

Федеральное агентство по образованию  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Ивановский государственный энергетический университет  
имени В.И. Ленина»

Кафедра электрических систем

**«ПОТРЕБИТЕЛИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ»**  
ПРОГРАММА, МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
И КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ  
(для студентов факультета заочного обучения  
специальностей 140205 и 140211)

Иваново 2008

Составитель    М. И. Соколов  
Редактор        О.А. Бушуева

Содержат программу дисциплины, методические указания по изучению отдельных ее тем, вопросы для самопроверки. Указаны варианты контрольной работы и даны рекомендации по ее выполнению.

Предназначены в помощь студентам специальностей 140205 и 140211 заочного факультета ИГЭУ, самостоятельно изучающих дисциплину «Потребители электрической энергии».

Утверждены цикловой методической комиссией ЭЭФ.

Рецензент  
кафедра электрических систем ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина»

## **1. Общие положения**

Электрическая энергия (ЭЭ), являясь универсальной, в силу возможности её преобразования в другие виды энергии (механическую, тепловую, химическую и др.) находит широкое применение в различных сферах жизнедеятельности человека.

Выработанная на электростанциях ЭЭ передается по электрическим сетям к местам её потребления, причем 2/3 её расходуется на промышленных предприятиях различных отраслей, где имеются разнообразные электроприёмники или потребители электрической энергии (ПЭЭ).

Целью изучения данной дисциплины является формирование и закрепление знаний об основных группах ПЭЭ, встречающихся в системах электроснабжения промышленных предприятий (СЭС ПП) и в электрических сетях энергосистем, их технических характеристиках, технологических особенностях и режимах электропотребления, а также условиях их совместной работы с питающими сетями и воздействием на окружающую среду.

Содержание дисциплины основано на знании таких общетеоретических дисциплин, как «Физика», «Теоретические основы электротехники», «Электрические измерения». Полученные знания, наряду с материалом специальных дисциплин, изучаемых в последующих семестрах, должны стать основой для практической работы по профилю выбранной специальности.

Учебный график ИГЭУ предусматривает изучение данной дисциплины на IV курсе (VII семестр) и включает самостоятельно изучаемые вопросы, выполнение контрольной работы и сдачу зачета. Контрольная работа выполняется студентами в течение семестра и присылается в университет в сроки, установленные деканатом (как правило, до начала сессии). К сдаче зачета по дисциплине допускаются студенты, имеющие выполненную контрольную работу.

## **2. Программа и методические указания**

### **2.1. Введение и общие вопросы**

Характеристика дисциплины, особенности изучения и ее место в учебном плане. Цели и задачи изучаемого курса. Основные понятия и определения: электроприемник (ЭП), электрическая установка (ЭУ), источник питания и т.п. Структура потребителей электрической энергии.

*Литература: [ 1÷3 ]*

#### *Методические указания*

При общем знакомстве с содержанием дисциплины необходимо обратить внимание на повсеместное использование ЭЭ в различных отраслях народного хозяйства для обеспечения работоспособности различных групп потребителей, их характеристики, представление об относительном (процентном) потреблении ЭЭ этими группами и усвоить основные понятия и определения.

#### *Контрольные вопросы для самопроверки*

1. Что понимается под приемником электроэнергии (электроприёмником)?
2. Дайте определение понятию «потребитель электроэнергии» и поясните, в чем отличие этого понятия от понятия «абонент энергосистемы»?
3. Что называется электроустановкой? Приведите примеры ЭУ.
4. Каковы основные группы ПЭЭ по характеру их производственно-хозяйственной деятельности?

## **2.2. Взаимоотношения между энергосистемой и потребителями**

Электроэнергетическая система и её структура. Особенности электроэнергетического производства. Производство, передача и потребление электроэнергии как единство трех звеньев одного процесса. Цели и задачи, решаемые в каждом из звеньев, технические возможности их реализации. Неравномерность графика потребления и производства электроэнергии. Организация взаимоотношений между энергосистемой и потребителями электрической энергии. Предприятие «Энергосбыт» и его функции.

