ЭНОБ «СОВРЕМЕННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРЕ»
LOMONOSOV.ONLINE

Основные методы определения расчетных электрических нагрузок при проектировании систем электроснабжения

Ведущий вебинара
ДИНКЕЛЬ ОЛЕСЯ АЛЕКСАНДРОВНА

План вебинара

1. Электрические нагрузки.
2. Методы расчета электрических нагрузок.
3. Расчет электрических нагрузок на каждом уровне системы электроснабжения.

Электрические нагрузки

Основные определения

Электрической нагрузкой в соответствии с ГОСТ 19431-84 называется мощность, потребляемая электроустановкой в установленный момент времени.

Номинальная активная мощность приёмника электроэнергии – это мощность, указанная на заводской табличке или в паспорте приемника электроэнергии (для источника света – на колбе или цоколе), при которой приёмник электроэнергии должен работать без изменения его технических параметров.

Номинальная реактивная мощность приёмника электроэнергии – это реактивная мощность, потребляемая им из сети (знак плюс) или отдаваемая в сеть (знак минус) при номинальной активной мощности и номинальном напряжении.

Установленная мощность – это сумма номинальных мощностей однородных электроприемников.

Присоединённая мощность – это мощность, которую потребляет из сети потребитель при полной его нагрузке. Присоединённая мощность равна установленной для всех электроприемников, кроме электродвигателей. Для электродвигателей присоединенная мощность зависит от коэффициента загрузки рабочей машины, коэффициента полезного действия и коэффициента мощности.

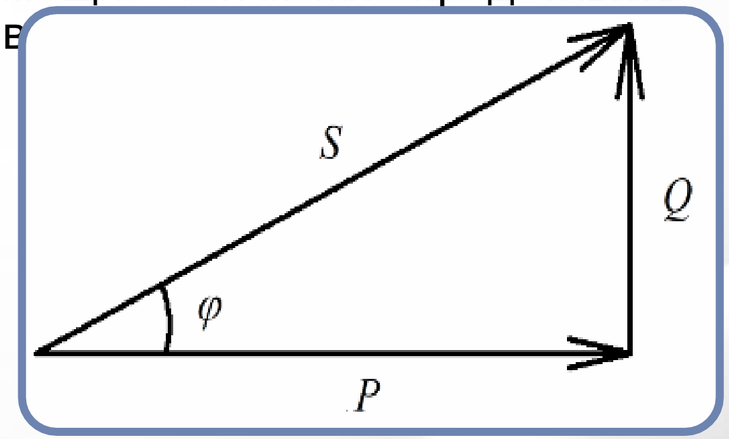
ЭНОБ «СОВРЕМЕННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОЦИАЛЬНОЙ СФЕРЕ»
LOMONOSOV.ONLINE

Электрические нагрузки

Основные определения

Средняя нагрузка (мощность) – постоянная во времени нагрузка, при которой в течение периода наблюдений
T потребляется такое же количество электрической энергии, что и при реально изменяющемся во времени графике нагрузки.

При применении переменного тока полная мощность складывается из активных и реактивных составляющих, поэтому различают полную, активную и реактивную нагрузки. Каждую из этих мощностей можно представить в



