**14.01.2022 Учебная группа: ТМ101**

**Преподаватель Черномордик Анна Евгеньевна**

**ОП.03 Электротехника и электроника**

Тема 1 Электрическое поле

**Лекция № 1**

**Цель занятия:** Усвоить основные понятия по изучаемой теме.

**Задачи занятия:** уметь применять полученные знания для решения ситуационных задач.

**Задание студентам:**

1.Записать в тетрадь и самостоятельно проработать лекцию несколько раз.

План:

1. Предмет электротехники и электроники, ее основные направления и значение для развития экономики.

2. Понятие об электрическом поле. Основные характеристики электрического поля.

Литература:

Основные источники:

1. Немцов М.В. Электротехника и электроника: учебник/ М.В. Немцов, М.Л. Немцова, – М.: Издательство Академия, 2013. – 480 с.

2. Т.Ф. Березкина Задачник по общей электротехнике с основами электроники - М.: Высшая школа, 1983.

Дополнительные источники:

1. Кацман, М.М. Сборник задач по электрическим машинам: учебное пособие/ М.М. Кацман. – М.: ИЦ Академия, 2013. – 160 с.

2. Прошин, В. М. Электротехника для электротехнических профессий. Рабочая тетрадь: учебное пособие / В. М. Прошин. – Москва : Academia, 2014. – 456 c.

3. И.А. Данилов, П.М. Иванов. Общая электротехника с основами электроники, Высшая школа, 2005 - 378 с.

4. Электротехника, электроника и схемотехника : учебник и практикум для СПО /С. А. Миленина ; под ред. Н. К. Миленина. — М. : Издательство Юрайт, 2015. — 399 с.

**Вопрос 1 Предмет электротехники и электроники, ее основные направления и значение для развития экономики.**

Из всех видов энергии в настоящее время наиболее широко применяется электромагнитная энергия, которую называют **электрической**.

 Применение электрической энергии позволило повысить производительность труда во всех областях деятельности человека, автоматизировать и внедрить целый ряд технологических процессов в промышленности, на транспорте, в сельском хозяйстве и быту, основанных на новых принципах, ускоряющих, облегчающих и удешевляющих процесс получения окончательного продукта, а также создать комфорт в производственных и жилых помещениях.

Электрическая энергия кардинально изменила производство. Ее уникальное свойство переходить в другие виды энергии всегда считалось физической основой техники будущего, и прежде всего электротехники и электроэнергетики, которые уже в начале XX века стали началом научно-технической революции. И совсем уж недаром первые шаги электротехники были названы «колоссальной революцией». Развитие электроэнергетики сегодня является основным условием научно-технического прогресса и технического совершенствования производства. Это обусловлено следующим.

В электрическую легко преобразуются любые виды энергии (тепловая, атомная, механическая, химическая, лучистая, энергия водного потока), и наоборот, электрическая энергия легко может быть преобразована в любой другой вид энергии.

- Электроэнергию можно передавать практически на любое расстояние.

- Ее можно легко дробить на любые части (мощность электроприемников может быть от долей ватта до тысяч киловатт).

- Процессы получения, передачи и потребления электроэнергии можно просто и эффективно автоматизировать.

- Управление процессами, в которых используется электроэнергия, обычно очень простое (нажатие кнопки, выключателя и т. п.).

- Использование электроэнергии способствует созданию комфортных условий на производстве и в быту.

Единственным недостатком электрической энергии является «отсутствие склада готовой продукции», т. е. запасать электроэнергию и сохранять эти запасы в течение больших сроков человечество еще не научилось. Запасы электроэнергии в аккумуляторах, гальванических элементах и конденсаторах достаточны лишь для работы сравнительно маломощных установок, причем сроки хранения этих запасов ограничены. Поэтому электрическая энергия должна быть произведена тогда и в таком количестве, когда и в каком ее требует потребитель.

