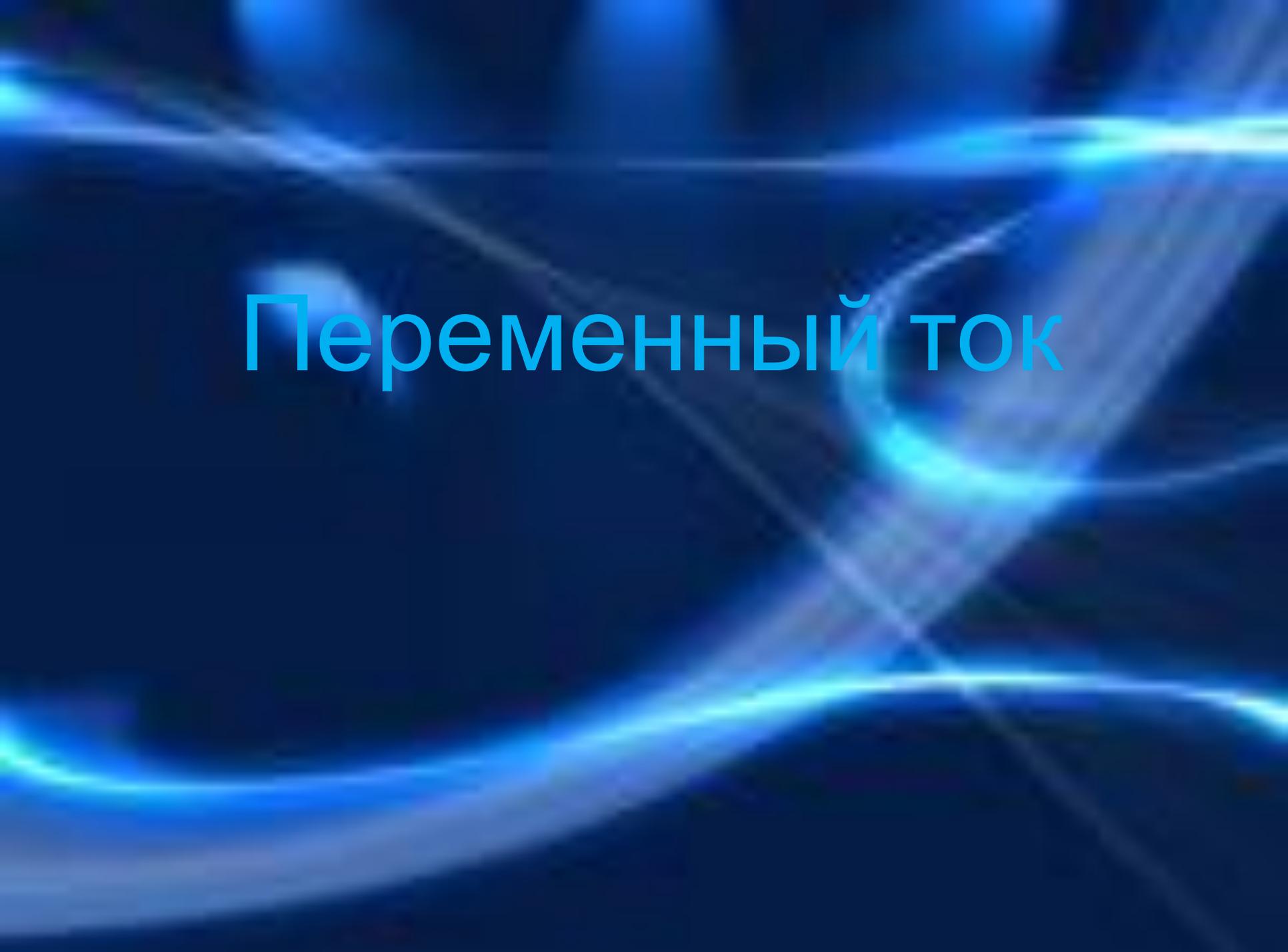


# Переменный ток

The background of the slide features several glowing, blue, ethereal light trails that curve and intersect across the dark blue field, creating a sense of dynamic energy and movement.

