ЭДС, а следовательно, электроэнергия из первичной цепи не будет передаваться во вторичную.

Свойства трансформатора определяются его *номинальными параметрами*:

- 1) номинальное первичное линейное напряжение $U_{1ном}$, В или кВ;
- 2) номинальное вторичное линейное напряжение $U_{2ном}$, В или кВ;
- 3) номинальные линейные токи в первичной $I_{1ном}$ и вторичной $I_{2ном}$ обмотках, А;
- 4) номинальная полная мощность $S_{ном}$, кВ·А

Для однофазного трансформатора $S_{ном} = U_{1ном} I_{1ном}$,

для трехфазного — $S_{ном} = \sqrt{3} U_{1ном} I_{1ном}$.

Каждый трансформатор рассчитан для включения в сеть переменного тока определенной частоты. В России трансформаторы общего назначения рассчитаны на частоту $f = 50$ Гц, в устройствах автоматики и связи трансформаторы на частоты **50, 400** или **1000 Гц**.

Действующее значение первичной ЭДС: $E_1 = 4,44 \cdot w_1 \cdot f \cdot \Phi_{max}$;

вторичной ЭДС: $E_2 = 4,44 \cdot w_2 \cdot f \cdot \Phi_{max}$.

Отношение ЭДС обмотки высшего напряжения к ЭДС обмотки низшего напряжения называют *коэффициентом трансформации*: $K = E_1 / E_2 = w_1 / w_2$.

При практических расчетах $k \approx U_{1ном} / U_{2ном}$.

ПОСМОТРИТЕ УЧЕБНОЕ ВИДЕО!

РЕШИТЬ ЗАДАЧУ: Для однофазного трансформатора заданы: номинальная мощность $S_{ном}$ и номинальные напряжения $U_{1ном}$ и $U_{2ном}$, частота тока f , действующее значение напряжения, приходящееся на один виток, $U_{вит}$.

Определить: числа витков обмоток трансформатора w_1 и w_2 , поперечное сечение обмоточных проводов первичной q_1 и вторичной q_2 обмоток, если плотность тока в этих проводах Δ ; площадь поперечного сечения стержня магнитопровода $Q_{ст}$, если максимальное значение магнитной индукции в стержне $B_{ст}$.

№ вар	$S_{ном}$ кВА	$U_{1ном}$ В	$U_{2ном}$ В	f Гц	$U_{вит}$ В	Δ А/м ²	$B_{ст}$ Тл
1.	100	6000	400	50	5	4	1,4
2.	60	3150	150	100	4	3	1,0
3.	180	6300	600	400	8	5	2,1
4.	56	1000	220	50	3	2	1,1
5.	50	3400	180	100	3	5	0,9
6.	80	3150	220	400	4	4	0,8
7.	100	6300	380	50	6	3	1,6
8.	32	1000	110	100	5	5	1,1
9.	120	6300	400	400	8	2	2,4
10.	80	1000	110	50	3	5	1,2

Указания к решению задачи:

1. Числа витков в обмотках: $w_1 = U_{1ном} / U_{вит}$; $w_2 = U_{2ном} / U_{вит}$.
2. Номинальные значения токов в обмотках: $I_{1ном} = S_{ном} \cdot 1000 / U_{1ном}$ (А)
 $I_{2ном} = S_{ном} \cdot 1000 / U_{2ном}$ (А)
3. Поперечные сечения обмоточных проводов: $q_1 = I_{1ном} / \Delta$ (мм²); $q_2 = I_{2ном} / \Delta$ (мм²).
4. Основной магнитный поток в стержне $\Phi_{max} = U_2 / (4,44 \cdot f \cdot w_2)$ (Вб).
5. Поперечное сечение стержня магнитопровода $Q_{ст} = \Phi_{max} / (k_c \cdot B_{ст})$ (м²),
где $k_c = 0,93$ — коэффициент заполнения шихтованного стержня сталью, учитывающий увеличение сечения стержня прослойками изоляционного лака между стальными полосами.

ФОТОГРАФИРУЕМ РЕЗУЛЬТАТ, В КОНЦЕ ПАРЫ ОТПРАВЛЯЕМ НА ПРОВЕРКУ

ВСЕМ УСПЕШНОГО ДНЯ!