-  Электроэнергию преобразуют в механическую с помощью электродвигателей, которые используют для привода станков и вращающихся машин в различных отраслях промышленности, сельском хозяйстве и быту.

- Кроме того, электрическую энергию широко используют в технологических установках для нагрева изделий, плавления металлов, сварки, электролиза, для получения плазмы, новых материалов с помощью электрохимии, для очистки материалов и газов и т. д.

- Работа современных средств связи - телеграфа, телефона, радио, телевидения, Интернета - основана на применении электрической энергии. Без нее невозможно было бы развитие кибернетики, вычислительной и космической техники и т. д.

- Электроэнергия является сейчас практически единственным видом энергии для искусственного освещения. Намечаются и осваиваются новые области использования электрической энергии (магнитная подушка для транспортных средств, электромагнитные насосы для перекачивания жидких металлов и т. п.).

Всем ясно, что без электрической энергии невозможна нормальная жизнь современного общества. Она используется абсолютно всеми бытовыми электроприборами: холодильниками, стиральными машинами, осветительными приборами, утюгами, микроволновыми печами, компьютерами, телевизорами и т. д. Трудно представить, как бы мы жили, погасни свет в квартире или замолчи телевизор.

Помимо городских квартир, большое количество электроэнергии потребляют подсобные хозяйства фермеров, на которых имеются не только жилые, но и хозяйственные постройки.

**Как хозяин в доме, вы должны знать об электричестве больше, нежели просто уметь сменить пробки или вкрутить лампочку. Необходимо понимать зависимость между током, напряжением и мощностью, преимущества и недостатки переменного тока.**

**Основные этапы развития электротехники**

 Решающая роль в современном научно-техническом прогрессе принадлежит электрификации. Как известно, под электрификацией понимается широкое внедрение электрической энергии в родное хозяйство и быт, и сегодня нет такой области техники, в том или ином виде не использовалась бы электрическая энергия в будущем ее применение будет еще более расширяться.

*Под****электротехникой****в широком смысле слова подразумевается область науки и техники, использующая электрические и магнитные явления для практических целей.*

Это общее определение электротехники можно раскрыть более подробно, выделив те основные области, в которых используют электрические и магнитные явления: преобразование энергии природы (энергетическая); превращение вещества природы (технологическая); получение и передача сигналов или информации (информационная).

Поэтому более полно **электротехнику**можно определить, как **область науки и техники, использующую электрические и магнитные явления для осуществления процессов преобразования энергии и превращения вещества, а также для передачи сигналов и информации.**

В последние десятилетия из электротехники выделилась промышленная электроника с тремя ее направлениями:

-       информационное,

-       энергетическое,

-       технологическое, которые с каждым годом приобретают все большее значение в ускорении научно-технического прогресса.

В развитии электротехники условно можно выделить следующие *шесть этапов.*

**1. Становление электростатики (до 1800 г.)**

К этому периоду относятся первые наблюдения электрических и магнитных явлений, создание первых электростатических машин и приборов, исследования атмосферного электричества, разработка первых теорий электричества, установление закона Кулона, зарождение электромедицины.

**2. Закладка фундамента электротехники, ее научных основ (1800 - 1830 гг.)**

Начало этого периода ознаменовано созданием «вольтова столба» — первого электрохимического генератора, а вслед за ним «огромной наипаче батареи» В. В. Петрова, с помощью которой им была получена электрическая дуга и сделано много новых открытий. Важнейшими достижениями этого периода является открытие основных свойств электрического тока, законов Ампера, Био - Савара, Ома, создание прообраза электродвигателя, первого индикатора электрического тока (мультипликатора), установление связей между электрическими и магнитными явлениями.

**3. Зарождение электротехники (1830-1870 гг.)**

Самым знаменательным событием этого периода явилось открытие М. Фарадеем явления электромагнитной индукции, создание первого электромашинного генератора. Разрабатываются разнообразные конструкции электрических машин и приборов, формулируются законы Ленца и Кирхгофа, создаются первые источники электрического освещения, первые электроавтоматические приборы, зарождается электроизмерительная техника. Однако широкое практическое применение электрической энергии было невозможно из-за отсутствия экономичного электрического генератора.