*Литература: [3,4]*

### *Методические указания*

При изучения материала данного раздела необходимо уяснить, что электроэнергетическая система является частью энергетической системы, которая состоит из электростанций, сетевых предприятий, предприятий энергосбыта а также ремонтных заводов, лабораторий, проектных и конструкторских организаций и др. предприятий, обеспечивающих организацию энергетического производства и оперативное управление производственным процессом и режимом работы оборудования.

Необходимо также разобраться в особенностях электроэнергетического производства и обратить внимание на разграничение функций, связанных с организацией производственного процесса и оперативным управлением этим процессом.

Следует также познакомиться с юридически-правовыми и оперативно-диспетчерскими взаимоотношениями между энергосистемой и ПЭЭ, основными функциями предприятия «Энергосбыт», завершающего технологический процесс электроэнергетического производства.

### *Контрольные вопросы для самопроверки*

1. Из каких основных подразделений состоит энергосистема?
2. В чем особенности электроэнергетического производства?
3. Что относится к юридически-правовым взаимоотношениям между энергоснабжающей организацией (ЭСО) и ПЭЭ?
4. Дайте характеристику оперативно-диспетчерских отношений между энергосистемой и потребителями электроэнергии?
5. Каковы основные функции предприятия «Энергосбыт»?

## **2.3. Потребители электрической энергии промышленных предприятий**

### **2.3.1. Классификация и общая характеристика ПЭЭ**

Классификация электроприёмников по эксплуатационно-техническим признакам. Краткая характеристика ЭП и ПЭЭ некоторых отраслей промышленности (машиностроение и металлообработка, металлургия, химическая, текстильная и др. ). Понятие о режиме работы системы электроснабжения.

*Литература: [4,5]*

### *Методические указания*

Как известно, ЭЭ на промышленных предприятиях широко применяется для привода различных механизмов, для работы электротехнологических установок и освещения. Электроустановки каждого потребителя имеют свои характерные особенности и показатели, которые определяют условия их электроснабжения.

В данном разделе важно разобраться, по каким показателям (признакам) можно классифицировать ЭП (мощность, напряжение, род тока и т.д.) и уметь дать характеристику конкретного ЭП с учетом этих признаков для различных отраслей промышленности.

Необходимо также уяснить понятие режима работы системы электроснабжения (нормальный, аварийный, установившийся и т.п.) и параметры, его характеризующие.

#### *Контрольные вопросы для самопроверки*

1. Дайте характеристику ЭП по режиму их работы по условиям нагрева.
2. Что такое продолжительность включения (ПВ) и как она определяется?
3. По каким категориям классифицируются ЭП по надежности их электроснабжения?
4. Дайте характеристику ЭП по степени их влияния на загрузку фаз. Приведите примеры.
5. Что называется режимом работы системы электроснабжения, какие режимы бывают и чем различаются?

#### *2.3.2. Типовые группы промышленных электроприемников и их характеристика*

- ❑ Электропривод металлорежущих станков и других аналогичных механизмов: мощность, напряжение, род тока, характер нагрузки, режимы и особенности работы. Выбор мощности двигателя главного привода металлорежущего станка (на примере токарного станка).
- ❑ Силовые общепромышленные установки: насосы, вентиляторы, компрессоры. Назначение, характеристика электродвигателей, режимов работы.
- ❑ Подъемно-транспортные машины и механизмы: назначение, характеристика двигателей, режимов работы.
- ❑ Электротехнологические установки (ЭТУ): (электротермические, электросварочные, электролизные и др.). Их назначение и особенности работы. Установки с нелинейными, несимметричными и равнопеременными электрическими нагрузками.
- ❑ Электроосветительные установки (ОУ), краткая характеристика, особенности работы, схемы питания.
- ❑ Установки специального назначения: ультразвуковые; использующие энергию электрического поля постоянного и переменного тока и др.

*Литература [5,9]*

#### *Методические указания*

Все ПЭЭ по технологическому назначению и в зависимости от вида преобразования электроэнергии в другие ее виды могут быть разделены на ряд так называемых типовых групп (см. выше).

При изучении данного материала необходимо уметь дать характеристику ЭП любой из типовых групп (см. п.2.3.2.) по рассмотренным ранее эксплуатационно-техническим признакам (мощность, род тока, напряжение, частота и т.д.), сопровождая это соответствующими примерами.

Необходимо также иметь общее представление о той или иной ЭТУ, ее основных частях, конструктивном исполнении и назначении.