ОЦЕНКА ИДЕТ В ЖУРНАЛ

ЛИСТ ЗАДАНИЯ

Предмет: Электротехника

Урок № 27

Тема: ТРЕХФАЗНЫЙ ТРАНСФОРМАТОР

Цель: изучить конструкцию и расчёт параметров трехфазного ТР.

Задачи:

- изучить теоретический материал,
- ответить на контрольные вопросы,
- посмотреть учебное видео,
- решить задачу.

Дата урока	Этапы урока Задание для выполнения, ссылки на задания	Форма отчета, представления (фото работы, презентация, документ в формате ворд, ответ в рамках конференции Zoom и т.д)	Дата выполнения и сдачи	Адрес предоставления (ответ в рамках конференции Zoom , адрес электронной почты, личное сообщение в контакте и т.д)
16.04.2020	Переключка, учет посещаемости	в рамках конференции Zoom		
	Этап актуализации выполненных предыдущих заданий	в рамках конференции Zoom		
	Объяснение нового материала в режиме конференции (15-20 минут)	в рамках конференции Zoom		
	Задание для самостоятельного выполнения	фото работы	16.04.2020 до 17.00	личное сообщение в контакте

ВЫПОЛНЯЕМ ЗАДАНИЕ ПИСЬМЕННО В РАБОЧЕЙ ТЕТРАДИ

ТЕМА: ТРЕХФАЗНЫЙ ТРАНСФОРМАТОР

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К РАБОТЕ:

1. Что называют трансформатором (сокращенно ТР)?
2. Для чего применяют силовые трансформаторы?
3. Начертить электромагнитную схему трехфазного трансформатора.
4. Зачем при передаче электроэнергии изменяется её напряжение?
5. Каким образом происходит трансформация напряжения?
6. Чем отличаются первичная и вторичная обмотки ТР?
7. Что входит в активную и неактивную части ТР?
8. Для чего служит магнитопровод?
9. Что такое шихтованная конструкция?
10. Зачем магнитопровод ТР выполняют шихтованным?
11. Какие возможны типы магнитопроводов?
12. Зачем трансформатор заземляют?
13. В чем особенность конструкции обмоток ТР?
14. Записать четыре преимущества масляного охлаждения ТР перед воздушным.
15. Зачем применяют трубчатые баки ТР?
16. Для чего служит расширитель?
17. Зачем ТР снабжают выхлопной трубой?

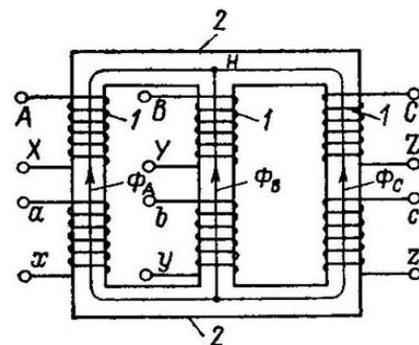


Рис.1 - Электромагнитная схема трехфазного трансформатора

ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ:

Трансформатором называют электротехническое устройство, служащее для преобразования переменного тока одного напряжения в переменный ток другого напряжения той же частоты.

Трансформаторы широко применяют в системах передачи и распределения электрической энергии, их называют *силовыми*.

В электроэнергетических системах при передаче от электростанций к потребителям электроэнергия неоднократно преобразуется: сначала *повышается* напряжение в целях уменьшения потерь в линиях электропередач, а затем *понижается* до значений, обеспечивающих эффективную и безопасную работу электротехнических устройств.

Преобразование напряжения в ТР осуществляется переменным магнитным потоком индуктивно-связанных между собой двух обмоток.

Обмотка, подключаемая к источнику электрической энергии, называется *первичной*, другая обмотка, на которую включена нагрузка – *вторичной*. Если через трансформатор необходимо осуществить питание двух и более нагрузок с разным напряжением, то выполняется соответствующее число вторичных обмоток.

Современный трансформатор состоит из различных конструктивных элементов. Магнитопровод с насаженными на его стержни обмотками

В трансформаторах с масляным охлаждением магнитопровод с обмотками помещен в бак, наполненный трансформаторным маслом (рис.2). Трансформаторное масло, омывая обмотки и магнитопровод, отбирает от них теплоту и, обладая более высокой теплопроводностью, чем воздух, через стенки бака и трубы радиатора отдает ее в окружающую среду.