**4. Становление электротехники как самостоятельной отрасли техники (1870-1890 гг.)**

Создание первого измышленного электромашинного генератора с самовозбуждением (динамомашины) открывает новый этап в развитии электротехники, которая становится самостоятельной отраслью техники.

В связи с развитием промышленности, ростом городов возникает острая потребность в электрическом освещении, начинается строительство «домовых» электрических станций, вырабатывающих постоянный ток.

Электрическая энергия становится товаром, и все более остро ощущается необходимость централизованного производства и экономичной передачи электроэнергии на значительные расстояния. Решить эту проблему на базе постоянного тока было нельзя из-за невозможности трансформации постоянного тока.

Значительным стимулом к, внедрению переменного тока явилось изобретение «электрической свечи» П. Н. Яблочковым и разработка им схемы дробления электрической энергии посредством индукционных катушек, представлявших собой трансформаторе разомкнутой магнитной системой. Однако однофазные двигатели были непригодны для целей промышленного электропривода.

Одновременно разрабатываются способы передачи электрической энергии на большие расстояния посредством значительного повышения напряжения линий электропередач.

Дальнейшее развитие электрического освещения способствовало совершенствованию электрических машин и трансформаторов; в середине 80-х гг. началось серийное производство однофазных трансформаторов с замкнутой магнитной системой (М. Дери, О. Блати, К. Циперновский).

Идея П. Н. Яблочкова о централизованном производстве и распределении электроэнергии претворяется в жизнь, начинается строительство центральных электростанций переменного тока. Однако развивающееся производство требовало комплексного решения сложнейшей научно-технической проблемы: экономичной передачи электроэнергии на дальние расстояния и создания экономичного и надежного электрического двигателя, удовлетворяющего требованиям промышленного электропривода. Эта проблема была успешно решена на основе многофазных, в частности трехфазных систем.

**5. Становление и развитие электрификации (с 1891 г.)**

Важнейшей предпосылкой разработки трехфазных систем явилось открытие (1888 г.) явления вращающегося магнитного поля. Первые многофазные двигатели были двухфазными.

Трехфазная система оказалась наиболее рациональной, так как имела ряд преимуществ как перед однофазными цепями, так и перед другими многофазными системами. В разработку трехфазных систем большой вклад сделали ученые и инженеры разных стран. Но как будет показано далее, наибольшая заслуга принадлежит М. О. Доливо-Добровольскому, сумевшему придать своим работам практический характер, создавшему трехфазные синхронные генераторы и асинхронные двигатели, трансформаторы.

Убедительной иллюстрацией преимуществ трехфазных цепей была знаменитая Лауфен-Франкфуртская электропередача (1891 г.), сооруженная при активном участии Доливо-Добровольского.

С этого времени начинается бурное развитие электрификации: строятся мощные электростанции, возрастает напряжение электропередач, разрабатываются новые конструкции электрических машин, аппаратов и приборов. Электрический двигатель занимает господствующее положение в системе промышленного привода. Процесс электрификации постепенно охватывает все новые области производства: развивается электрометаллургия, электротермия, электрохимия. Электрическая энергия начинает все более широко использоваться в самых разнообразных отраслях промышленности, на транспорте, в сельском хозяйстве и в быту.

Широкое применение переменного тока потребовало теоретического осмысления и математического описания физических процессов, происходящих в электрических машинах, линиях электропередач, трансформаторах. Расширяются исследования явлений в цепях переменного тока с помощью векторных и круговых диаграмм.

Огромную прогрессивную роль в анализе процессов в цепях сыграл комплексный метод, предложенный в 1893-1897 гг. Ч. П. Штейнмецом.