При расчете мощности двигателя главного привода металлорежущего станка, работающего в длительном режиме, необходимо учитывать режим его нагрузки: постоянная или переменная.

Для инженерной (приблизительной) оценки величины мощности главного двигателя станка при переменной нагрузке может быть предложен следующий алгоритм.

#### Порядок расчета мощности двигателя главного привода металлорежущего станка (на примере токарного станка)

Для обеспечения нормальной работы станка с переменной нагрузкой, двигатель должен удовлетворять двум условиям:

– развивать наибольшую мощность, требуемую в процессе обработки детали;  
– не перегреваться сверх нормы, т.е. иметь соответствующий (допустимый) температурный режим.

Будем считать также, что по окончании  $i$ -й операции обработки детали главный двигатель не отключается, а работает на холостом ходу (отключается лишь шпиндель посредством фрикционной муфты).

По исходным данным, задаваемым технологами, т.е. скорости резания  $V_i$  (м/мин.) и усилию резания  $F_{zi}$  (Н) на каждой  $i$ -й операции определяется активная мощность резания  $P_{zi}$  (кВт) по выражению [6]:

$$P_{zi} = \frac{F_{zi} V_i}{60} 10^{-3} . \quad (2.1)$$

Расчетная мощность на валу двигателя  $P_{овi}$  (кВт) на каждой операции (с учетом КПД станка на  $i$ -й операции  $\eta_i$ ), определяется следующим образом:

$$P_{овi} = \frac{P_{zi}}{\eta_i} . \quad (2.2)$$

Здесь для определения  $\eta_i$  условно принимается максимальная мощность резания  $P_{zi_{макс}}$ , за номинальную мощность двигателя  $P_{н.дв}$  при номинальном КПД станка  $\eta_n$ , который также задается в исходных данных, т.е.

$$P_{zi_{макс}} = P_{н.дв} \text{ при } \eta_n .$$

Учитывая это, рассчитывают коэффициенты загрузки двигателя на каждой  $i$ -й операции

$$K_{zi} = \frac{P_{zi}}{P_{н.дв}} \quad (2.3)$$

и определяют коэффициенты постоянных  $\alpha$  и переменных  $\beta$  потерь из выражений

$$\alpha = 0,6 \cdot (\alpha + \beta) \text{ и } \beta = 0,4 \cdot (\alpha + \beta),$$

где

$$(\alpha + \beta) = \frac{1 - \eta_n}{\eta_n} . \quad (2.4)$$

Тогда величина  $\eta_i$  на каждой  $i$ -й операции может быть определена следующим образом:

$$\eta_i \cong \frac{1}{1 + \frac{\alpha}{K_{zi}} + \beta} \quad (2.5)$$

Имея  $\eta_i$ , определяем  $P_{ов.i}$  (см. выше).

Так как двигатель в период пауз не отключается, его мощность на холостом ходу  $P_0$  (кВт) может быть определена так:

$$P_0 = \alpha \cdot P_{zi_{макс}} \quad (2.6)$$

По результатам расчетов  $P_0$ ,  $P_{ов.i}$  и зная из исходных данных время пауз  $t_0$  и время работы на  $i$ -й операции  $t_{pi}$  (принимая  $t_0$  для всех пауз одинаковыми), строим нагрузочную диаграмму  $P = f(t)$  (рис. 2.1) и рассчитываем эквивалентную (среднеквадратичную) мощность двигателя  $P_{экс}$  (кВт) за цикл работы, т.е.

$$P_{экс} = \sqrt{\frac{P_{ов1}^2 * t_{p1} + P_{ов2}^2 * t_{p2} + P_{ов3}^2 * t_{p3} + P_0^2 \sum t_0}{T_{ц}}} \quad (2.7)$$

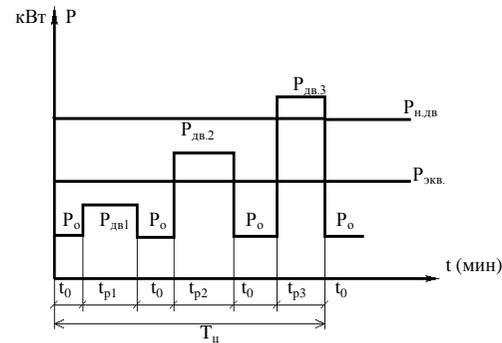


Рис 2.1. Нагрузочная диаграмма двигателя станка при его работе на трех операциях обработки детали

