МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ

ИНСТРУКЦИЯ
ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

ВСН-74-79
Минобороны

Москва—1981

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ

ИНСТРУКЦИЯ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

ВСН - 74 - 79
Минобороны

Москва - 1981

В инструкции рассмотрены вопросы методического обеспечения экспериментального определения электрических нагрузок, описываются приборы для регистрации графиков нагрузок и указывается порядок проведения испытаний.

Инструкция предназначена для организаций, занимающихся сбором статистических данных по электрическим нагрузкам.

Инструкция разработана В.В.Исаевым

Министерство обороны (Минобороны)	Ведомственные строительные нормы	ВСН - 74 - 79 Минобороны
	Инструкция для экспериментального определения электрических нагрузок	Впервые

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Основной задачей инструкции является установление единой методики экспериментального обследования электрических нагрузок с целью выявления расчетных коэффициентов и величин, необходимых для определения этих нагрузок.

I.2. Методические указания предусматривают проведение обследования типовых объектов и распространяются на автономную и внутреннюю системы электроснабжения и питающие фидеры внешней системы электроснабжения.

I.3. С целью установления и накопления научно обоснованных норм расхода электроэнергии, упрощения системы нормирования электроэнергии на объектах и промышленных предприятиях необходимо совмещать экспериментальное обследование электрических нагрузок с работой по определению и нормированию удельного расхода электроэнергии на единицу площади, единицу объема и единицу выпускаемой продукции для промышленных предприятий.

I.4. Экспериментальное обследование электрических нагрузок должен проводить эксплуатационный персонал обследуемого объекта, привлекая к этому представителей научных, проектных и других организаций (при необходимости).

Внесена Техническим управлением капитального строительства Министерства обороны	Утверждена начальником Технического управления капитального строительства Министерства обороны 29 декабря 1979 г.	Срок введения в действие I июля 1980 г.

2. ИСХОДНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОВЕДЕНИЮ ЭКСПЕРИМЕНТА

2.1. Экспериментальная проверка графиков нагрузок должна проводиться на всех типовых объектах два раза в год (летом и зимой). Длительность экспериментальных исследований - семь дней для каждого периода. Если объект имеет характерные режимы, то при экспериментальном исследовании необходимо, чтобы эти режимы были реализованы или промитированы.

2.2. Определение достаточной длительности эксперимента, если ее необходимо установить более точно, можно произвести, зная:

рабочий диапазон случайной величины нагрузки P_i , измерение которой представляет случайный процесс

$$R = P_{max} - P_{min} ; \qquad (2.1)$$

дискретность проведения замеров этой величины Δt ;

вероятности попадания P_1 и P_j случайной величины нагрузки P_i в первый и последний разряды диапазона R .

При этом длительность эксперимента будет равна времени T , в течение которого в серии измерений $N = \frac{T}{\Delta t}$ переменная P_i с вероятностью V будет зафиксирована в первом и последнем разрядах хотя бы по одному разу.

2.3. Вероятность попадания нагрузки P_i в крайние разряды в среднем будет $\rho = 0{,}021$, а при $V = 0{,}95$ минимальная длительность эксперимента для получения необходимых статистических характеристик графиков нагрузок объектов определяется выражением

$$T = \frac{\Delta t \lambda}{\rho} = \frac{0{,}5 \cdot 3{,}68}{0{,}021} \approx 87{,}6 \text{ [ч]}, \qquad (2.2)$$

где T - полное время эксперимента;

Δt - шаг осреднения, равный 30 мин или 0,5 ч;

λ - среднее число попаданий переменной P_i в крайний разряд за время эксперимента, $\lambda = 3{,}68$;

ρ - вероятность попадания нагрузки в крайние разряды.

Как видно из приведенного расчета, длительность эксперимента примерно равна четырем суткам, что подтверждает правильность продолжительности испытаний.

