

Министерство образования Республики Беларусь
Филиал БНТУ
«Минский государственный политехнический колледж»

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Электронное учебно-методическое пособие
для специальности 2-36 03 31
«Монтаж и эксплуатация электрооборудования (по направлениям)»

Минск 2019

Автор:

Писарук Т.В.

Рецензенты:

Сталович В.В., старший преподаватель кафедры “Электроснабжение” БНТУ
Седюкова А.Л., преподаватель филиала БНТУ «МГПК»

Электронное учебно-методическое пособие предназначено для самостоятельного и дистанционного изучения учебной дисциплины «Энергосбережение на промышленных предприятиях» учащимися специальности 2-36 03 31 «Монтаж и эксплуатация электрооборудования (по направлениям)». В учебно-методическом пособии представлен теоретический и практический материал, а также материал, обеспечивающий контроль знаний для проведения текущей и итоговой аттестации.

Белорусский национальный технический университет.
Филиал БНТУ “Минский государственный политехнический колледж”.
пр - т Независимости, 85, г. Минск, Республика Беларусь
Тел.: (017) 292-13-42 Факс: 292-13-42
E-mail: mgpk@bntu.by
<http://www.mgpk.bntu.by/>
Регистрационный № ЭИ БНТУ/МГПК – 25.2019

СОДЕРЖАНИЕ

[Пояснительная записка](#)

[Выписка из типового учебного плана](#)

[Междисциплинарные связи](#)

[Тематический план](#)

[Содержание программы](#)

[Критерии оценки результатов учебной деятельности учащихся](#)

[Перечень существенных и несущественных ошибок](#)

Теоретический раздел

[Материалы лекций](#)

[Лекция-презентация «Энергосберегающие мероприятия в быту»](#)

[Лекция-презентация «Основные методы и приборы регулирования и учета энергии»](#)

Практический раздел

[Методические указания для проведения практических работ](#)

Раздел контроля знаний

[Рекомендуемые материалы входного контроля](#)

[Рекомендуемые материалы тематического контроля №1 по теме «Топливо-энергетический комплекс РБ»](#)

[Рекомендуемые материалы тематического контроля №2 по теме «Энергетический баланс и определение потерь мощности и электроэнергии в электрических сетях»](#)

[Рекомендуемые материалы обязательной контрольной](#)

[Рекомендуемый перечень творческих работ](#)

[Рекомендуемая литература](#)

[Перечень ТНПА](#)

Пояснительная записка

Электронное учебная-методическое пособие учебной дисциплины разработано на основании учебного плана, утвержденного директором филиала БНТУ «Минский государственный политехнический колледж».

Цель учебной дисциплины подготовить учащихся к самостоятельной творческой производственной деятельности по энергосбережению на промышленных предприятиях. Учебная дисциплина предусматривает изучение основных организационных мероприятий по энергосбережению на промышленных предприятиях, а также энергосбережение в других отраслях народного хозяйства.

Изложение программного материала должно осуществляться с учетом знаний, приобретенных учащимися при изучении дисциплин «Теоретические основы электротехники», «Электроснабжение предприятий и гражданских зданий», «Электрооборудование предприятий и гражданских зданий», «Электрические аппараты», «Электрическое освещение» и др.

В процессе изучения учебной дисциплины необходимо строго соблюдать единство терминологии и обозначений в соответствии с действующими стандартами и Международной системой единиц (СИ), постоянно обращать внимание учащихся на вопросы безопасности труда.

В результате изучения учебной дисциплины «Энергосбережение на промышленных предприятиях» учащийся:

должен знать на уровне представления:

- цели и задачи энергосбережения на промышленных предприятиях;
- технологическую документацию электрохозяйства, которая отображает мероприятия, принятые предприятием в энергосбережении;
- основные положения Республиканской программы энергосбережения;

должен знать на уровне понимания:

- требования, предъявляемые к предприятиям в рамках республиканской программы энергосбережения;
- вопросы внедрения энергосберегающих мероприятий;
- методики расчета потерь электрической мощности и энергии в трансформаторах и линиях электропередач, а также методы снижения этих потерь;
- работу систем учета электрической энергии на предприятии;

должен уметь:

- адаптировать энергосберегающие мероприятия в рамках конкретного производства;
- оценивать энергоэффективность примененных энергосберегающих мероприятий.

Для контроля знаний предусмотрено проведение тематических контрольных работ, обязательной контрольной работы.

Для закрепления теоретических знаний и формирования у учащихся необходимых умений и навыков в ЭУМК включены практические работы.

