

## Задача 9.2. Почему линии электропередач высоковольтные?

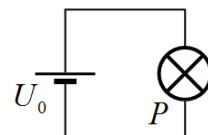
### Часть 1. Элементарное введение.

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.

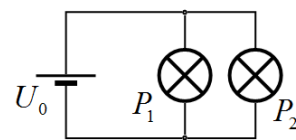
В данной задаче используются следующие приближения:

- 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;

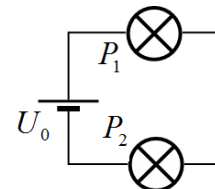
1.1 Номинальная мощность электрической лампочки равна  $P = 100 \text{ Вт}$ , при номинальном напряжении  $U_0 = 220 \text{ В}$ . Чему равно электрическое сопротивление этой лампочки?



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

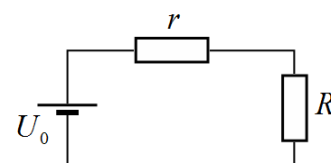


1.3 Эти же лампочки соединили последовательно и подключили к тому же источнику. Чему равна суммарная мощность в этой цепи?



### Часть 2. Линия электропередачи.

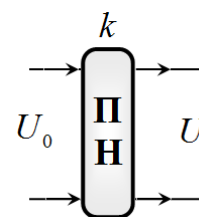
При передаче электроэнергии заметная ее часть теряется в проводах. Рассмотрим простейшую схему линии передач, состоящую из источника постоянного напряжения  $U_0$ , проводной линии передачи (ее общее сопротивление равно  $r$ ) и полезной нагрузки сопротивлением  $R$ .



- 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  $U_0 = 220 \text{ В}$  на расстояние  $5,0 \text{ км}$  по медным проводам с диаметром поперечного сечения  $d = 1,0 \text{ мм}$ . Номинальная мощность нагрузки потребителя  $P_{ном} = 1,0 \text{ кВт}$ . Рассчитайте реальную мощность, получаемую потребителем, и коэффициент потерь в этой цепи.
- Удельное электрическое сопротивление меди  $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$

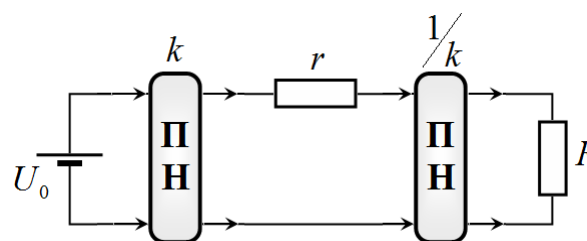
### Часть 3. Линия с преобразованием напряжения.

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  $R$ ).

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