3. ПРИБОРЫ ДЛЯ НЕАВТОМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

3.I. Для проведения обследований электрических нагрузок могут применяться следующие типы измерительных стендов:

тип I, используемый для наиболее распространенных электроприемников массового типа (технологических потребителей, кондиционеров, вентиляторов и др.);

универсальный стенд тип II, предназначенный для обследования любых нагрузок (симметричных, несимметричных и др.).

3.2. На стенде типа I (рис. I) установлены следующие приборы:

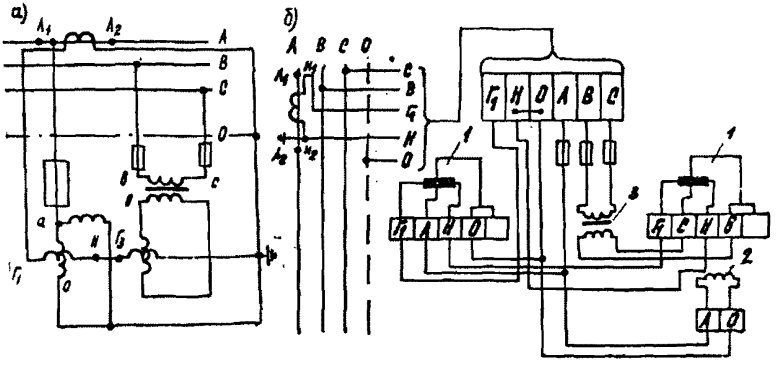

Рис. I. Стенд типа I для измерений мощности в сетях переменного тока 380/220 В с глухозаземленной нейтралью при симметричной нагрузке:

а - принципиальная схема, б - монтажная схема;

I - электрический счетчик типа СО-2;

2 - электромеханический счетчик;

3 - трансформатор напряжения 380/220В

однофазный счетчик для измерения активной энергии, включаемый на фазное напряжение 220 В;

однофазный счетчик активной энергии для измерения реактивной энергии, включаемый на линейное напряжение 220 В;

электромеханический счетчик времени;

трансформатор тока;

трансформатор напряжения.

3.3. Стенд типа I может быть применен для измерения активной и реактивной энергий. Для его подключения достаточно одного трансформатора тока, однако может быть использован стационарный трансформатор тока, устанавливаемый в щитах низкого напряжения.

Для подключения обмотки напряжения однофазного счетчика активной энергии на линейное напряжение 220 В (при измерении реактивной энергии) требуется специальный понижающий трансформатор 380/220 В. Изготовление этого трансформатора не вызывает затруднений (его обмоточные данные приведены ниже). При отсутствии трансформатора может быть использован трансформатор напряжения УТН.

Применение стенда типа I ограничено сетями с симметричной трехфазной нагрузкой и заземленной нейтралью трансформатора.

3.4. В состав универсального стенда (рис. 2) входят следующие приборы:

трехфазный счетчик активной энергии, 380 В;

трехфазный счетчик реактивной энергии, 380 В;

электромеханический счетчик времени;

однофазный счетчик вольтквадратчасов, 380 В;

два универсальных трансформатора тока.

3.5. Универсальный стенд применяется в сетях трехфазного тока, имеющих значительные отклонения и колебания напряжения. Пересчет величины реактивной энергии к номинальному напряжению производится при помощи счетчика вольтквадратчасов, по которому определяется среднее напряжение за время измерений.

3.6. Счетчик вольтквадратчасов представляет собой обычный однофазный счетчик активной энергии, токовая обмотка которого включается через активное сопротивление на линейное напряжение сети. В системе 380/220 В счетчик включается через спе-