По величине  $P_{экс}$  выбираем электродвигатель с учетом его типа (АД или СД), номинального напряжения  $U_n$  и синхронной скорости вращения  $n_c$  (задаются в исходных данных) по выражению:

$$P_{н.ов} \geq P_{экс} \quad (2.8)$$

В случае если  $P_{н.дв} < P_{дв.1}$  хотя бы на одной из операций резания, то выбранный двигатель необходимо проверить на перегрузочную способность. Проверка состоит в сравнении максимального статического момента  $M_{ст.макс}$ , определенного на мощности  $P_{дв.макс}$  с максимальным моментом, развиваемым двигателем  $M_{дв.макс}$  (с учетом возможного снижения напряжения в сети на 10 %), т.е.

$$M_{дв.макс} \geq M_{ст.макс}.$$

Если это условие выполняется, то выбранный двигатель устойчив к перегрузке. В противном случае выбирается двигатель большей мощности, для которого вновь производится проверка на перегрузочную способность.

Величины  $M_{дв.макс}$  и  $M_{ст.макс}$  рассчитываются следующим образом:

$$M_{ст.макс} = 9550 \frac{P_{дв.1.макс}}{n_n} \text{ (Нм)}, \quad (2.9)$$

при  $[P_{дв.1.макс}] = [\text{кВт}]$ ,  $[n_n] = [\text{об/мин}]$ , а

$$M_{дв.макс} = M_{дв.ном} \cdot \lambda', \quad (2.10)$$

где  $M_{дв.ном} = 9550 \frac{P_{н.дв}}{n_n} \text{ (Нм)}, \quad (2.11)$

причем  $\lambda' = 0.81\lambda$ , а  $\lambda = \frac{M_{дв.макс}}{M_{дв.ном}}$ .

$P_{н.дв}$ ,  $n_n$  и  $\lambda$  принимают по каталогу на двигатели (прил.1).

Величина (коэффициент) «0,81» в формуле  $\lambda'$  учитывает возможное снижение напряжения в сети на 10 % [6].

Отформатировано: По левому краю, Отступ: Первая строка: 0 см

#### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Назовите основные типовые группы промышленных электроприемников.
2. Условие выбора мощности двигателя главного привода металлорежущего станка с переменной нагрузкой.
3. Как выполнить проверку главного двигателя металлорежущего станка на перегрузочную способность?
4. Дайте характеристику насосов, вентиляторов и компрессоров как ПЭЭ.
5. Приведите примеры подъемно-транспортных машин и механизмов. Дайте характеристику их режимов работы и как ПЭЭ.
6. Характеристика электросварочных установок как ПЭЭ, особенности их работы.
7. Назначение печей сопротивления, индукционных печей и их характеристика как ПЭЭ.
8. Дуговые сталеплавильные печи (ДСП), назначение, особенности работы как ПЭЭ.
9. Как можно подключить однофазные ПЭЭ к трехфазной 4 - проводной сети?
10. Приведите примеры ПЭЭ с резкопеременными электрическими нагрузками.
11. Дайте характеристику установок электрического освещения как ПЭЭ.

12. Приведите примеры установок специального назначения, особенности их работы с точки зрения ПЭЭ.

#### **2.4. Потребители электрической энергии городов**

Города как потребители электроэнергии. Характеристика зон населенных мест по назначению и расположению ПЭЭ. Характеристика ПЭЭ селитебных зон городов. Структура ПЭЭ и электропотребление в жилищно-коммунальном секторе городов. Графики электрической нагрузки коммунально-бытовых потребителей (КБП), их показатели и коэффициенты. Значения удельных расходов электроэнергии для различных групп ПЭЭ в городах.

Номенклатура некоторых электробытовых приборов и машин с указанием величины их мощности приведена в прил. 2.

*Литература [3,7]*

#### *Методические указания*

Города, как и промышленные объекты, также являются ПЭЭ, которые в свою очередь размещаются произвольно на значительно большей территории (особенно крупные города), чем территория предприятия.