С развитием крупных энергосистем и увеличением дальности электропередач возникла серьезная научно-техническая проблема обеспечения устойчивости параллельной работы генераторов электростанции, которая была решена отечественными и зарубежными учеными. Теоретические основы электротехники становятся базой учебных дисциплин в вузах и фундаментом научных исследований в области электротехники.

**6. Зарождение и развитие электроники (первая четверть XX в.)**

Рост потребности в постоянном токе (электрохимия, электротранспорт и др.) вызвал необходимость в развитии преобразовательной техники, что привело к зарождению, а затем бурному развитию промышленной электроники.

Электротехника становится базой для разработки автоматизированных систем управления энергетическими и производственными процессами. Создание разнообразных электронных, в особенности микроэлектронных устройств позволяет коренным образом повысить эффективность автоматизации процессов вычислений, обработки информации, осуществлять моделирование сложных физических явлений, решение логических задач и др. при значительном снижении габаритов, устройств, повышении их надежности и экономичности.

Значительный прогресс в электронике наметился после создания больших интегральных схем (БИС), быстродействие их измеряется миллиардными долями секунды, а минимальные размеры составляют 2-3 мкм. Внедрение БИС привело к созданию микропроцессоров, осуществляющих цифровую обработку информации по программе, и микроЭВМ.

Быстрое развитие микроэлектроники обусловило возникновение и заметный прогресс новой области науки и техники — информатики. Уже в начале 80-х гг. как в нашей стране, так и за рубежом стали изготовлять микропроцессоры и микроЭВМ в одном кристалле. Все это дает огромный эффект в повышении надежности, снижении габаритов и потребляемой энергии микроэлектронных устройств, используемых в различных производственных процессах, автоматизированных систем управления, на транспорте, в бытовых устройствах.

**Вопрос 2. Понятие об электрическом поле. Основные характеристики электрического поля.**

Теория, объясняющая электрические свойства тел, наличием в них электронов и их движением, носит название ***электронной теорией***.

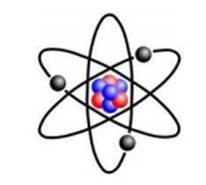
Как известно, все вещества, как простые, так и сложные, состоят из молекул, а молекулы из атомов. Строение атома весьма сложно, но упрощенно его можно представить в виде ядра, окруженного оболочкой. Оболочка образована из постоянно движущихся с очень большой скоростью мельчайших частиц – электронов. Число электронов в нейтральном атоме в точности равно числу протонов ядра атома. Количество электронов в атомах различных веществ неодинаково. Например, атом водорода имеет один электрон, а атом натрия 11 электронов, вращающихся по трём орбитам.

Рисунок 1 – Модель атома

 Ядро и электроны обладают энергией. Ядро имеет положительную энергию, электроны – отрицательную. Если величина энергии ядра и электронов в атоме одинакова, то такой атом является ***нейтральным***.

Но если атом теряет один или несколько электронов, то положительная энергия преобладает и атом превращается в ***положительный ион***.

Если атом принимает один или несколько электронов, то превращается в ***отрицательный ион***. Процесс превращения атомов в ионы называется ***ионизацией***.

Если в объёме тела преобладает положительная или отрицательная энергия, то говорят, что тело заряжено. Количество электричества, содержащегося в заряженном теле, называется ***зарядом***. Величина заряда обозначается в системе СИ – Q, q, а единица измерения Кл (Кулон). В конце 19 века был открыт электрон — носитель отрицательного электрического заряда, в начале 20 века, — протон, обладающий таким же по величине положительным зарядом. Заряд электрона равен е=16·10-20 Кл. Если по проводу прошло 6,29·1018 е, то говорят, что по проводу прошло количество электричества в 1 Кл.

Вокруг любого заряженного тела существует ***электрическое поле*.** Увидеть электрическое поле невозможно, а судить о наличие его можно по механическим силам, которые испытывают неподвижные заряженные тела, вносимые в это поле.