$$P_p = \sqrt{3} \cdot U_{НОМ} \cdot I_{РАСЧ} \cdot cos\varphi_P$$

$$Q_p = P_p \cdot tg\varphi_p$$

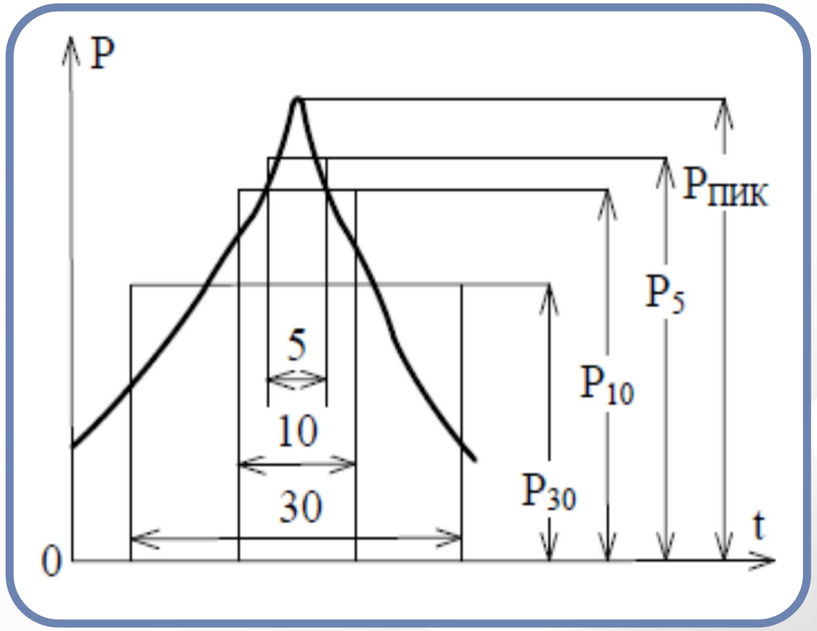
$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}$$

$I_{РАСЧ}$ – расчетная токовая нагрузка (расчетный ток);
$cos\varphi_p$ – расчетный коэффициент мощности;
$tg\varphi_p$ – расчетный коэффициент реактивной мощности, соответствующий значению $cos\varphi_p$.

Электрические нагрузки

Максимальные нагрузки

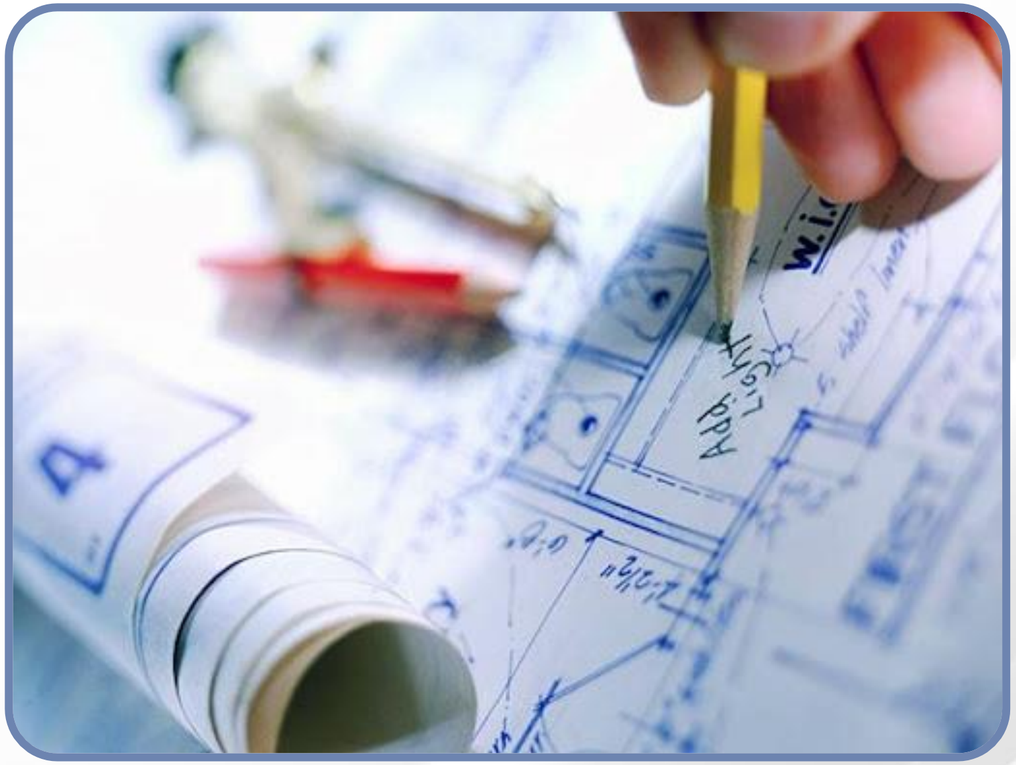
Максимальные значения активной Рм и реактивной Qм нагрузок представляют собой наибольшие
из соответствующих средних величин за некоторый промежуток времени Т.