Наличие трансформаторного масла обеспечивает более надежную работу высоковольтных трансформаторов, так как электрическая прочность масла намного выше, чем воздуха. Масляное охлаждение интенсивнее воздушного, поэтому габариты и вес масляных трансформаторов меньше, чем у сухих трансформаторов такой же мощности.

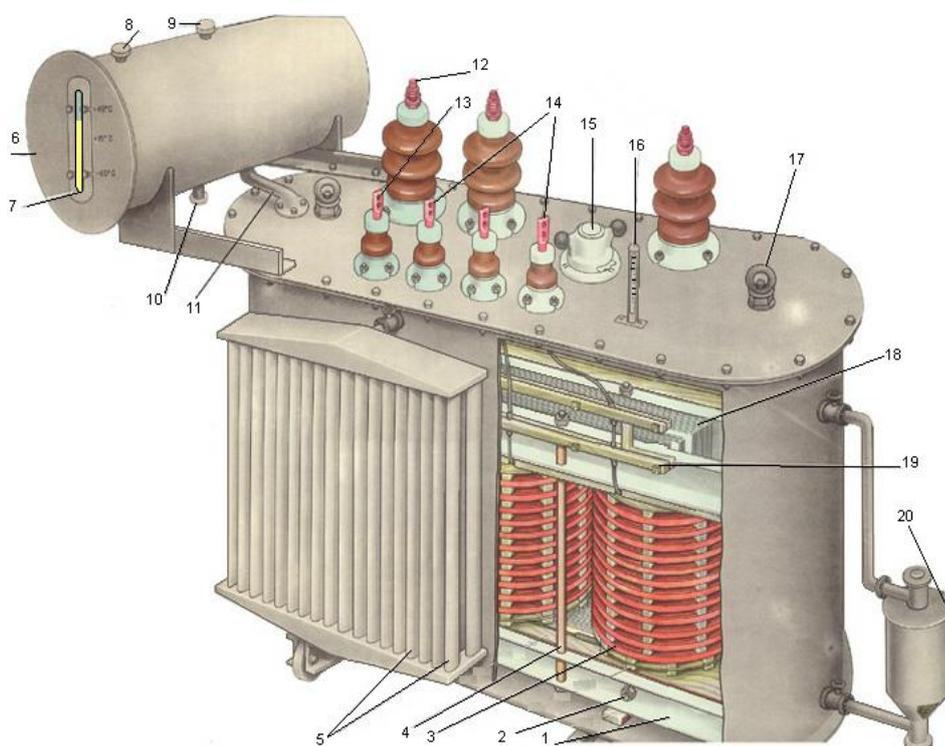


Рис. 2 - Устройство силового трансформатора ТМ-400/10

- 1- ярмовая балка
- 2- горизонтальная шпилька
- 3- обмотка ВН
- 4- вертикальная шпилька
- 5- труба радиатора
- 6-расширитель
- 7-маслоуказатель
- 8-дыхательная пробка
- 9-маслозаливная пробка
- 10-грязеотстойник
- 11-патрубок
- 12- вводы ВН
- 13- нулевой вывод НН
- 14- выводы обмоток НН
- 15- переключатель
- 16-ртутный термометр
- 17- кольцо (рым)
- 18-магнитопровод
- 19-изолирующие планки
- 20- фильтр

В трансформаторах мощностью до 20—30 кВА применяют баки с гладкими стенками. У более мощных трансформаторов для увеличения охлаждаемой поверхности стенки бака делают ребристыми или же применяют трубчатые баки. Масло, нагреваясь, поднимается вверх, а, охлаждаясь, опускается вниз. При этом масло циркулирует в трубах, что способствует более быстрому его охлаждению.

Для компенсации объема масла при изменении температуры, а также для защиты масла от окисления и увлажнения при контакте с воздухом в трансформаторах применяют расширитель б (рис.2), представляющий собой цилиндрический сосуд, установленный на крышке бака и сообщающийся с ним. Колебания уровня масла с изменением его температуры происходят не в баке, который всегда заполнен маслом, а в расширителе.

В процессе работы трансформаторов не исключена возможность возникновения в них явлений, сопровождающихся бурным выделением газов, что ведет к значительному увеличению давления внутри бака, поэтому во избежание повреждения баков трансформаторы мощностью 1000 кВА и выше снабжают выхлопной трубой, которую устанавливают на крышке бака.