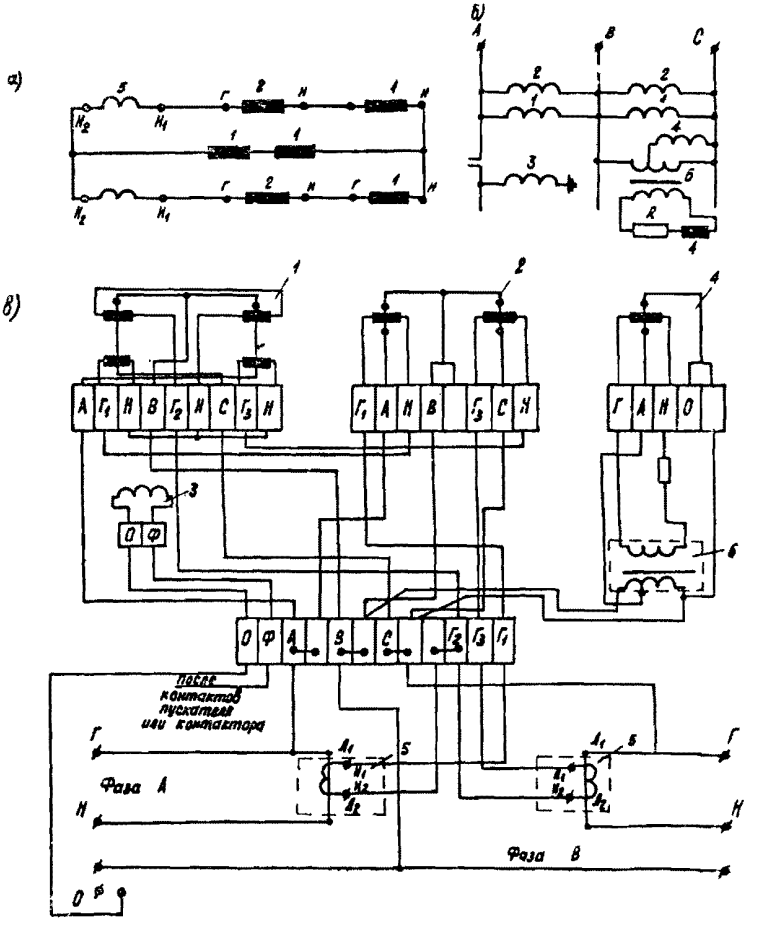

Рис.2. Схемы универсального стенда типа II для измерения электрической нагрузки:

а - принципиальная схема токовых цепей;

б - принципиальная схема цепей напряжения;

в - монтажная схема

циальный малогабаритный трансформатор. (рис. 3), обмоточные данные которого приведены в таблице.

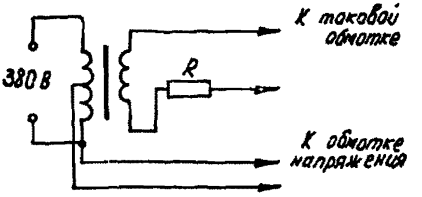

Рис.3. Специальный трансформатор к счетчику вольтквадратчасов

Наименование обмотки	Марка провода	Диаметр провода, мм	Число витков	Данные сердечника
Вторичная токовая, 5 А	ПЭЛ	I,8I	II	Сталь марки Ш-I9, толщина набора 20 мм
Первичная с ответвлением, I27 В	ПЭЛ	0,I	I420	
Первичная с ответвлением, 220 В	ПЭЛ	0,I	2470	
Первичная, 380 В	ПЭЛ	0,I	4270	

Примечания. I. Сопротивлением R устанавливается величина тока в токовой обмотке счетчика вольтквадратчасов, которая не должна превышать 5 А (R = 0,I5 Ом, манганин α = = I мм, ℓ = 270 мм).

2. В лабораторных условиях при градуировке однофазного счетчика со специальным трансформатором для применения его в качестве счетчика вольтквадратчасов результирующий коэффициент вычисляется по формуле

$$K = \frac{cU^2t_1}{3600} \qquad \left[\frac{в^2 \cdot ч}{ед.\ показ}\right], \qquad (3.1)$$

где c - постоянная однофазного счетчика, об/кВт·ч (для СО-I или СО-2 $c = 2500$);

U - среднее напряжение за время включения счетчика при его градуировке;

t_1 - средняя продолжительность одного оборота диска счетчика, с .