При изучении материала данного раздела необходимо разобраться, какие характерные группы ПЭЭ имеются в городах, на какие зоны по их назначению подразделяется территория населенных мест, какие потребители располагаются в той или иной зонах. Необходимо иметь представление о составе и структуре электропотребления коммунально-бытовых потребителей ЭЭ, динамики ее изменения.

Процесс потребления ЭЭ во времени отражается суточными и годовыми графиками нагрузки, которые существенно отличаются от таковых для промышленных предприятий. Надо уяснить, в чем основное различие этих графиков и определить, какими показателями и коэффициентами они характеризуются, знать, что такое «характерный» суточный график нагрузки».

#### *Контрольные вопросы для самопроверки*

1. На какие зоны по назначению и расположению ПЭЭ подразделяется территория населенного места?
2. Дайте характеристику ПЭЭ селитебной зоны города.
3. Характеристики ПЭЭ промышленной зоны города.
4. Какова структура электрического потребления в жилищно-коммунальном секторе городов?
5. Какими показателями и коэффициентами характеризуются графики электрических нагрузок коммунально-бытовых потребителей?

#### **2.5. Совместная работа потребителей электрической энергии и энергосистемы. Рациональное использование ЭЭ**

Понятие электромагнитной совместимости (ЭМС) приемников электроэнергии и питающей сети. Нормативно-техническая документация (НТД) по данному вопросу. Способы и технические средства уменьшения влияния электротехнологических установок на работу электрической сети и других групп электроприемников.

Оценка эффективности использования электроэнергии, передаваемой ее потребителям. Мероприятия по энергоосбережению при работе ПЭЭ. Режимные мероприятия энергосистемы (управление нагрузками потребителей и регулирование их суточных графиков).

Экологические требования обеспечения нормальной работы приемников электрической энергии. Заключение по дисциплине.

*Литература [1,10.]*

*Методические указания*

По данному разделу программы необходимо рассмотреть материал по ряду вопросов: Дать понятие проблемы ЭМС, которую по своим масштабам, особенно в последние время, сравнивают с проблемой загрязнения окружающей среды, а также разобраться в причинах ее возникновения. Необходимо понять, какой материальный ущерб и в результате чего наносится электрическим сетям и ПЭЭ при отказе от решения этой проблемы, а также какие пути, способы, средства реально позволяют улучшить ЭМС приемников ЭЭ и питающей сети. НТД по данному вопросу.

Показать, что в современных условиях особо актуальное значение в системах электроснабжения ПЭЭ имеет проблема энергосбережения. При изучении этого материала важно понять, какие мероприятия по рациональному и экономному использованию ЭЭ должны проводиться, как оценить их эффективность.

*Контрольные вопросы для самопроверки*

1. Дайте понятие электромагнитной совместимости ПЭЭ и питающей сети.
2. В чем заключаются отрицательные последствия отказа от решения проблемы ЭМС?
3. Пути, способы и средства для решения проблемы ЭМС.
4. Энергосберегающие мероприятия по эффективному использованию ЭЭ, потребляемой различными группами электроприемников.

**Контрольная работа**

*Тема «Расчет мощности двигателя главного привода металлорежущего станка».*  
(Номер варианта задания соответствует последней цифре шифра зачетной книжки).

**Задача.** Выбрать двигатель главного привода металлорежущего станка, работающего с переменной нагрузкой и при необходимости проверить его на перегрузочную способность, используя данные табл. П1. Построить нагрузочную диаграмму работы станка.

Расчетные формулы для решения задачи изложены в п. 2.3.2. настоящих указаний, а варианты заданий в табл. 2.1.

При решении задачи требуется обосновать принимаемые решения, а при ответах на теоретические вопросы, предложенные в работе, пояснить не только назначение и принцип действия конкретной установки, но, главное, дать характеристику ее как ПЭЭ в разрезе эксплуатационно-технических признаков. Ответы также должны сопровождаться при необходимости рисунками, графиками и т.п. с обязательными ссылками на литературу.

В качестве электродвигателя главного привода станка допускается применить асинхронные короткозамкнутые двигатели других серий против тех, что указаны в табл.П1.