К дну бака прикреплена тележка, позволяющая перемещать трансформатор в пределах подстанции.

РЕШИТЬ ЗАДАЧУ: Для трёхфазного масляного трансформатора известен тип, первичное $U_{1ном}$ и вторичное напряжение $U_{2ном}$, потери в обмотках $P_{0ном}$ и магнитопроводе $P_{ст}$, коэффициент мощности $\cos \varphi$ и активная мощность нагрузки $P_{нагрузки}$. Определить параметры трансформатора при работе на заданную нагрузку.

Таблица 2

вар	Тип трансформатора	$S_{ном}$	$U_{1ном}$	$U_{2ном}$	$P_{нагрузки}$	$\cos \varphi$	$P_{ст}$	$P_{0ном}$
		кВА	кВ	кВ	кВт	-	кВт	кВт
1	ТМ-25	25	6	0,23	20	0,89	0,13	0,69
2	ТМ-40	40	10	0,4	33	0,91	0,175	1,0
3	ТМ-63	63	6	0,23	56	0,95	0,24	1,47
4	ТМ-100	100	10	0,4	94	0,93	0,33	2,27
5	ТМ-160	160	6	0,23	148	1	0,51	3,1
6	ТМ-250	250	10	0,4	224	0,88	0,74	4,2
7	ТМ-400	400	6	0,23	361	0,9	0,95	5,5
8	ТМ-630	630	10	0,4	582	0,94	1,31	7,6
9	ТМ-1000	1000	6	0,23	925	0,88	2,45	12,2
10	ТМ-1600	1600	10	0,4	1420	0,92	3,3	18,0

Решение.

1) Номинальные токи в обмотках:

$$I_{ном1} = S_{ном} / (\sqrt{3}U_{ном1})$$

$$I_{ном2} = S_{ном} / (\sqrt{3}U_{ном2})$$

2) Коэффициент нагрузки: $K_{нагр} = \frac{P_{нагрузки}}{S_{ном} \cdot \cos \varphi}$

3) Коэффициент трансформации $K_{ТР} = \frac{U_{1НОМ}}{U_{2НОМ}}$

4) Токи в обмотках при заданном коэффициенте нагрузки:

$$I_1 = K_{нагр} \cdot I_{НОМ1}; \quad I_2 = K_{нагр} \cdot I_{НОМ2}.$$

5) КПД при номинальной нагрузке:

$$\eta_{ном} = S_{ном} \cdot \cos \varphi_2 / (S_{ном} \cdot \cos \varphi_2 + P_{ст} + P_{0ном}) \quad (\text{примерно } 0,9..)$$

б) КПД при действительной нагрузке:

$$\eta_{\text{факт}} = \kappa_{\text{нагр}} \cdot S_{\text{ном}} \cdot \cos \varphi_2 / (\kappa_{\text{нагр}} \cdot S_{\text{ном}} \cdot \cos \varphi_2 + P_{\text{ст}} + \kappa_{\text{нагр}}^2 \cdot P_{0\text{ном}}) \text{ (примерно } 0,9\text{..)}$$

Обратите внимание!

КПД округляем так, чтобы определить разницу между номинальным и фактическим значениями.

Если $\kappa_{\text{нагр}} \geq 1$, трансформатор перегружен и $\eta_{\text{факт}} \leq \eta_{\text{ном}}$

Если $\kappa_{\text{нагр}} \leq 1$, трансформатор недогружен и $\eta_{\text{факт}} \geq \eta_{\text{ном}}$

**ФОТОГРАФИРУЕМ РЕЗУЛЬТАТ, В КОНЦЕ ПАРЫ ОТПРАВЛЯЕМ НА ПРОВЕРКУ
ВСЕМ УСПЕШНОГО ДНЯ!
ОЦЕНКА ИДЕТ В ЖУРНАЛ**

ЛИСТ ЗАДАНИЯ

Предмет: Электротехника

Урок № 28-29

Тема: СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ

Цель: изучить назначение и особенности конструкции специальных трансформаторов.

Задачи:

- изучить теоретический материал,
- ответить на контрольные вопросы,
- посмотреть учебное видео,
- выполнить тест.

