



# Электроснабжение предприятий

**Раздел 2. Электрические нагрузки.**

**Тема 2.1. Графики электрических нагрузок.**

Режимы СЭС. Определения основных режимов работы СЭС, их характеристика.

Графики нагрузки. Определение, классификация графиков нагрузки и показатели, характеризующие потребителей электроэнергии.

# Режимы системы электроснабжения (СЭС)

Режимом СЭС называется некоторое ее состояние, определяемое значениями напряжения, тока, частоты,  $\cos \phi$  и др., которые называются параметрами режима.

Различают:

- нормальный установившейся режим. Он имеет параметры в нормальных пределах;
- нормальный переходный режим, связанный с эксплуатационными изменениями СЭС;
- аварийный переходный режим, связан с аварийными изменениями в СЭС;
- послеаварийный установившейся режим, который устанавливается после аварийного отключения элементов СЭС предприятия и энергосистемы.

# Графики нагрузок.

## Классификация графиков нагрузки

Графики нагрузки подразделяются:

1. По количеству приемников: *индивидуальные и групповые;*

2. По периоду времени:

*сменные (за максимально нагруженную смену);*

*суточные;*

*годовые,*

3. По изменяющейся величине:

*активной,*

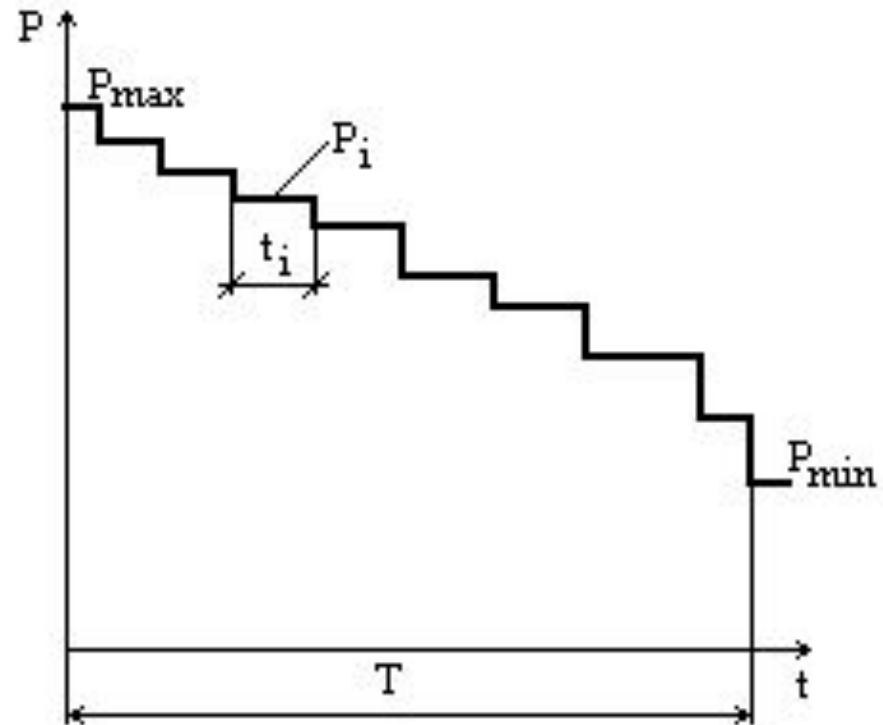
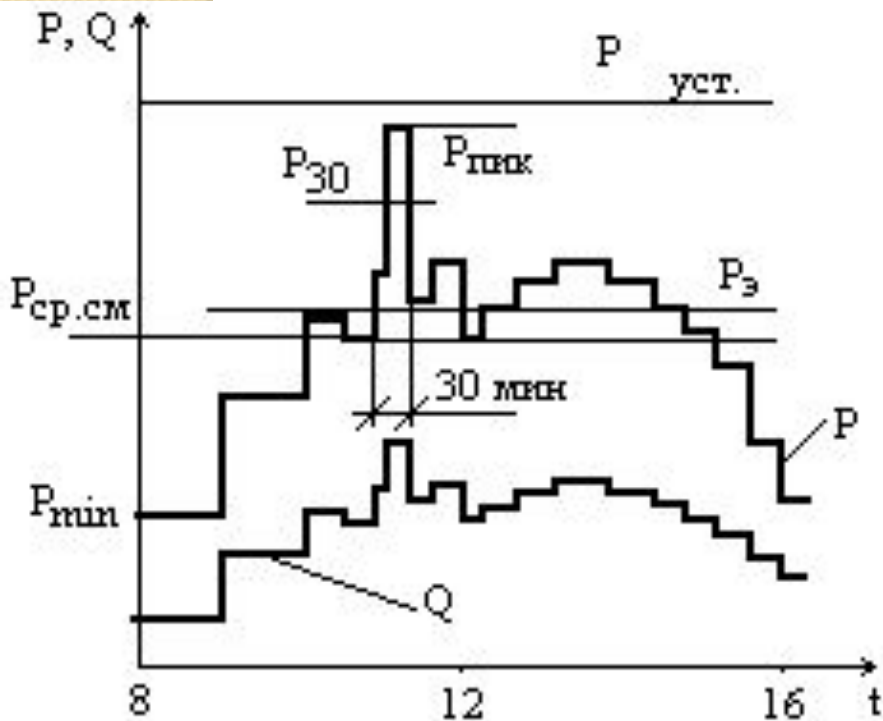
*реактивной*

*полной мощности;*

4. По времени: *хронологические и упорядоченные* (по нагрузке, по продолжительности).