На рисунках электрическое поле изображается электрическими силовыми линиями, которые начинаются на положительном заряде и заканчиваются на отрицательном (рисунок 2).

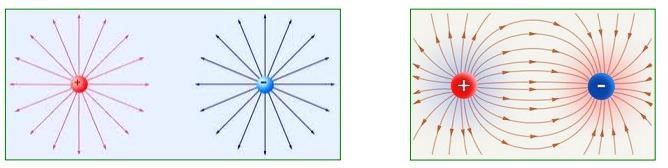


Рисунок 2 – Изображение электрического поля

Разноименные заряды, расположенные на небольшом расстоянии друг от друга, притягиваются друг к другу. Одноименные заряды, вследствие встречного направления силовых линий электрического поля, отталкиваются.

Один из основных законов электростатики, определяющий величину и направление силы взаимодействия между двумя неподвижными точечными электрическими зарядами. Установлен Ш. О. Кулоном в 1785 г.

В своих опытах Кулон измерял силы притяжения и отталкивания заряженных шариков с помощью крутильных весов, измерял взаимодействие между шариками, размеры которых много меньше расстояния между ними. Такие заряженные тела, размерами которых в условиях данной задачи можно пренебречь, принято называть ***точечными зарядами*.**

На основании многочисленных опытов Кулон установил следующий закон:

***Сила взаимодействия двух неподвижных заряженных тел пропорциональна произведению величин зарядов, обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними и зависит от среды***

https://documents.infourok.ru/4c198139-b990-46e1-83e3-464ac7d9bf9a/0/image003.gif

где Q1, Q2 - величины зарядов, Кл;

*r* – расстояние между центрами зарядов, м; ε*а* – абсолютная диэлектрическая проницаемость среды.

k=9∙109  Н м2 / Кл2

Сила F направлена по прямой, соединяющей взаимодействующие заряды, т. е.является центральной. Эта сила называется кулоновской силой. Кулоновские силы могут быть как силами притяжения, так и силами отталкивания. Если F<0 для разноименных зарядов, то между зарядами действует сила притяжения, если F>0 для одноименных зарядов, то между зарядами действует сила отталкивания. Практически закон Кулона хорошо выполняется, если размеры заряженных тел много меньше расстояния между ними.

Различные вещества имеют разную абсолютную диэлектрическую проницаемость. Она определяется произведением относительной диэлектрической проницаемости и диэлектрической проницаемости вакуума.

**𝜀𝑎= 𝜀 ∙ 𝜀0**

 где εо – электрическая постоянная, равная 8,85·10-12 Ф/м;

ε – относительная диэлектрическая проницаемость среды, безразмерная величина, показывающая, во сколько раз сила взаимодействия между зарядами в данной среде меньше силы их взаимодействия в вакууме.

Относительная диэлектрическая проницаемость не имеет размерности. Для большинства диэлектриков она лежит в пределах 1-10, относительно мало зависит от электрических условий и температуры, а поэтому считается постоянной. Так как для парафинированной бумаги ε=4,3, то абсолютная диэлектрическая проницаемость бумаги в 4,3 раза больше электрической постоянной и составляет εа=ε·εо=4,3·8,85·1012=38·10-12 Ф/м.

Небольшая группа диэлектриков, называемая  ***сегнетоэлектриками***  (титанат бария, титанат свинца и др.), имеет очень высокую проницаемость ε (порядка многих тысяч), которая сильно зависит от электрических условий и температуры.

В качестве количественного показателя электрического поля вводится такое понятие, как ***напряжённость электрического поля*** – это силовая характеристика точки поля. Суть этой характеристики в том, что поле действует на любой заряд внутри его с некоторой определённо силой, а, следовательно, эту силу можно измерить и определить интенсивность её воздействия.

https://documents.infourok.ru/4c198139-b990-46e1-83e3-464ac7d9bf9a/0/image004.gif

 Другими словами, напряжённость–это отношение силы, действующей на заряд, к величине этого заряда. В электротехнике с помощью напряжённости электрического поля характеризуют его интенсивность. Напряжённость можно назвать основной характеристикой электрического поля. Это векторная величина, направление которой совпадает с касательной в любой точке силовой линии.