3. При проведении опытных обследований нагрузок среднее напряжение по счетчику определяется из выражения

$$U = \sqrt{\frac{AK}{t}} \qquad [В], \qquad (3.2)$$

где A - разность показаний прибора вольтквадратчасов за время измерений t (ч, сут. и т.д.).

3.7. Электромеханический счетчик времени представляет собой однофазный синхронный моторчик (например СД-60 на 60 об/мин выходного конца вала), сочлененный со счетчиком числа оборотов необходимой емкости (для измерения времени в течение суток). Этот моторчик подключается к зажимам обследуемого электроприемника.

3.8. С целью уменьшения погрешностей при записи показаний счетчиков постоянная их должна быть минимально возможной с тем, чтобы два смежных отсчета отличались друг от друга не менее чем на одно- два деления.

Кроме того, номинальные значения токов трансформаторов тока должны быть близки к значениям рабочих токов испытуемых электроприемников или фидеров.

3.9. Измерительный стенд выполняется на изоляционной плите, закрепленной внутри легкого переносного ящика с запирающейся крышкой. Внутреннюю коммутацию стенда можно произвести проводом марок ПР, ПРЛ, ПРГ, ПРГЛ, ПВ и т.д. сечением I,5-2,5 мм^2.

3.IO. Провода, выходящие из стенда, для подключения ко вторичной обмотке трансформатора тока и к напряжению сети должны быть изготовлены из гибкого провода различной окраски и иметь маркировку. Кроме того, для присоединения трансформа-

торов тока к первичной силовой цепи требуется несколько отрезков одножильного гибкого изолированного провода сечением 25–35 $мм^2$ и длиной до 3 м с наконечниками.

3.II. Помимо измерительных стендов, рекомендуется иметь дополнительно следующие переносные приборы: токоизмерительные клещи, фазоуказатели, трехфазные трансформаторы напряжением 500/380/220/100 В, вольтамперфазоуказатели ВАФ-25, фазометры типа ЭЛФ.

4. ПРИБОРЫ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ РЕГИСТРАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

4.I. Регистратор суточных графиков нагрузок, разработанный в ХВВКУ (рис. 4), является несложным и надежным устройством для непосредственного получения наглядного суточного графика активной нагрузки и позволяет существенно упростить проведение испытаний по определению электропотребления и снятия графиков нагрузки.

Регистратор суточных графиков нагрузки снабжен блоком электрохимических счетчиков, фиксирующих среднее значение мощности через каждые 30 мин в течение двух суток.

Он включает в себя следующие элементы: преобразователь мощности трехфазных электрических цепей, выполненный по схеме Арона на двух элементах Холла; блок миниатюрных реле с одной группой нормально закрытых и открытых контактов; многопредельные реле времени; блок электрохимических счетчиков; термистор; выпрямитель стабилизированного напряжения для питания электростатического реле времени; выпрямитель для питания блока реле.

4.2. Самопишущие ваттметры типа Н-359. При работе с самопишущими ваттметрами необязательно постоянное присутствие личного состава, однако на обработку диаграммных лент (преобразования информации) затрачивается большое количество времени.

4.3. Автоматическое устройство регистрации графиков нагрузок (рис.5) предназначено для записи графиков нагрузок на перфоленту и непосредственного ввода массива исходной информации в ЭЦВМ через вводные устройства.

В его состав входят следующие элементы: счетчик электрической энергии I; датчик импульсов 2; усилитель импульсов 3;