Дата урока	Этапы урока Задание для выполнения, ссылки на задания	Форма отчета, представления (фото работы, презентация, документ в формате ворд, ответ в рамках конференции Zoom и т.д)	Дата выполнения и сдачи	Адрес предоставления (ответ в рамках конференции Zoom, адрес электронной почты, личное сообщение в контакте и т.д)
20.04.2020	Переключка, учет посещаемости	в рамках конференции Zoom		
	Этап актуализации выполненных предыдущих заданий	в рамках конференции Zoom		
	Объяснение нового материала в режиме конференции (15-20 минут)	в рамках конференции Zoom		
	Задание для самостоятельного выполнения	фото работы	20.04.2020 до 17.00	личное сообщение в контакте

ВЫПОЛНЯЕМ ЗАДАНИЕ ПИСЬМЕННО В РАБОЧЕЙ ТЕТРАДИ

ТЕМА: СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К РАБОТЕ:

1. Что называют автотрансформатором (АТ)?
2. Нарисовать принципиальную схему АТ.
3. Как включить обмотки АТ, чтобы повысить напряжение?
4. Записать преимущества АТ.
5. Записать недостатки АТ.
6. Где применяют автотрансформаторы?
7. Для чего используют ЛАТР?
8. Что называют сварочным трансформатором (Тр)?
9. Нарисовать схему включения сварочного Тр.
10. В каких режимах работает сварочный Тр?
11. Как регулируют ток в сварочном Тр?
12. Для чего служат измерительные трансформаторы?
13. В каком режиме работает трансформатор тока ТА?
14. Записать особенность конструкции обмотки ТА.
15. Нарисовать схему включения ТА.
16. Почему нельзя разрывать вторичную цепь ТА?
17. Что такое токоизмерительные клещи?
18. В каком режиме работает трансформатор напряжения ТУ?
19. Для чего используют ТУ?
20. Нарисовать схему включения ТУ.

ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ:

Специальные трансформаторы представляют собой особый тип устройств, предназначенных для выполнения определенных целей. Наиболее популярными и востребованными являются трехобмоточные, измерительные, сварочные и автотрансформаторы.

Автотрансформатор — это такой вид трансформатора, в котором помимо магнитной связи между обмотками имеется еще и электрическая связь. Обмотки обычного трансформатора можно включить по схеме автотрансформатора, для чего выход X обмотки ω_{AX} соединяют с выводом a обмотки ω_{ax} (рис. 3.2). Если выводы Ax подключить к сети, а к выводам ax подключить нагрузку Z_H , то получим понижающий автотрансформатор. Если же выводы ax подключить к сети, а к выводам Ax подключить нагрузку Z_H , то получим повышающий автотрансформатор.

Автотрансформатор по сравнению с трансформатором равной мощности обладает следующими *преимуществами*: меньшим расходом активных материалов (медь и электротехническая сталь), более высоким КПД, меньшими размерами и стоимостью. У автотрансформаторов большой мощности КПД достигает 99,7%.

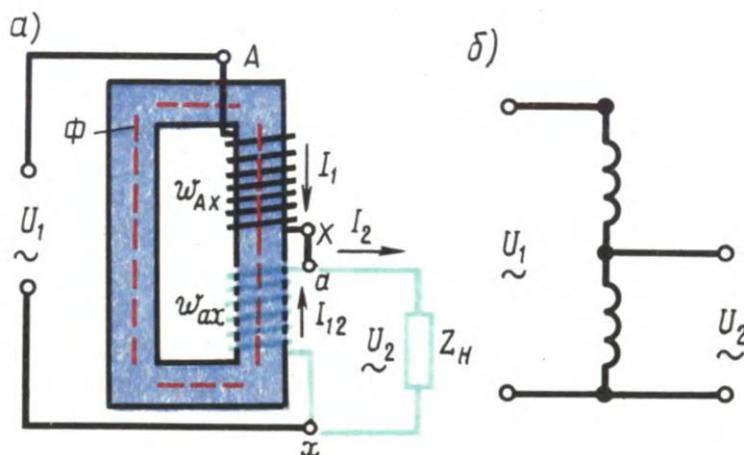


Рис. 3.2. Электромагнитная (а) и принципиальная (б) схемы однофазного понижающего автотрансформатора

Наиболее целесообразно применение автотрансформаторов с коэффициентом трансформации $k < 2$. При большом значении коэффициента трансформации преобладающее значение имеют *недостатки* автотрансформатора, состоящие в следующем:

1. Большие токи к.з. в случаях понижающего автотрансформатора: при замыкании точек а и х (см. рис. 3.2, а) напряжение U_1 подводится лишь к небольшой части витков Аа, которые обладают очень малым сопротивлением. В этом случае автотрансформаторы не могут защитить сами себя от разрушающего действия токов к.з.