Оценивание уровня знаний производится в соответствии со шкалой десятибалльной оценки результатов учебной деятельности обучающихся в учреждениях среднего специального образования (постановление Министерства образования Республики Беларусь от 29.03.2004 №17)

Выписка из типового учебного плана

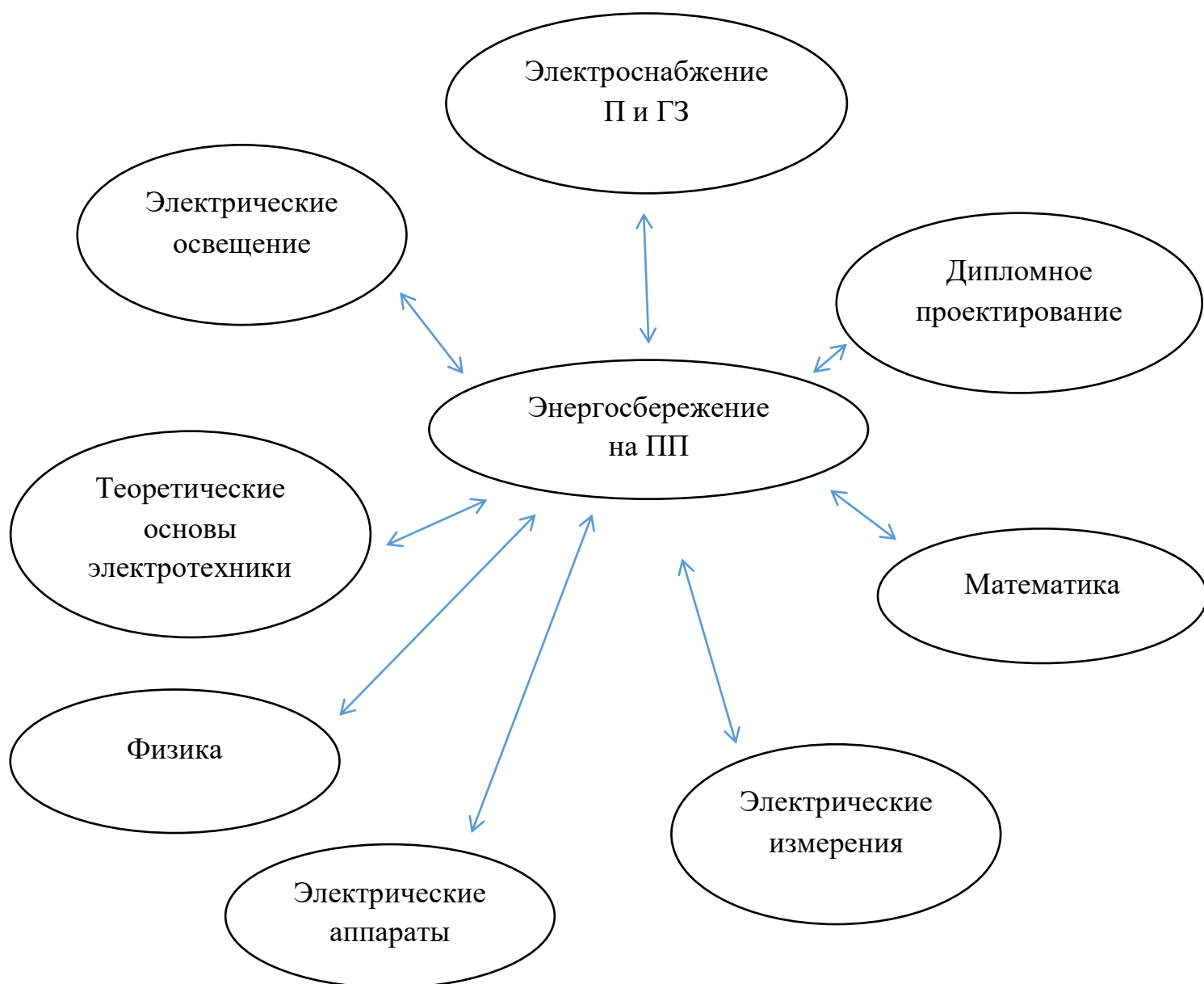
2 – 36 03 31 «Монтаж и эксплуатация электрооборудования (по направлениям)», утвержденного директором филиала 26.06.2018

Учебная дисциплина «Энергосбережение на промышленных предприятиях» изучается на протяжении 1 семестра (дневная форма обучения).