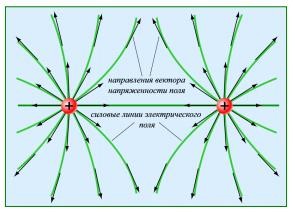


Рисунок 3 – Направление вектора напряженности электрического поля

У электрического поля можно измерить различные количественные характеристики, можно определить его интенсивность и силу воздействия. По этим показателям можно судить о том воздействии, которое оно может оказывать на тела и на человека.

Но у электрического поля есть и другая характеристика, которую можно назвать запасом энергии. Этот запас энергии является способностью электрического поля совершать работу. Энергию можно накопить, для этого, например, можно сжать или растянуть пружину, при этом пружина будет совершать определённую работу за счёт той энергии, которая появляется в ней. Точно также обстоит дело и с электрическим полем. Стоит только внести в него заряженное тело или частицу, то сразу высвобождается запас энергии. Заряд начинает двигаться вдоль силовых линий поля, а, следовательно, он совершает определённую работу. Энергия сосредоточена в каждой точке электрического поля и может высвобождаться в такие моменты.

Для этой характеристики электрического поля ввели специальное понятие - ***электрический потенциал***. Он существует для каждой конкретной точки и его значение будет равно той работе, которую совершат силы при перемещении заряда.

Единица измерения потенциала вольт.

https://documents.infourok.ru/4c198139-b990-46e1-83e3-464ac7d9bf9a/0/image006.jpg

Понятие электрического потенциала аналогично понятию уровня для различных точек земной поверхности. Очевидно, что для подъема локомотива в точку Б (рисунок 4) нужно затратить большую работу, чем для подъема его в точку А. Поэтому локомотив, поднятый на уровень Н2, при спуске сможет совершить большую работу, чем локомотив, поднятый на уровень Н2. За нулевой уровень, от которого производится отсчет высоты, принимают обычно уровень моря.

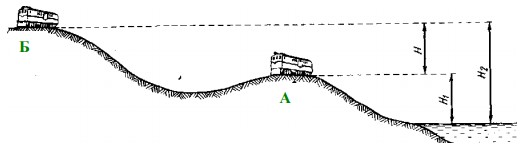


Рисунок 4

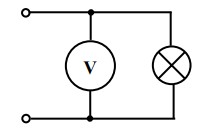
Следовательно, ***электрический потенциал*** – это энергетическая характеристика точки электрического поля, которая определяет запас энергии, работу, которую можно будет совершить.



Рисунок 5

*Когда птичка сидит на проводе каждая её лапка попадает под один и тот же потенциал. Поэтому - то напряжение между лапками птицы равно нулю.*

*Единственный вариант, когда птица может случайно погибнуть, так это если она коснется соседнего провода, продолжая сидеть на первом. К счастью, провода чаще всего расположены довольно далеко друг от друга, поэтому весьма редко птица может задеть крылом и соседний провод при взлете. Таким образом, птицы и не погибают от разности потенциалов, когда сидят на высоковольтных проводах*

 Каждая точка электрического поля обладает потенциалом, а между двумя разными точками образуется разница потенциалов. ***Напряжение*** – один из наиболее важных показателей электрической цепи, представляет собой разность потенциалов двух точек электрической цепи. Обозначается напряжение буквой U. Напряжение, как и потенциал, измеряется в вольтах (В) или в производных единицах – киловольтах (кВ) 1 кВ=103 В, милливольтах (мВ) 1 мВ=10-3 В. Прибором для измерение напряжения является вольтметр. Вольтметр включается параллельно тому устройству, на котором необходимо измерить напряжение (рисунок 6)