2. Электрическая связь стороны ВН со стороной НН требует усиленной электрической изоляции всей обмотки.

3. При использовании автотрансформаторов в схемах понижения напряжения между проводами сети НН и землей возникает напряжение, приблизительно равное напряжению между проводом и землей на стороне ВН.

4. В целях обеспечения электробезопасности обслуживающего персонала нельзя применять автотрансформаторы для понижения напряжения сетей ВН до значений НН, подводимого непосредственно к потребителям.

Силовые автотрансформаторы широко применяют в линиях передачи и распределения электроэнергии для связи сетей смежных напряжений, например 110 и 220кВ, 220 и 500 кВ и др.

Так же автотрансформаторы применяют в электроприводе переменного тока для уменьшения пусковых токов двигателей значительной мощности, а также для регулировки режимов работы электрометаллургических печей.

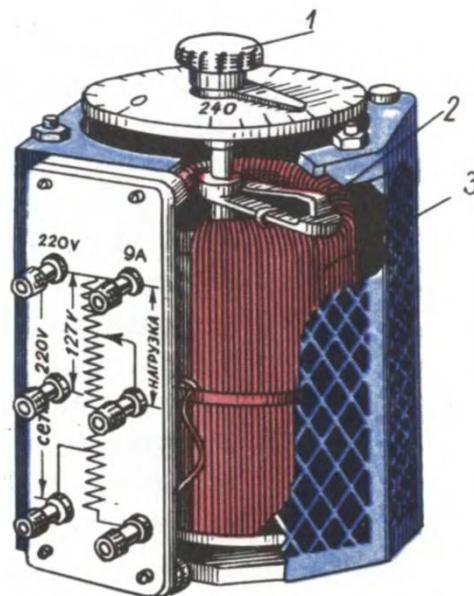


Рис. 3.5. Регулировочный однофазный автотрансформатор:

1 — ручка для перемещения контактной щетки, 2 — щеткодержатель, 3 — обмотка

Автотрансформаторы малой мощности применяют в устройствах радио, связи и автоматики.

Широко распространены АТ с устройством, позволяющим регулировать величину вторичного напряжения путем изменения числа витков. Осуществляется это переключателем или с помощью скользящего контакта (щетке), перемещаемого непосредственно по зачищенным от изоляции виткам обмотки. Такие автотрансформаторы, называемые линейными регуляторами напряжения (ЛАТР), могут быть однофазными (рис. 3.5) и трехфазными.

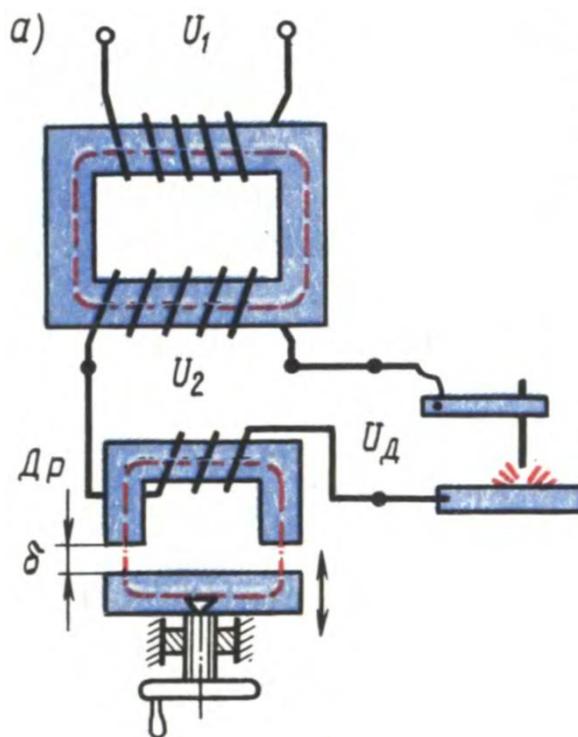
Трансформатор для дуговой электросварки, обычно называемый *сварочным трансформатором*, представляет собой однофазный двухобмоточный понижающий трансформатор, преобразующий напряжение сети 220 или 380 В в напряжение 60-70 В, необходимое для надежного зажигания и устойчивого горения электрической дуги между металлическим электродом и свариваемыми деталями.