### **Задание к контрольной работе**

1. *Подъемно-транспортные машины, их назначение и характеристика как потребителей электрической энергии(ПЭЭ).*
2. *Характеристика осветительных установок(ОУ) как потребителей электроэнергии(ЭЭ).*
3. *Электросварочные установки как ПЭЭ, их устройство и назначение.*
4. *Виды компрессорных установок, их применение и характеристика как ПЭЭ.*
5. *Индукционные установки (печи), их исполнение и характеристика как ПЭЭ.*
6. *Виды и назначение насосных установок, их характеристика с точки зрения потребителей электрической энергии.*
7. *Назначение и устройство дуговых сталеплавильных печей(ДСП), их характеристика с позиций ПЭЭ.*
8. *Характеристика печей сопротивления прямого и косвенного нагрева как ПЭЭ, их назначение .*
9. *Установки электролиза как ПЭЭ, их назначение и принцип действия.*
10. *Установки, использующие энергию электрического поля постоянного и переменного тока и их характеристика как ПЭЭ.*
11. *ПЭЭ с несимметричными нагрузками, особенности их работы и влияние на электрическую сеть. Схемы включения.*
12. *Характеристика ПЭЭ с резкопеременными нагрузками, особенности их работы и влияние на электрическую сеть.*
13. *Проблема электромагнитной совместимости(ЭМС) потребителей электроэнергии и питающей сети, пути ее решения.*
14. *Юридически-правовые вопросы взаимоотношений между энергоснабжающей организацией (ЭСО) и потребителями ЭЭ.*
15. *Оперативно-диспетчерские вопросы взаимоотношений между энергосистемой и ПЭЭ. Предприятие "Энергонадзор".*
16. *Классификация методов электрического нагрева, применяемого в установках ПЭЭ. Примеры установок.*
17. *Структура ПЭЭ в зависимости от характера их производственно-хозяйственной деятельности.*
18. *Электроэнергетическое производство, его характеристика и основные особенности.*
19. *Характеристика кратковременного и повторно- кратковременного(ПКР) режимов работы электроприемников, их показатели и отличия. Примеры таких ПЭЭ.*
20. *Общая характеристика ПЭЭ предприятий химической промышленности.*

Таблица 2.1. Исходные данные к контрольной работе по расчету мощности двигателя главного привода металлорежущего станка

№ п/п	Наименование	Усл. обозн.	Ед. изм.	Данные по вариантам									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Усилие резания на операциях	$F_{z1}$ $F_{z2}$	Н Н	3000 2300	3150 3800	2400 4000	2700 4100	2100 2900	3500 3900	3900 2700	3700 2100	3900 3100	4000 2500
2	Скорость реза-ния на операциях	$v_1$ $v_2$	м/мин м/с	145 2,5	120 3,0	125 3,0	135 2,5	110 2,0	50 4,0	140 2,0	135 4,5	152 5,0	144 2,7
3	Время резания на операциях	$t_{p1}$ $t_{p2}$	мин мин	1,2 1,0	0,8 0,9	0,7 0,8	0,9 1,1	0,8 1,0	1,2 1,0	0,9 1,3	1,0 0,8	0,7 1,1	1,3 1,1
4	Время межопера-ционной паузы	$t_0$	с	42	40	50	45	60	40	42	45	55	60
5	КПД станка при полной нагрузке	кпд	%	0,75	0,8	0,76	0,82	0,8	0,7	0,75	0,82	0,8	0,83
6	Синхронная ско-рость двигателя	$n_c$	мин	1500	3000	1000	1500	1000	3000	1500	1000	1500	3000
7	Номера теорети-ческих вопросов			4, 11	2, 12	3, 15	6, 13	1, 14	9, 16	7, 17	5, 17	7, 18	9, 10
8	Тип электро-двигателя			Асинхронные двигатели А и АИР									

Примечание. Принять при расчетах, что электродвигатель в период пауз от сети не отключается.

