

Алгебраическая сумма токов в любом узле электрической цепи равна нулю (то есть количество зарядов, выходящих через этот узел, должно быть равно количеству входящих зарядов). Сумма напряжений в любом замкнутом контуре электрической цепи равна нулю.

Карьера Густава Кирхгофа во многом типична для немецкого физика XIX столетия. Германия позже своих западных соседей подошла к индустриальной революции и потому сильнее нуждалась в передовых технологиях, которые способствовали бы ускоренному развитию промышленности. В результате ученые, прежде всего естественники, ценились в Германии очень высоко. В год окончания университета Кирхгоф женился на дочери профессора, «соблюдя, тем самым, — как пишет один из его биографов, — два обязательных условия успешной академической карьеры». Но еще до этого, в возрасте двадцати одного года, он сформулировал основные законы для расчета токов и напряжений в электрических цепях, которые теперь носят его имя.

Середина XIX века как раз стала временем активных исследований свойств электрических цепей, и результаты этих исследований быстро находили практические применения. Базовые правила расчета простых цепей, такие как закон Ома, были уже достаточно хорошо проработаны. Проблема состояла в том, что из проводов и различных элементов электрических цепей технически уже можно было изготавливать весьма сложные и разветвленные сети — но никто не знал, как смоделировать их математически, чтобы рассчитать их свойства. Кирхгофу удалось сформулировать правила, позволяющие достаточно просто анализировать самые сложные цепи, и законы Кирхгофа до сих пор остаются важным рабочим инструментом специалистов в области электронной инженерии и электротехники.

Оба закона Кирхгофа формулируются достаточно просто и имеют понятную физическую интерпретацию. Первый закон гласит, что если рассмотреть любой *узел* цепи (то есть точку разветвления, где сходятся три или более проводов), то сумма поступающих в цепь электрических токов будет равна сумме исходящих, что, вообще говоря, является следствием закона сохранения электрического заряда. Например, если вы имеете T-образный узел электрической цепи и по двум проводам к нему поступают электрические токи, то по третьему проводу ток потечет в направлении от этого узла, и равен он будет сумме двух поступающих токов. Физический смысл этого закона прост: если бы он не выполнялся, в узле непрерывно накапливался бы электрический заряд, а этого никогда не происходит.

Второй закон не менее прост. Если мы имеем сложную, разветвленную цепь, ее можно мысленно разбить на ряд простых замкнутых контуров. Ток в цепи может различным образом распределяться по этим контурам, и сложнее всего определить, по какому

именно маршруту потекут токи в сложной цепи. В каждом из контуров электроны могут либо приобретать дополнительную энергию (например, от батареи), либо терять ее (например, на сопротивлении или ином элементе). Второй закон Кирхгофа гласит, что чистое приращение энергии электронов в любом замкнутом контуре цепи равно нулю. Этот закон также имеет простую физическую интерпретацию. Если бы это было не так, всякий раз, проходя через замкнутый контур, электроны приобретали или теряли бы энергию, и ток бы непрерывно возрастал или убывал. В первом случае можно было бы получить вечный двигатель, а это запрещено первым началом термодинамики; во втором — любые токи в электрических цепях неизбежно затухали бы, а этого мы не наблюдаем.

Самое распространенное применение законов Кирхгофа мы наблюдаем в так называемых последовательных и параллельных цепях. В *последовательной цепи* (яркий пример такой цепи — елочная гирлянда, состоящая из последовательно соединенных между собой лампочек) электроны от источника питания по серии проводов последовательно проходят через все лампочки, и на сопротивлении каждой из них напряжение падает согласно закону Ома.

В *параллельной цепи* провода, напротив, соединены таким образом, что на каждый элемент цепи подается равное напряжение от источника питания, а это означает, что в каждом элементе цепи сила тока своя, в зависимости от его сопротивления. Пример параллельной цепи является — ламп «лесенкой»: напряжение подается на шины, а лампы смонтированы на поперечинах. Токи, проходящие через каждый узел такой цепи, определяются по второму закону Кирхгофа.