Максимальные кратковременные нагрузки длительностью Т = 1–2 с, которые принято называть пиковыми и обозначать $P_{пик}$, $Q_{пик}$. Они применяются, как правило, при расчетах уставок коммутационного оборудования

Максимальные длительные нагрузки за различные интервалы времени 5, 10, 30 мин.
Они используются при выборе элементов систем электроснабжения по нагреву, расчетах максимальных потерь мощности и уровней напряжения на зажимах электроприемников.

Методы расчета электрических нагрузок

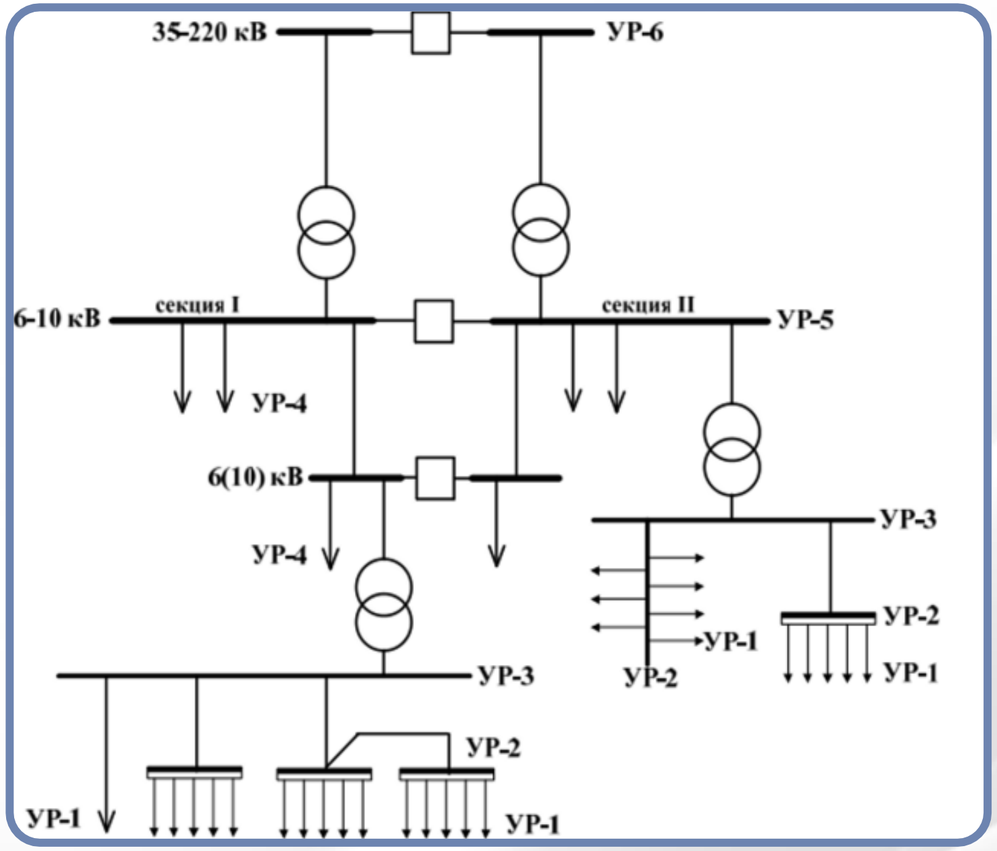


1. Методы, основанные на применении технологических данных (метод коэффициента спроса, удельных норм расхода электроэнергии на единицу продукции и удельной расчетной нагрузки).
2. Методы, основанные на применении коэффициентов формы графика нагрузки $K_{ф.А}$, коэффициента использования $K_{И.А}$ и других коэффициентов.
3. Методы, основанные на применении теории вероятности и математической статистики (метод упорядоченных диаграмм, трансформировавшийся в расчет по коэффициенту расчетной активной мощности).