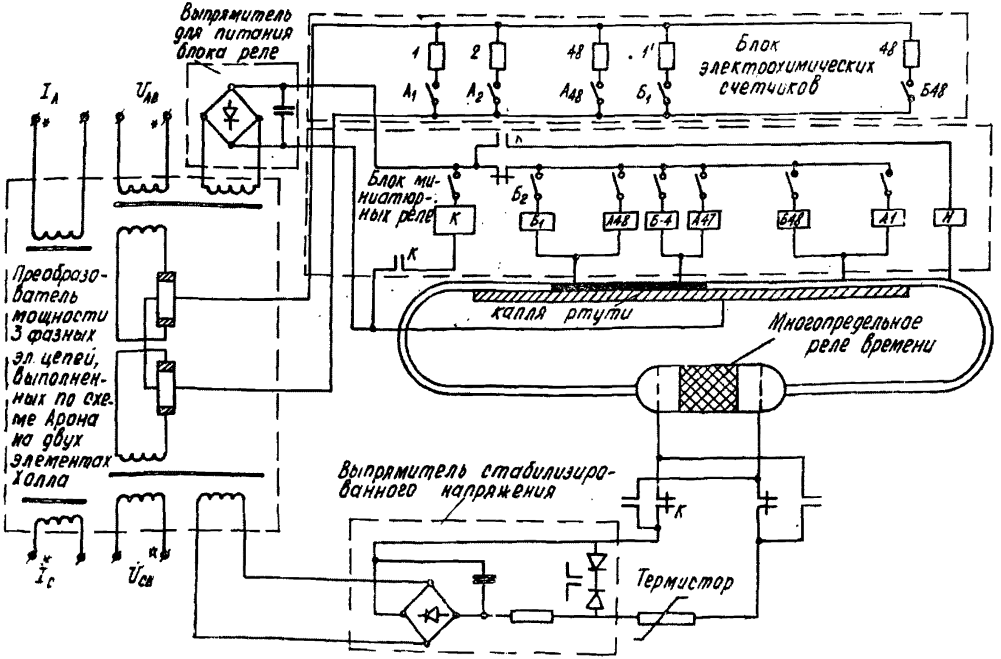

Рис.4. Принципиальная схема регистратора суточных графиков нагрузок

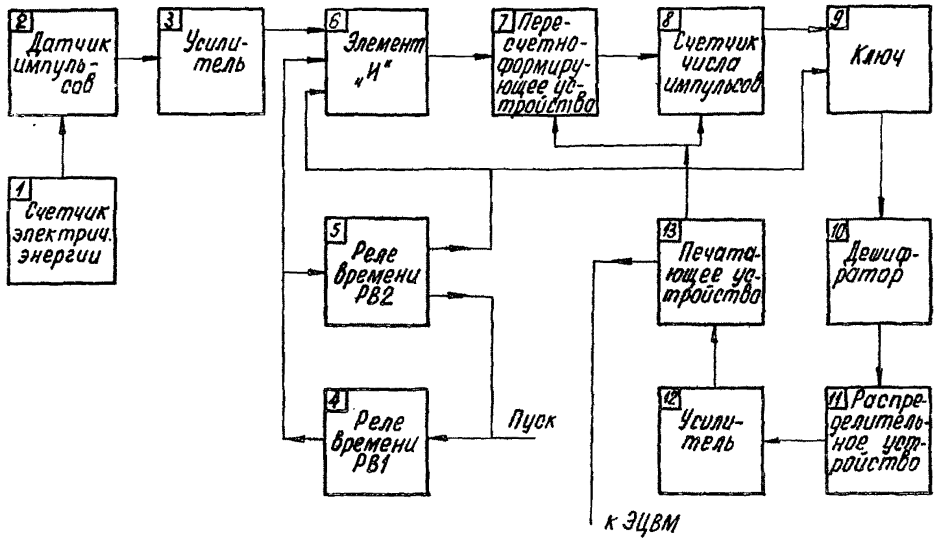

Рис.5. Структурная схема автоматического регистратора графиков нагрузок

задающие элементы в виде реле времени РВI и РВ2. 4, 5; логический элемент "И" 6; пересчетно-формирующее устройство 7; счетчик числа импульсов 8; ключ 9; дешифратор I0; распределительное устройство II; усилитель I2; печатающее устройство I3.

5. ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТЕЙ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТРЕБЛЯЕМОЙ МОЩНОСТИ

5.I. Потребляемая мощность по показаниям счетчиков за выбранный интервал Δt = 30 мин подсчитывается по следующим формулам:

- для счетчиков типа СА4У

$$P_{ср} = \frac{K_т \Delta П \cdot 60}{\Delta t} = 2 K_т \Delta П, \qquad (5.I)$$

где $\Delta П$ - разность показаний счетчика за время Δt кВт·ч;

$K_т$ - коэффициент трансформации трансформатора тока;

- для счетчиков типа САЗУ

$$P_{ср} = \frac{K_т K_н \Delta П \cdot 60}{\Delta t} = 2 K_т K_н \Delta П, \qquad (5.2)$$

где $K_н$ - коэффициент трансформации трансформатора напряжения.

5.2. Определение потребляемой мощности по ваттметрам

$$P_{ср} = K_т \frac{\sum_{i=1}^{n} n_i t_i}{30} \qquad (5.3)$$

где t_i - время, в течение которого показания ваттметра были неизменны.

5.3. По значениям $P_{ср}$ для каждого из 48 интервалов строится суточный график нагрузок.

Возможные источники ошибок в определении $P_{ср}$ складываются из объективных погрешностей, присущих применяемым приборам, и субъективных погрешностей измерения.

5.4. Объективная погрешность измерения $P_{ср}$ обусловлена точностью показаний счетчиков (ваттметров) и измерительных трансформаторов.

Максимальная величина объективной погрешности:

счетчики СА3У - И674 ....± 2%

счетчики СА3У - И670 ....± 3%

счетчики СА4У - И672 .....± 2,5%

самопишущие ваттметры .....± I,5%.

5.5. При снятии показаний счетчика возможны два источника субъективных погрешностей:

в оценке показания шкалы счетчика γ - I,5%;

в отсчете временного интервала Δt - I%.

Таким образом, суммарная относительная погрешность измерения потребляемой мощности составит 2 ± 2,5 %.

6. ПРОВЕДЕНИЕ ОБСЛЕДОВАНИЙ

6.I. Экспериментальное обследование нагрузок следует проводить по единому плану, охватывая по возможности однородные объекты и комплексы.

6.2. Обследование величины нагрузок отдельных электроприемников или их групп должно производиться в режимах наибольшей загрузки, поэтому сроки проведения обследования отдельных сооружений и объектов следует согласовывать с организацией, осуществляющей эксплуатацию объекта.

6.3. Замеры на всех фидерах, питающих характерную нагрузку, желательно проводить одновременно. Если при выполнении этого условия возникают трудности, то отдельные измерения можно проводить в ближайшее время при условии отсутствия изменений интенсивности работы установки.

6.4. Измерения нагрузки как отдельных электроприемников, так и целых групп выполняются с помощью аппаратуры, описанной в разделе 3.

6.5. При проведении обследования необходимо исключить из обследования электроприемники резервных или параллельных и одновременно неработающих технологических линий, резервных технологических агрегатов, а также временно подключенных электроприемников; замерить нагрузки всех основных питающих линий и распределительных магистралей с различным эффективным числом электроприемников. Особый интерес представляют линии, от которых питаются приемники только одной категории или приемники, близкие по режиму работы.

Необходимо избегать чрезмерной дифференциации электроприемников по категориям, учитывая неизбежную нестабильность показателей режима работы и разброс их значений, а также практическую невозможность излишней детализации типов приемников при проектировании систем электроснабжения.

6.6. При обследовании промышленных предприятий в процессе измерений нагрузки как отдельных электроприемников, так и целых групп необходимо фиксировать количественный выпуск продукции и ее тип не реже одного раза за смену. Сменный план выпуска продукции должен быть выяснен для каждого наименования с целью последующего сравнения плановых и фактических показателей работы предприятия.

6.7. Для контроля измерений, качественного анализа возможных расхождений рекомендуется измерение электрических нагрузок проводить по возможности одновременно по всем ступеням участка СЭС.