*До конца XIX в. использовались только источники постоянного тока - химические элементы и генераторы. Это ограничивало возможности передачи электрической энергии на большие расстояния. Как известно, для уменьшения потерь в линиях электропередачи необходимо использовать очень высокое напряжение. Однако получить достаточно высокое напряжение от генератора постоянного тока практически невозможно. Проблема передачи электрической энергии на большие расстояния была решена только при использовании переменного тока и трансформаторов.*

*Переменный ток имеет ряд преимуществ по сравнению с постоянным:*

- генератор переменного тока значительно проще и дешевле;*
- генератора постоянного тока;*
- переменный ток можно трансформировать;*
- переменный ток легко преобразуется в постоянный;*
- двигатели переменного тока значительно проще и дешевле, чем двигатели постоянного тока.*

**В принципе переменным током можно назвать всякий ток, который с течением времени изменяет свою величину, но в технике переменным током называют такой ток, который периодически изменяет и величину, и направление. Причем среднее значение силы такого тока за период  $T$  равно нулю. Периодическим переменный ток называется потому, что через промежутки времени, кратные  $T$ , характеризующие его физические величины принимают одинаковые значения. Русское название «переменный» не вполне точно отражает это обстоятельство (более точен английский термин “alternating” - чередующийся).**

*В большинстве стран, включая Россию, промышленная частота переменного тока составляет 50 Гц (в США и Японии - 60 Гц).*

*Величина промышленной частоты переменного тока обусловлена технико-экономическими соображениями. Если она слишком низка, то увеличиваются габариты электрических машин и, следовательно, расход материалов на их изготовление; заметным становится мигание света в электрических лампочках. При слишком высоких частотах увеличиваются потери энергии в сердечниках электрических машин и трансформаторах. Поэтому наиболее оптимальными оказались частоты 50-60 Гц. Однако в некоторых случаях используются переменные токи как с более высокой, так и с более низкой частотой. Например, в самолетах применяется частота 400 Гц. На этой частоте можно значительно уменьшить габариты и вес трансформаторов и электромоторов, что для авиации более существенно, чем увеличение потерь в сердечниках. На железных дорогах используют переменный ток с частотой 25 Гц даже 16.66 Гц.*

**Генератор переменного тока** - является электромеханическим устройством, которое преобразует механическую энергию в электрическую энергию переменного тока. Большинство генераторов переменного тока используют вращающееся магнитное поле.

### **История:**

Системы производящие переменный ток были известны в простых видах со времён открытия магнитной индукции электрического тока. Ранние машины были разработаны такими пионерами, как Майкл Фарадей и Ипполит Пикси.

Фарадей разработал «вращающийся треугольник», действие которого было многополярным — каждый активный проводник пропускаться последовательно через область, где магнитное поле было в противоположных направлениях. Первая публичная демонстрация наиболее сильной «альтернаторной системы» имела место в 1886 году. Большой двухфазный генератор переменного тока был построен британским электриком Джеймсом Эдвардом Генри Гордоном в 1882 году. Лорд Кельвин и Себастьян Ферранти также разработали ранний альтернатор, производивший частоты между 100 и 300 герц. В 1891 году Никола Тесла запатентовал практический «высокочастотный» альтернатор (который действовал на частоте около 15000 герц). После 1891 года, были введены многофазные альтернаторы.

Принцип действия генератора основан на явлении электромагнитной индукции — возникновении электрического напряжения в обмотке статора, находящейся в переменном магнитном поле. Оно создается с помощью вращающегося электромагнита — ротора при прохождении по его обмотке постоянного тока. Переменное напряжение преобразуется в постоянное полупроводниковым выпрямителем.