#### Библиографический список

1. **Правила** устройства электроустановок: утв. М-вом энергетики Рос. Федерации 08.07.02; введ в действ. 01.01.03. – 7-е изд. – М.: НЦЭНАС, 2003.
2. **Правила** технической эксплуатации электроустановок потребителей. – М.: «Энергосервис», 2002.
3. **Головкин, П.И.** Энергосистема и потребители электрической энергии/П.И. Головкин. – М.: Энергоатомиздат, 1984.
4. **Иванов, В.С.,** Соколов В.И. Режимы потребления и качество электрической энергии систем электроснабжения промышленных предприятий В.С. Иванов. – М.: Энергоатомиздат, 1987.
5. **Мукосеев, Ю.Л.** Электроснабжение промышленных предприятий/Ю.Л. Мукосеев. – М.: Энергия, 1973.
6. **Рыжова, В.Ф.** Методические указания к проведению практических занятий по предмету «Электрооборудование промышленных предприятий и установок отрасли»/В.Ф. Рыжова; Всесоюзн. заочн. энерг. техн.-м.- Иваново, 1991.
7. **Козлов, В.А.** Электроснабжение городов/В.А. Козлов. – Л.: Энергоатомиздат, 1988.
8. **Рекус, Г.Г.** Электрооборудование производств: учеб. пособие/Г.Г. Рекус. – М.: Высш. шк., 2005.
9. **Справочник** энергетика /под ред. А.М. Чохонелидзе. – М.: Колос, 2006.
10. **ГОСТ 13109-97.** Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – М.: Изд-во стандартов, 1998.

Таблица П1. Технические данные некоторых асинхронных двигателей серии А и АИР  
(синхронная частота вращения 1000, 1500 и 3000 об/мин,  $U_n=380В$ )

Тип	$P_{н\text{у}}$ , кВт	При номинальной мощности				$\frac{I_{\text{пуск}}}{I_{\text{ном}}}$	$\frac{M_{\text{пуск}}}{M_n}$	$\frac{M_{\text{дв.макс}}}{M_n}$
		$n_n$ , об/мин	$I_{\text{ном}}$ , А	$\eta_n$ , %	$\cos\varphi_n$			
A100S2	4,0	2845	8,7	83,0	0,84	7,0	3,4	4,0
A100L2	5,5	2860	11,0	84,0	0,86	5,5	1,8	2,2
A112M2	7,5	2895	15,0	87,0	0,89	7,0	2,5	3,2
A132M2	11,0	2865	22,0	87,0	0,88	7,0	2,3	3,0
A100L4	4,0	1435	9,0	83,0	0,78	6,6	2,8	3,6
A112M4	5,5	1450	11,3	87,0	0,85	7,0	2,4	3,0
A132S4	7,5	1455	15,6	88,0	0,83	7,0	2,8	3,2
A132M4	11,0	1435	22,0	87,0	0,88	7,0	2,5	2,9
A112M36	4,0	960	9,0	84,0	0,80	6,0	2,2	2,6
A132S6	5,5	950	12,2	83,0	0,82	5,0	2,2	2,5
A132M6	7,5	960	17,5	84,5	0,77	6,5	2,8	3,1
АИР16056	11,0	970	23,0	87,0	0,82	6,5	2,2	2,9

Таблица П2. Номенклатура электробытовых приборов и машин

№ п/п	Наименование	Установленная мощность, Вт
1	Стационарные электрические плиты	8500-10500
2	Холодильники	165-300
3	Морозильники	140
4	Стиральные машины:	
	без подогрева воды	600
	с подогревом воды	200-2500
5	Электропылесосы	6500-1400
6	Электроутюги	900-1700
7	Электрочайники	1850-2000
8	Посудомоечная машины с подогревом воды	2200-2500
9	Электромясорубки	1100
10	Электрокофеварки	650-1000
11	Тостеры	650-1050
12	Соковыжималки	200-300
13	Миксеры	250-400
14	Электрофены	400-1600
15	Вентиляторы	1000-2000
16	Телевизоры	90-140
17	Электрические сауны	12000

**ПОТРЕБИТЕЛИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ**  
ПРОГРАММА, МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ  
ЗАДАНИЯ (для студентов факультета заочного обучения  
специальностей 140205 и 140211)  
Составитель СОКОЛОВ Михаил Иванович

Редактор М.А. Иванова  
Лицензия ИД № 05285 от 4.07.2001 г.  
Подписано в печать . Формат издания 60x84 1/16.  
Бумага писчая. Печать офсетная. Усл.печ.л.0,93.  
Тираж 150 экз. Заказ  
ГООУВПО «Ивановский государственный университет им. В.И.Ленина»  
153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34.