Специфика работы сварочного трансформатора состоит в прерывистом режиме его работы: зажиганию электрической дуги предшествует короткое замыкание вторичной цепи трансформатора, а обрыв дуги создает режим холостого хода. Номинальный режим работы трансформатора соответствует устойчивому горению электрической дуги.

Для регулировки тока в сварочном трансформаторе во вторичную цепь включают *дроссель* Др → представляющий собой катушку из медного провода прямоугольного сечения, расположенную на стальном магнитопроводе. Дроссель снабжен устройством типа «винт—гайка», позволяющим вращением винта перемещать ярмо так, что воздушный зазор δ между ярмом и стержнями меняется от $\delta=0$ до δ_{\max} .

При этом минимальному значению δ соответствует наибольшее индуктивное сопротивление дросселя, а следовательно, минимальное значение рабочего тока $I_2 = \min$, а максимальному значению δ — наименьшее индуктивное сопротивление дросселя и максимальное значение рабочего тока $I_2 = \max$.

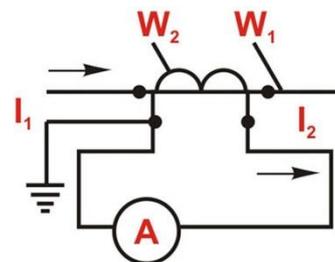
Рабочий ток сварочного трансформатора I_2 соответствует напряжению электрической дуги $U_d \approx 30$ В.



Измерительные трансформаторы обеспечивают безопасное измерение тока или напряжения цепи. Они создаются с высоким классом точности.

Трансформатор тока ТА (трансформатор амперметровый) постоянно эксплуатируется в режиме короткого замыкания. У него вторичная обмотка полностью закорочена на маленькое сопротивление, а остальная конструкция приспособлена для такой работы.

Чтобы исключить аварийный режим, входная мощность ограничивается специальным устройством первичной обмотки: в ней создается всего один виток, который не может создать при протекании по нему тока большого падения напряжения на обмотке и, соответственно, передать в магнитопровод высокую мощность. Этот виток W_1 - W_2 врезается непосредственно в силовую цепь, обеспечивая его последовательное подключение →



Нагрузку вторичных цепей трансформатора тока, находящегося под напряжением, нельзя разрывать.

По этой причине все провода и соединительные клеммы изготавливаются с повышенной механической прочностью. В противном случае на разорванных концах сразу возникает высоковольтное напряжение, способное повредить вторичные цепи.

Широкое применение трансформаторы тока нашли в измерительных приборах. За счет использования конструкции раздвижного магнитопровода удается быстро выполнять различные замеры без разрыва электрической цепи, что необходимо делать при использовании обычных амперметров.

Токоизмерительные клещи с раздвижным магнитопроводом трансформатора тока позволяют обхватить любой проводник с напряжением и измерить величину тока.

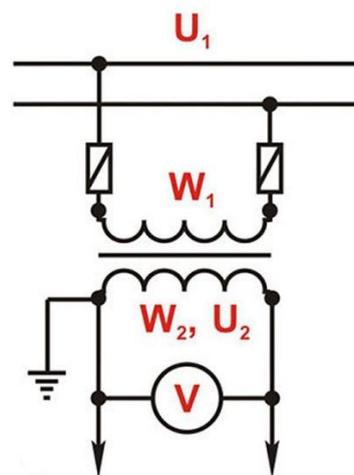


Токоизмерительные клещи

Трансформатор напряжения ТУ отличается тем, что работает в режиме, близком к состоянию холостого хода, когда величина выходной нагрузки невысокая. Он подключается к той системе напряжений, величина которой будет измеряться.

Измерительные трансформаторы напряжения обеспечивают гальваническую развязку оборудования первичных и вторичных цепей, работают в каждой фазе высоковольтного оборудования.