Методы расчета электрических нагрузок

Метод расчета	Формула	Пояснения
По электроемкости продукции	$P_p = \sum Э_i \cdot M_i / T_M$	M_i, $Э_i$– объем и электроемкость продукции i-го вида; T_M – годовое число часов использования максимума нагрузки.
По общегодовому электропотреблению	$P_p = K_M \cdot A / T_Г$	K_M – среднегодовой коэффициент максимума; A – общегодовое электропотребление; $T_Г$ = 8760 – число часов в году.
По удельным мощностям нагрузок	$P_p = p_{уд} \cdot S$	$p_{уд}$ – удельная мощность нагрузки; S – площадь предприятия, района, цеха.
По среднегодовому коэффициенту спроса	$P_p = P_{уст} \cdot K_C$	$P_{уст}$ – сумма установленных мощностей; K_C – коэффициент спроса.
Метод упорядоченных диаграмм	$P_p = K_M \cdot K_И \cdot P_{уст}$	$P_{уст}$ – сумма установленных мощностей; K_M – коэффициент максимума; $K_И$– коэффициент использования.
Метод коэффициента расчетной активной мощности	$P_p = K_P \cdot \sum K_И P_{ном}$	$P_{ном}$ – номинальная мощность электроприемника; K_P – коэффициент расчетной нагрузки; $K_И$ – коэффициент использования.

Расчет электрических нагрузок на каждом уровне системы электроснабжения



На каждом уровне системы электроснабжения применяются различные методы расчета нагрузок.

Первый уровень – отдельные электроприемники напряжением 380В.

Определение расчетной нагрузки необходимо для:

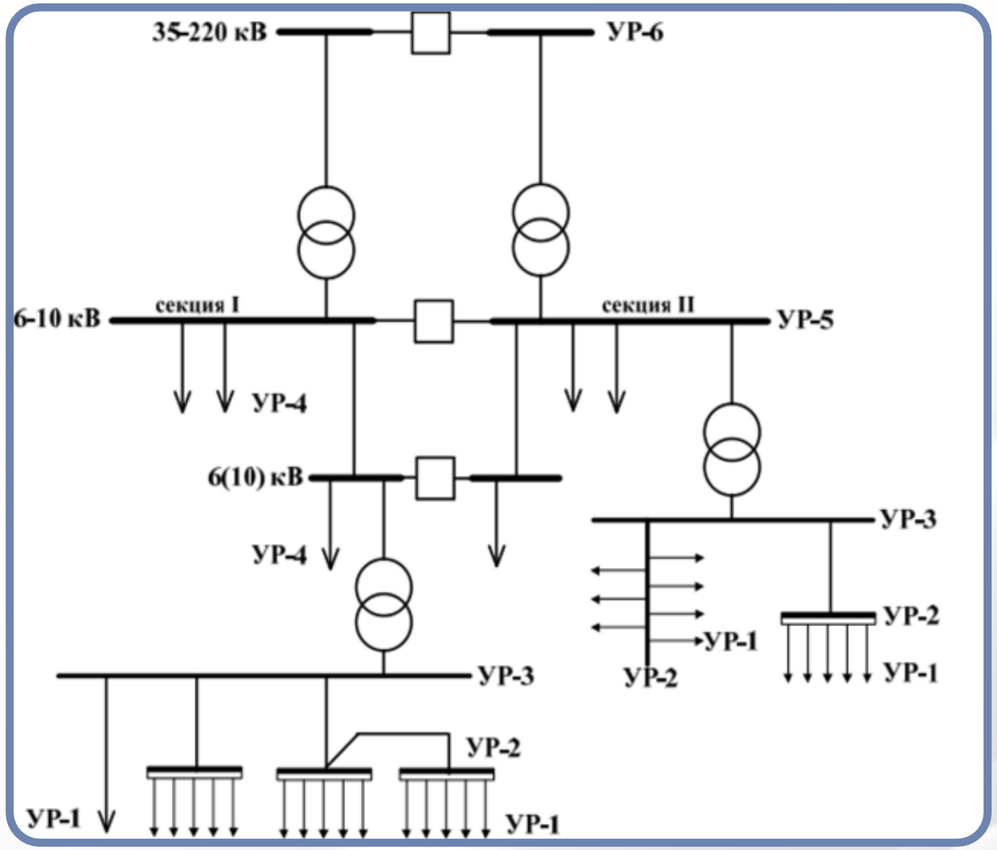
- выбора сечения проводов и кабелей, питающего данный электроприемник;
- выбора аппарата защиты, с помощью которого происходит присоединение к низковольтному распределительному пункту (РПН) или питающей линии.