| Виды работ | Количество часов |
|--|--------------------|
| | 8 семестр обучения |
| Всего часов | 30 |
| Из них: практических занятий | 6 |
| лабораторных работ | - |
| курсовое проектирование | - |
| Количество: тематических контрольных работ | 2 |
| обязательных контрольных работ | 1 |
| *домашних контрольных работ | - |
| Дифференцированный зачет | - |
| Экзамен* | - |

*Для заочной формы обучения

Междисциплинарные связи



Тематический план

| Раздел, тема | Количество часов | |
|--|------------------|---|
| | Всего | В том числе На практические работы |
| Ведение | 1 | |
| Раздел 1 Топливо-энергетический комплекс РБ | 3 | |
| Раздел 2 Основные направления энергетической политики РБ | 2 | |
| Раздел 3 Основные пути энергообеспечения предприятий и их совершенствование | 16 | 4 |
| Тема 3.1 Управление энергоресурсами и их оптимизация: энергетический менеджмент, аудит и мониторинг | 2 | |
| Тема 3.2 Совершенствование существующих систем энергосбережения предприятий | 2 | |
| Тема 3.3 Энергетический баланс и определение потерь мощности и электроэнергии в электрических сетях. | 4 | 2 |
| Тема 3.4 Использование вторичных энергоресурсов и альтернативных видов топлива | 2 | |
| Тема 3.5 Энергосбережение в разных отраслях народного хозяйства | 6 | 2 |
| Раздел 4 Современные методы и приборы учета энерго- и ресурсосбережения | 4 | 2 |
| Раздел 5 Основные принципы политики ценообразования ТЭР | 1 | |
| Обязательная контрольная работа | 1 | |
| Раздел 6 Нормативная и правовая база функционирования ТЭР и пути ее совершенствования | 2 | |
| Итого | 30 | 6 |

Содержание дисциплины

| Цели изучения темы | Содержание темы | Результат |
|--|--|--|
| 1 | 2 | 3 |
| Введение | | |
| Сформировать представление о целях и задачах дисциплины, основном содержании дисциплины, ее связи с другими дисциплинами, значении в подготовке специалиста. | Цели и задачи дисциплины. Основное содержание дисциплины, ее связь с другими дисциплинами, значение в подготовке специалиста. | Называет цели и задачи дисциплины, основное содержание дисциплины, ее связь с другими дисциплинами, значение в подготовке специалиста |
| Раздел 1 Топливо-энергетический комплекс РБ | | |
| Дать понятие о топливно-энергетическом комплексе РБ, топливных запасах и потребности РБ в энергоресурсах | Объемы топливных запасов РБ. Потребность РБ в электроэнергии. Собственные запасы горючих полезных ископаемых на территории РБ. | Характеризует основные топливно-энергетические ресурсы РБ. Поясняет потребность РБ в электроэнергии. Описывает собственные запасы горючих полезных ископаемых на территории РБ |
| Раздел 2 Основные направления энергетической политики РБ | | |
| Сформировать понятие об основных направлениях энергетической политики РБ. Познакомить с республиканской энергетической программой энергосбережения. | Основные направления энергетической политики РБ. Республиканская программа энергосбережения | Раскрывает основные направления республиканской программы энергосбережения. Перечисляет основные приоритеты энергетической политики РБ. |

| 1 | 2 | 3 |
|--|--|---|
| Раздел 3 Основные пути энергообеспечения предприятий и их совершенствование | | |
| <i>Тема 3.1 Управление энергоресурсами и их оптимизация: энергетический менеджмент, аудит и мониторинг</i> | | |
| Сформировать представление об организации управления энергетическими ресурсами. Дать понятие энергетического менеджмента, аудита и мониторинга. Сформировать знания о целях и задачах энергетического менеджмента, аудита и мониторинга. | Процесс организации управления энергетическими ресурсами на промышленном предприятии. Организация, цели и задачи энергетического менеджмента. Организация, цели и задачи энергетического аудита. Организация, цели и задачи энергетического мониторинга. | Объясняет процесс организации управления энергетическими ресурсами на промышленном предприятии. Формулирует цели и задачи энергетического менеджмента, аудита и мониторинга. Описывает, каким образом организуется энергетический менеджмент, аудит и мониторинг. |
| <i>Тема 3.2 Совершенствование существующих систем энергоснабжения предприятий</i> | | |
| Сформировать знание об основных стадиях технологии энергосбережения. Сформировать представление о динамике потребления электроэнергии системами электроснабжения | Основные стадии технологии энергосбережения. Динамика потребления электроэнергии системами электроснабжения | Описывает основные стадии технологии энергосбережения. Характеризует динамику потребления электроэнергии системами электроснабжения |
| <i>Тема 3.3 Энергетический баланс и определение потерь мощности и электрической энергии в электрических сетях</i> | | |
| Дать понятие энергетического баланса. Сформировать знания о видах энергобаланса. Сформировать понятие о целях, задачах и этапах организации энергетического баланса. Сформировать понятие о потерях электрической мощности и энергии. | Энергетический баланс. Виды энергетического баланса. Цели и задачи энергетического баланса. Организация энергетического баланса. Потери электрической мощности и энергии. Способы расчета электрической мощности и энергии. | Формулирует цели и задачи энергетического баланса. Описывает, каким образом организуется энергетический баланс. Описывает сущность определения потерь мощности и энергии в системах электроснабжения. Перечисляет |