6.8. При выборочном методе индивидуального обследования приемников отбор их производится согласно следующим указаниям:

I. Электроприемники сооружения разбиваются на категории с заведомо существенными различиями в режиме работы по условиям технологии, например, технологические потребители; потребители, работающие длительно в данном режиме работы сооружения; потребители, работающие повторно-кратковременно в данном режиме работы сооружения и т.д.

2. На основе качественной оценки режимов работы отдельных групп приемников и исходя из изучения технологических процессов сооружения приемники в пределах одной категории дополнительно разбиваются на более близкие по режиму электропотребления группы.

3. Общее число отобранных для обследования электроприемников в каждой категории должно распределиться по отдельным группам прямо пропорционально количеству приемников в данной группе рассматриваемой категории.

4. В пределах каждой группы данной категории отбор выявленного числа электроприемников производится случайно, т.е. независимо от их мощности, размещения в сооружении с тем, чтобы совокупность отобранных приемников наиболее верно представляла всю группу.

5. Число электроприемников в одной выборке для каждой категории должно быть 20% от общего количества, но не менее I5 штук, в случае необходимости рекомендуется использовать электроприемники аналогичной категории других сооружений.

6.9. Независимо от того, какая организация проводит обследование электрических нагрузок, необходимо привлекать к непосредственному участию работников, ответственных за электрохозяйство сооружения, объекта, а также технологов.

6.I0. Экспериментальные обследования электрических нагрузок разделяются на два этапа: подготовка к измерениям; выполнение измерений.

7. ПОДГОТОВКА К ИЗМЕРЕНИЯМ

7.I. Подготовительный этап опытного обследования содержит:

детальное ознакомление с технологическим оборудованием сооружения (проводится совместно с технологами) и со схемой электроснабжения (от питающей подстанции до отдельных электроприемников);

выявление технических данных всех электроприемников, которые записываются в бланки формы I;

определение установленной мощности, расчетных коэффициентов и эффективного числа электроприемников каждого фидера сооружения или объекта;

составление схематического плана расположения технологического оборудования, распределительных пунктов и шинопроводов, позволяющего контролировать проведение текущих обследований;

составление схемы коммутации питающей подстанции с указанием мощности трансформаторов, длины, сечения и назначения линий напряжением до I000 В.

7.2. Бланки формы I являются исходным материалом, необходимым для обследования электроприемников. В них записываются наименования и тип технологического оборудования, номинальная величина напряжения и мощности электроприемника, источник питания (номер фидера или сборки, от которой питается электроприемник), а также отмечается, является ли электроприемник рабочим или резервным.

7.3. При заполнении бланка формы I следует объединять

электроприемники, относящиеся к одной и той же категории. При записи номинальной мощности электроприемника необходимо учитывать, что (как иногда оказывается) из-за отсутствия двигателя расчетной мощности он был заменен двигателем большей мощности. В таких случаях следует исходить из мощности двигателя, поставляемого комплектно с механизмом, во избежание необоснованного понижения коэффициентов использования и спроса из-за завышения величины установленной мощности.

7.4. Бланк формы I подписывается исполнителем и руководителем группы после производства измерений.

8. ВЫПОЛНЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

8.I. Этап опытного обследования заключается в проведении непосредственных экспериментальных измерений: подключении стендов и записи показаний измерительных приборов.

8.2. Подключение испытательных стендов к отдельным электроприемникам и питающим линиям осуществляется службой эксплуатации или группой ремонтно-технического обслуживания сооружения или объекта.

8.3. Запись показаний счетчиков при обследовании отдельных электроприемников (или группы электроприемников) производится на бланках формы 2.

8.4. При автоматизации измерений бланк формы 2 не составляется, а последующая обработка материалов производится по фиксации величины нагрузок на перфоленте.

8.5. После заполнения бланка данными и записи показаний счетчиков он подписывается исполнителем и руководителем группы.