Второй уровень – группа электроприемников напряжением 380В.

Нахождение расчетной нагрузки необходимо для:

- выбора сечения радиальной линии, распределительного или магистрального шинопровода, питающих данную группу приемников,
- выбора аппарата защиты, с помощью которого происходит присоединение к низковольтному распределительному пункту напряжением 380В.

Расчет электрических нагрузок на каждом уровне системы электроснабжения



На каждом уровне системы электроснабжения применяются различные методы расчета нагрузок.

Третий уровень – электроприемники, подключенные к секциям сборных шин напряжением 380В цеховой трансформаторной подстанции (ТП).

Нахождение данной нагрузки необходимо для:

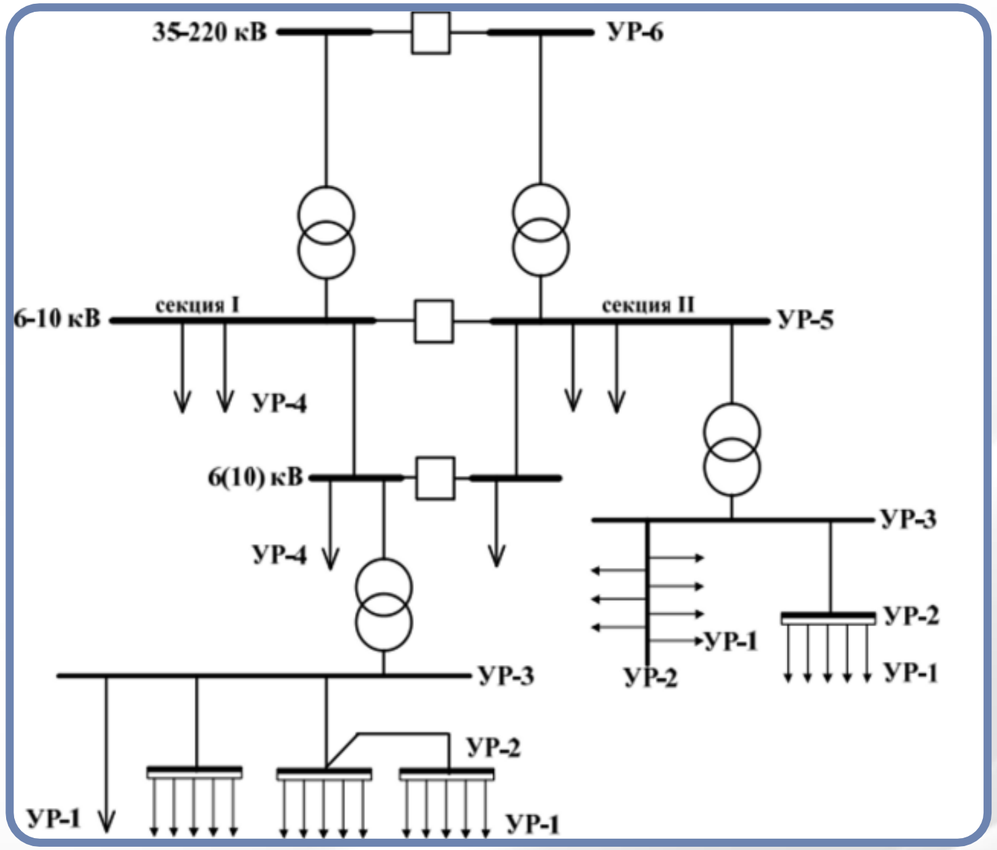
- выбора числа и мощности цеховых трансформаторов и сечения линий 6-10 кВ, питающих цеховые ТП (с учетом потерь мощности в трансформаторах ТП);
- выбора сечения и материала сборных шин 380В цеховой ТП;
- выбора магистральных или распределительных шинопроводов и защитных аппаратов.