Обычно интервал усреднения для групповых графиков 30 минут и они имеют ступенчатую форму. Такие графики снимаются по показаниям счетчиков.

# Характеристики графиков нагрузки



$P_{ср.см.}$  – среднесменная активная мощность;

$P_{э}$  – эффективная активная мощность;

$P_{уст.}$  – установленная активная мощность;

$P_{30}$  – мощность тридцатиминутного максимума;

$P_{пик}$  – пиковая мощность.

**Установленная мощность** – это сумма установленных мощностей электроприемников:

$$P_{уст} = \sum_{k=1}^n P_{уст.к} = \sum_{k=1}^n P_{н.к}$$

**Пиковая мощность** – кратковременная максимальная нагрузка, создающая максимальную потерю напряжения. Она характеризуется величиной и частотой появления.

**Мощность тридцатиминутного максимума** – средняя нагрузка за максимально нагруженные 30 минут.

**Среднесменная:**

$$P_{ср.см} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n} \quad \text{при } \Delta t_i = const \quad P_{ср.см} = \frac{W_a}{T} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \Delta t_i}{\sum_{i=1}^n \Delta t_i}$$

**Эффективная мощность** – среднеквадратичная мощность, характеризующая нагрев питающих линий:

$$P_{\text{э}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T P^2 dt} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n P_i^2 \Delta t_i}{T}}$$

при  $\Delta t_i = \text{const}$

$$P_{\text{э}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n P_i^2}{n}}$$

$$P_{\text{э}} \geq P_{\text{ср.см}}$$

и зависит от равномерности графика нагрузки.

# При расчете нагрузок используются следующие величины и коэффициенты.

1. *Коэффициент использования установленной активной мощности за наиболее нагруженную смену* – это отношение среднесменной активной мощности одного или группы электроприемников к установленной активной мощности:

$$K_u = \frac{P_{\text{ср.см}}}{P_{\text{уст}}}; \quad K_u = \frac{\sum_n P_{\text{ср.см}}}{\sum_1^n P_{\text{уст}}};$$

Он изменяется в пределах  $0.05 \div 0.9$  для промышленных установок и показывает степень использования установленной мощности (определяется по таблицам справочников в зависимости от типа ЭП).

**2. Коэффициент расчетной мощности  $K_p$**  - отношение расчетной активной мощности  $P_p$  к значению  $K_{иP_H}$  группы ЭП

$$K_p = \frac{P_p}{K_{иP_H}} \quad K_p = f(K_{и.ср}; n_{э}; T_0)$$

Принимаются следующие постоянные времени нагрева:

$T_0 = 10$  мин - для сетей напряжением до 1 кВ, питающих распределительные шинопроводы, пункты, сборки, щиты. Значения  $K_p$  для этих сетей принимаются по табл. 1 или номограмме [РТМ 36.18.32.4-92];

$T_0 = 2,5$  ч - для магистральных шинопроводов и цеховых трансформаторов. Значения  $K_p$  для этих сетей принимаются по табл. 2 [РТМ 36.18.32.4-92];

$T_0 \geq 30$  мин - для кабелей напряжением 6 кВ и выше, питающих цеховые трансформаторные подстанции и распределительные устройства. Расчетная мощность для этих элементов определяется при  $K_p = 1$ .



3. *Коэффициент максимума активной мощности* – это отношение расчетного максимума активной мощности к ее среднему значению за рассматриваемый период времени (смену, год):

$$K_m = \frac{P_{30}}{P_{ср.см}} = \frac{P_{max}}{P_{ср.см}}$$

Пределы изменения  $1 \div (3 \div 4)$ , чаще ближе к 1. Этот коэффициент определяет вероятность совпадения включенного состояния ЭП в течение 30 минут. Эта вероятность снижается с увеличением количества ЭП. Поэтому, если приемников 5 - 6, то  $K_m = 3 \div 4$ , если 100 ÷ 200  $K_m = 1$ .

Коэффициент максимума определяется по кривым (справочник) в зависимости от группового коэффициента использования и эффективного числа ЭП.

4. **Коэффициент спроса активной мощности** – определяется из отношения расчетной нагрузки к установленной мощности всей группы ЭП, определяется из справочных таблиц, изменяется в пределах  $0,1 \div 0,95$ .

$$K_c = \frac{P_{30}}{P_{уст}} = K_u K_m$$

5. **Коэффициент формы графика нагрузки**, характеризует неравномерность графика во времени, изменяется в пределах  $1 \div 2$ . При равномерном графике 1, с увеличением неравномерности увеличивается.

$$K_\phi = \frac{P_\varepsilon}{P_{ср.см}}$$

6. **Коэффициент одновременности**  $K_o$  - отношение расчетной мощности на шинах 6 - 10 кВ к сумме расчетных мощностей потребителей, подключенных к шинам 6 - 10 кВ РП, ГПП

$$K_o = P_{p\Sigma} / \Sigma P_p$$

### ***7. Коэффициент равномерности.***

$$K_p = \frac{P_{\min}}{P_{\max}} = \frac{P_{\min}}{P_{30}}$$

### ***8. Число часов использования максимума или время использования максимума нагрузки:***

$$T_m = \frac{W_a}{P_{30}} = \frac{P_{\text{ср.см}} \cdot T}{P_{30}}$$

где T – время за которое строится график.

### ***9. Коэффициент загрузки:***

$$K_z = \frac{P_{\text{потр}}}{P_{\text{ном}}}$$