8.6. Запись показаний счетчиков в бланке формы 2 производится:

при обследовании отдельных электроприемников в начале и конце каждого режима работы сооружения, в котором работает данный электроприемник;

при обследовании группы электроприемников через каждые 30 мин, при этом необходимо фиксировать начало и конец перерыва режима работы сооружения.

8.7. По данным бланка формы 2 может быть произведена обработка результатов обследования электроприемников.

Форма I

Б л а н к №
технических данных электроприемников

Объект _____

Сооружение _____

Служба _____

№ пп.	№ испытаний	Наименование технологического оборудования	Электроприемник				
			Тип	$U_н$, кВ	$P_н$, кВ·А при ПВ-1	Рабочий резерв	Источник питания

Обследование произвел

I. _____ / /

2. _____ / /

Проверил

_____ / /

Форма 2

Бланк №2
измерений нагрузки электроприемников

Объект _____
Сооружение _____
Служба _____

Наименование фидера	$P_н$, кВт при ПВ-1	$S_н$, кВ·А при ПВ-1	$U_н$, кВ	$Cos\varphi_н$	Начало и конец смены, перерыва

Показания приборов и результаты обработки

Время записи	Счетчик активной энергии: Трансформатор тока $K_т$	Трансформатор напряжения $K_н$	Номер стенда счетчика	Результирующий коэффициент, кВт·ч / ед. изм.	Показания	Разность показаний	Потребляемая энергия, кВт·ч	Средняя 30-минутная нагрузка, кВт	Счетчик реактивной энергии: Трансформатор тока $K_т$	Трансформатор напряжения $K_н$	Номер стенда счетчика	Результирующий коэффициент, кВ·Ар·ч / ед. изм.	Показания	Разность показаний	Потребляемая энергия, кВ·Ар·ч	Средняя 30-минутная нагрузка, кВ·Ар	Средняя полная 30-минутная нагрузка, кВ·А	Электромеханический счетчик времени включения: Результирующий коэффициент, мин / ед. изм. Показания	Разность показаний	Время работы, мин	Примечание

Обследование произвел

1. _____ /. /.
2. _____ /. /.

Проверил

_____ /. /.

заполнение является заключительной работой испытаний.

8.8. При обследовании электрических нагрузок, помимо производства непосредственных измерений, следует иметь данные об общеобъектных коэффициентах по отчетам энергетиков.

8.9. В качестве приложения желательно иметь характерные суточные графики потребления активной и реактивной электроэнергий основных сооружений и по объекту в целом за ряд лет, а также показатели, приведенные ниже для установления темпов прироста нагрузок, потребляемых объектом, к которым относятся:

установленная активная мощность электроприемников, кВт;

30-минутный максимум активной мощности, кВт;

то же реактивной мощности, кВ·Ар;

потребление активной энергии за тот или иной режим, кВт·ч;

то же за межпрофилактический период, кВт·ч;

то же реактивной энергии за тот или иной режим, кВ·Ар·ч;

то же за межпрофилактический период, кВ·АР·ч;

продолжительность использования максимума активной нагрузки.

СОДЕРЖАНИЕ

I. Общие положения 3
2. Исходные требования к проведению эксперимента 4
3. Приборы для неавтоматических измерений электрических нагрузок 5
4. Приборы для автоматической регистрации электрических нагрузок I0
5. Оценка погрешностей экспериментального определений потребляемой мощности I3
6. Проведение обследований I4
7. Подготовка к измерениям I6
8. Выполнение измерений I7

ИНСТРУКЦИЯ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО
ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

ВСН-74-79
Минобороны

Редактор Н.Б. Сидорова
Корректор А.Ф.Конюхова

Г-569152. Подписано в набор и печать 20/III 1981 г.
Формат бумаги 60x84 1/16. Печ. л. 1,3. Уч.-изд. л. 1,15.
Изд. № 37. Заказ 578. Отпечатано на ротапринте. Тип. ЛВРЕСКТ.

gost.e-ecolog.ru