Из них создают целые комплексы систем измерения, необходимые для точной работы защит, блокировок, систем сигнализации.





Измерительный трансформатор напряжения 110 кВ

РЕКОМЕНДУЕТСЯ ПОСМОТРЕТЬ УЧЕБНЫЕ ВИДЕО

ТЕСТ по разделам «Переменный ток» и «Трансформаторы»

ТЕСТ ОФОРМЛЯЕМ ТАБЛИЦЕЙ

ИТОГОВЫЙ ТЕСТ		
1 -	6 -	11 -
2 -	7 -	12 -
3 -	8 -	13 -
4 -	9 -	14 -
5 -	10 -	15 -

1. От чего зависит сопротивление проводника?
 - а) от напряжения между концами провода
 - б) от силы тока в проводнике
 - в) от электропроводности проводника
 - г) от длины, площади сечения и удельного сопротивления.
2. Как изменится ток в цепи, если увеличить напряжение?
 - а) сила тока увеличится
 - б) сила тока не изменится
 - в) сила тока уменьшится
 - г) сила тока увеличится квадратично
3. Электротехнические материалы, которые служат для разделения токоведущих элементов электроустановок, называются:
 - а) проводниками
 - б) полупроводниками
 - в) диэлектриками
 - г) сверхпроводниками

4. Устройство, состоящее из нескольких металлических пластин, разделённых слоем диэлектрика, называется:
- а) конденсатором
 - б) катушкой индуктивности
 - в) резистором
 - г) предохранителем
5. Энергию магнитного поля накапливает:
- а) катушка индуктивности
 - б) резистор
 - в) конденсатор
 - г) реостат
6. Количество электричества, проходящее через поперечное сечение проводника в единицу времени, называется:
- а) плотностью тока
 - б) напряжением
 - в) потенциалом
 - г) силой тока
7. Последовательное соединение резисторов используют для:
- а) увеличения сопротивления всей цепи
 - б) снижения сопротивления всей цепи
 - в) увеличения силы тока во всей цепи
 - г) снижения падения напряжения всей цепи
8. Какой элемент электрической цепи служит для предотвращения токов короткого замыкания?
- а) катушка индуктивности
 - б) предохранитель
 - в) конденсатор
 - г) резистор
9. Режим работы электрической цепи, когда сопротивление стремится к нулю, называется:
- а) нормальный режим
 - б) холостой ход
 - в) короткое замыкание
 - г) пробой
10. Железо, никель, кобальт – эти материалы являются:
- а) парамагнитными
 - б) ферромагнитными
 - в) диамагнитными
 - г) диэлектрическими
11. Максимальное значение переменного тока
- а) амплитудное значение
 - б) мгновенное значение
 - в) действующее значение
 - г) среднее значение

12. Промежуток времени, в течение которого ток совершает полное колебание и принимает прежнее значение по величине и по знаку.

- а) циклическая частота
- б) круговая частота
- в) период
- г) начальная фаза тока

13. Схемой соединения «звезда» трехфазной цепи переменного тока называют соединение, при котором:

- а) начала всех обмоток объединяют в одну точку, называемую нулевой.
- б) начало одной обмотки соединяют с концом другой обмотки.
- в) начала всех обмоток объединяют в одну точку, называемую землёй.
- г) начало одной обмотки соединяют с началом другой обмотки.

14. Трансформатор предназначен для преобразования:

- а) электрической энергии в тепловую энергию
- б) электрической энергии в механическую энергию
- в) электрической энергии постоянного тока одного напряжения в другое напряжение
- г) электрической энергии переменного тока одного напряжения в другое напряжение

15. В каком режиме работает трансформатор тока?

- а) нормальный режим
- б) холостой ход
- в) короткое замыкание
- г) холостой ход и короткое замыкание

Критерии оценки:

14-15 правильных ответов - оценка «5»

11-13 правильных ответов – оценка «4»

9-10 правильных ответов – оценка «3»

ФОТОГРАФИРУЕМ РЕЗУЛЬТАТ, В КОНЦЕ ПАРЫ ОТПРАВЛЯЕМ НА ПРОВЕРКУ

ВСЕМ УСПЕШНОГО ДНЯ!

ОЦЕНКА ИДЕТ В ЖУРНАЛ