

## 2. Почему линии электропередач высоковольтные? Часть 1. Элементарное введение

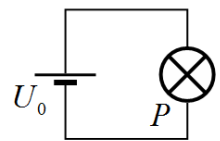
### Условие

### Задача 9.2. Почему линии электропередач высоковольтные?

#### Часть 1. Элементарное введение.

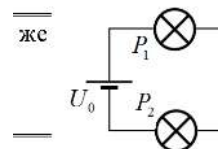
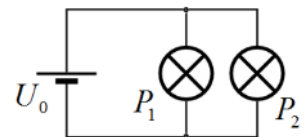
Мощность любого электроприбора зависит от подаваемого напряжения. Поэтому каждый такой прибор рассчитывается на определенное напряжение  $U_0$ , при котором работа прибора является оптимальной. Такое напряжение называется **номинальным**, а развиваемая при этом напряжении мощность называется **номинальной мощностью**. Именно эти характеристики указываются в паспорте прибора.

В данной задаче используются следующие приближения: - напряжение источника постоянно и не зависит от сопротивления подключенной к нему цепи; - сопротивления проводов и электрических приборов (нагрузки) постоянны и не зависят от силы протекающих токов;



1.1 Номинальная мощность электрической лампочки равна  $P = 100$  Вт, при номинальном напряжении  $U_0 = 220$  В. Чему равно электрическое сопротивление этой лампочки?

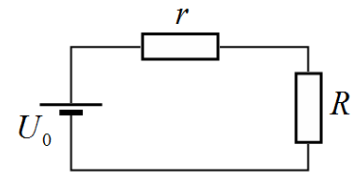
1.2 Две лампочки с номинальными мощностями (при номинальном напряжении  $U_0 = 220$  В)  $P_1 = 100$  Вт и  $P_2 = 60$  Вт соединены параллельно и подключены к источнику напряжения  $U_0 = 220$  В. Чему равна суммарная мощность такой цепи?



1.3 Эти же лампочки соединили последовательно и подключили к тому же источнику. Чему равна суммарная мощность в этой цепи?

#### Часть 2. Линия электропередачи.

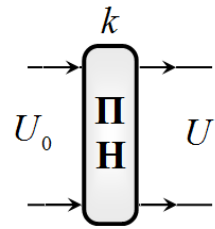
При передаче электроэнергии заметная ее часть теряется в проводах. Рассмотрим простейшую схему линии передач, состоящую из источника постоянного напряжения  $U_0$ , проводной линии передачи (ее общее сопротивление равно  $r$ ) и полезной нагрузки сопротивлением  $R$ .



2.1 Найдите электрическое напряжение на полезной нагрузке. 2.2 Рассчитайте коэффициент потерь линии электропередачи (отношение мощности, которая теряется в проводах к мощности, развиваемой источником). 2.3 Пусть электроэнергия передается от источника напряжения  $U_0 = 220$  В на расстояние 5,0 км по медным проводам с диаметром поперечного сечения  $d = 1,0$  мм. Номинальная мощность нагрузки потребителя  $P_{\text{ном}} = 1,0$  кВт. Рассчитайте реальную мощность, получаемую потребителем, и коэффициент потерь в этой цепи. Удельное электрическое сопротивление меди  $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8}$  Ом·м

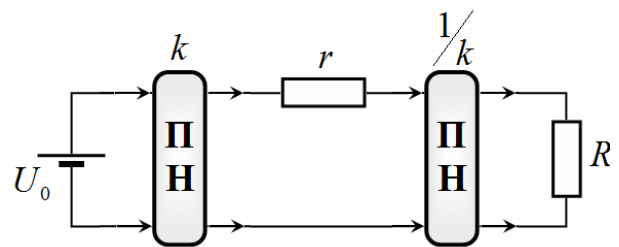
### Часть 3. Линия с преобразованием напряжения.

Для уменьшения потерь электроэнергии увеличивают напряжение в подводящих проводах. В настоящее время вся электроэнергетика построена на основе переменного тока, основное достоинство которого и заключается в возможности достаточно просто преобразовывать напряжение с помощью трансформаторов. Изучение трансформаторов не входит в наши планы, поэтому мы воспользуемся простой моделью. Будем считать, что в нашем распоряжении имеется ПН (преобразователь напряжения) – устройство, преобразующее напряжение  $U_0$  на входе в напряжение  $U = kU_0$  на выходе без потери мощности тока. Коэффициент  $k$  называется коэффициентом трансформации.



Тогда схема линии электропередач включает следующие элементы:

Электрический ток, создаваемый источником напряжения  $U_0$  (по-прежнему, считаем его идеальным, т.е. напряжение на источнике не зависит от сопротивления внешней среды) подается на повышающий преобразователь напряжения с коэффициентом трансформации  $k$ ; это повышенное напряжение подается на линию передачи (сопротивление которой равно  $r$ );



после линии передачи устанавливается понижающий преобразователь напряжения с коэффициентом трансформации  $\frac{1}{k}$  (подавать высокое напряжение непосредственно потребителю нельзя по причинам безопасности); после этого ток при пониженном напряжении поступает потребителю (сопротивление нагрузки которого обозначаем  $R$ ).

3.1 Найдите напряжение на нагрузке и силу тока через него в такой схеме линии электропередачи. 3.2 Какую замену в параметрах цепи можно провести, чтобы воспользоваться формулами, полученными в Части 2? 3.3 Рассчитайте коэффициент потерь в этой линии электропередачи. 3.4 Рассчитайте значение коэффициента потерь в цепи с преобразованием напряжения (при  $k = 1000$ ) и значениями сопротивлений линии и нагрузки, рассчитанными в п. 2.3.