*Генератор переменного тока раннего 20-го века сделанный в Будапеште*

# История возникновения трансформатора

Для создания трансформаторов необходимо было изучение свойств материалов: неметаллических, металлических и магнитных, создания их теории. <sup>[1]</sup>

Столетов Александр Григорьевич (профессор МУ) сделал первые шаги в этом направлении - обнаружил петлю гистерезиса и доменную структуру ферромагнетика (80-е).

Братья Гопкинсоны разработали теорию электромагнитных цепей.

В 1831 году английским физиком Майклом Фарадеем было открыто явление электромагнитной индукции, лежащее в основе действия электрического трансформатора, при проведении им основополагающих исследований в области электричества.

Схематичное изображение будущего трансформатора впервые появилось в 1831 году в работах Фарадея и Генри. Однако ни тот, ни другой не отмечали в своём приборе такого свойства трансформатора, как изменение напряжений и токов, то есть трансформирование переменного тока

В 1848 году французский механик Г. Румкорф изобрёл индукционную катушку. Она явилась прообразом трансформатора.

30 ноября 1876 года, дата получения патента Яблочковым Павлом Николаевичем, считается датой рождения первого трансформатора. Это был трансформатор с разомкнутым сердечником, представлявшим собой стержень, на который наматывались обмотки.

Первые трансформаторы с замкнутыми сердечниками были созданы в Англии в 1884 году братьями Джоном и Эдуардом Гопкинсон.

Большую роль для повышения надежности трансформаторов сыграло введение масляного охлаждения (конец 1880-х годов, Д.Свинберн). Свинберн помещал трансформаторы в керамические сосуды, наполненные маслом, что значительно повышало надежность изоляции обмоток.

Большую роль для повышения надежности трансформаторов сыграло введение масляного охлаждения (конец 1880-х годов, Д.Свинберн). Свинберн помещал трансформаторы в керамические сосуды, наполненные маслом, что значительно повышало надежность изоляции обмоток.

С изобретением трансформатора возник технический интерес к переменному току. Русский электротехник Михаил Осипович Доливо-Добровольский в 1889 г. предложил трёхфазную систему переменного тока, построил первый трёхфазный асинхронный двигатель и первый трёхфазный трансформатор. На электротехнической выставке во Франкфурте-на-Майне в 1891 г. Доливо-Добровольский продемонстрировал опытную высоковольтную электропередачу трёхфазного тока протяжённостью 175 км. Трёхфазный генератор имел мощность 230 КВт при напряжении 95 В.

1928 год можно считать началом производства силовых трансформаторов в СССР, когда начал работать Московский трансформаторный завод (впоследствии — Московский электрозавод).

В начале 1900-х годов английский исследователь-металлург Роберт Хедфилд провёл серию экспериментов для установления влияния добавок на свойства железа. Лишь через несколько лет ему удалось поставить заказчикам первую тонну трансформаторной стали с добавками кремния.

Следующий крупный скачок в технологии производства сердечников был сделан в начале 30-х годов XX в, когда американский металлург Норман П. Гросс установил, что при комбинированном воздействии прокатки и нагрева у кремнистой стали появляются незаурядные магнитные свойства в направлении прокатки: магнитное насыщение увеличивалось на 50 %, потери на гистерезис сокращались в 4 раза, а магнитная проницаемость возрастала в 5 раз.

# Устройство и принцип работы трансформатора

Трансформатор состоит из двух основных частей: магнитопровода (сердечника) и обмоток. Для уменьшения потерь от вихревых токов, возникающих при перемагничивании, сердечники собирают из отдельных тонких (0,3-0,5 мм) пластин специальной трансформаторной стали. Эта сталь характеризуется узкой петлей гистерезиса и большим электрическим сопротивлением. Для уменьшения потерь от вихревых токов пластины изолируют друг от друга путем покрытия их изолирующими пленками.

Простейший однофазный трансформатор состоит из стального сердечника и двух обмоток - первичной и вторичной. Если к первичной обмотке трансформатора подвести переменное напряжение, то в ней появится некоторый ток, который создаст в сердечнике переменный магнитный поток.