Четвертый уровень – электроприемники, подключенные к распределительному пункту (РП) напряжением 6-10 кВ.

Определение данной нагрузки необходимо для:

- выбора сечения и материала шин РП и сечения линий, питающих каждую из секций сборных шин РП;
- выбора выключателей, установленных в начале питающей распределительного пункта линии.

Расчет электрических нагрузок на каждом уровне системы электроснабжения



На каждом уровне системы электроснабжения применяются различные методы расчета нагрузок.

Пятый уровень – секции сборных шин напряжением 6-10 кВ главной понизительной подстанции (ГПП).

Определение данной нагрузки необходимо для:

- выбора числа и мощности трансформаторов, устанавливаемых на ГПП;
- выбора сечения и материала шин;
- выбора вводных и секционных выключателей, устанавливаемых на стороне низшего напряжения ГПП.

Шестой уровень – сторона высшего напряжения 35-110-220 кВ ГПП.

Определение данной нагрузки необходимо для:

- выбора сечения линий, питающих трансформаторы ГПП;
- выбора аппаратов присоединения трансформаторов и питающих их линий к источникам питания.

Рассмотрим основные методы, используемые в практике проектирования систем электроснабжения.

Метод коэффициента спроса

Наиболее простой и распространенный, с него начался расчет нагрузок.
Данный метод применяется на уровнях УР6-УР2 системы электроснабжения.

$$P_p = P_{уст} \cdot K_C$$

где:

$P_{уст}$ – сумма установленных мощностей;

K_C – коэффициент спроса.

Величина K_C принимается одинаковой для электроприемников одной группы (работающих в одном режиме) независимо от числа и мощности отдельных приемников.

Физический смысл коэффициента спроса — это доля суммы номинальных мощностей электроприемников, статистически отражающая максимальный практически ожидаемый и встречающийся режим одновременной работы и загрузки некоторого неопределенного сочетания (реализации) установленных приемников.

Значение K_C принимается постоянным вне зависимости от числа и мощности отдельных ЭП по справочным данным.

Метод удельного расхода электроэнергии

Применим для участков (установок) 2УР, отделений 3УР и цехов 4УР, где технологическая продукция однородная и количественно меняется мало (увеличение выпуска снижает, как правило, удельные расходы электроэнергии).

$$P_p = \frac{m \cdot W_{уд}}{T}$$

где:

m – количество продукции, выпускаемое за смену;

$W_{уд}$ – удельный расход электроэнергии на производство единицы продукции;

T – продолжительность смены.

Метод дает хорошие результаты при стабильном производственном процессе и оценке нагрузки
по предприятию в целом или по подразделениям, имеющим законченный цикл производства.

Данный метод целесообразно использовать как поверочный, т. к. удельные расходы электроэнергии являются достаточно устойчивыми характеристиками.

Метод удельных плотностей нагрузок

Близок к методу удельного расхода электроэнергии. Данный метод применяется на уровнях УР6-УР2 системы электроснабжения.

$$P_p = p_{уд} \cdot S$$

где:

$p_{уд}$ – удельная мощность нагрузки;

S – площадь предприятия, района, цеха.

Метод удельных плотностей нагрузок может быть применён при оценке нагрузки в цехах предприятий с мелкостаночным оборудованием, относительно равномерно распределённым по производственной площади цеха.

Чаще данный метод применяется при расчете осветительной нагрузки.

Метод коэффициента расчетной активной мощности

Применяется для расчета электрической нагрузки низковольтных потребителей цехов предприятий.

$$P_p = K_P \cdot \sum K_И P_{ном}$$

где:

$P_{ном}$ – номинальная мощность электроприемника;

K_P – коэффициент расчетной нагрузки;

$K_И$– коэффициент использования.

При расчете электрических нагрузок цеха или другого узла питания все ЭП распределяются на характерные группы с одинаковыми $K_и$ и cosφ.

При этом резервные ЭП в расчете не учитываются и номинальные мощности ЭП с повторно-кратковременным режимом работы не приводятся к длительному режиму (ПВ=100 %).

Спасибо за внимание!