| 1 | 2 | 3 |
|--|---|--|
| | Пути снижения потерь мощности и энергии. | способы снижения потерь мощности и энергии. |
| <i>Практическая работа №1</i> | | |
| Научить рассчитывать потери мощности и энергии в элементах системы электроснабжения | Определение потерь мощности и электрической энергии | Рассчитывает потери мощности и энергии в элементах системы электроснабжения. Анализирует способы снижения потерь мощности и энергии. |
| <i>Тема 3.4 Использование вторичных энергоресурсов и альтернативных видов топлива</i> | | |
| Сформировать представление о вторичных энергетических ресурсах. Познакомить с альтернативными видами топлива. | Виды вторичных энергетических ресурсов. Горючие вторичные энергетические ресурсы. Тепловые вторичные энергетические ресурсы. Вторичные энергетические ресурсы избыточного давления. Альтернативные виды топлива. Возобновляемые энергетические ресурсы. | Называет основные виды вторичных энергетических ресурсов. Дает понятие тепловых, горючих и вторичных энергетических ресурсов избыточного давления. Перечисляет альтернативные виды топлива. Характеризует основные возобновляемые источники энергии. |
| <i>Тема 3.5 Энергосбережение в разных отраслях народного хозяйства</i> | | |
| Сформировать знание о энергосберегающих мероприятиях, проводимых на промышленных предприятиях. Сформировать понятие о энергосбережении в сельском хозяйстве. | Основные мероприятия по энергосбережению на промышленных предприятиях. Энергосбережение в сельском хозяйстве. Энергосбережение в быту: экономия воды, тепла, газа, электрической энергии. | Характеризует энергосберегающие мероприятия, проводимые на промышленных предприятиях. Описывает основные энергосберегающие мероприятия, применяемые в сельском хозяйстве. |

| 1 | 2 | 3 |
|---|--|--|
| Познакомить с инновационными способами энергосбережения в быту | | Перечисляет способы экономии энергетических ресурсов в быту. |
| <i>Практическая работа №2</i> | | |
| Научить определять экономическую эффективности энергосберегающих мероприятий. | Определение экономической эффективности энергосберегающих мероприятий. | Рассчитывает экономическую эффективности энергосберегающих мероприятий. Анализирует способы возможного увеличения экономической эффективности внедряемых мероприятий по энергосбережению. |
| Раздел 4 Современные методы и приборы учета энерго- и ресурсосбережения | | |
| Сформировать понятие о методах учета тепловой и электрической энергии на промышленных предприятиях и в быту. Сформировать представление об используемых приборах учета энергии на промышленных предприятиях и в быту. | Методы учета тепловой и электрической энергии для физических и юридических лиц. Приборы учета энергии. Аналоговые и электронные приборы учета энергии: достоинства и недостатки. Схемы подключения приборов учета. Калибровка счетчиков. | Характеризует основные методы учета тепловой и электрической энергии для физических и юридических лиц. Описывает работу аналоговых и электронных приборов учета энергии. Поясняет их достоинства и недостатки. Поясняет схемы подключения приборов учета энергии. Дает понятие калибровки счетчиков. |
| <i>Практическая работа №3</i> | | |
| Научить читать схемы включения приборов учета энергии. Научить подключать счетчики по представленной схеме. | Изучение приборов учета и контроля расхода энергоресурсов. Схемы включения. | Описывает работу схем включения приборов учета энергии. Подключает счетчик по предложенной схеме. Читает |

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|
| | | схемы включения приборов учета энергии. |
| Раздел 5 Основные принципы политики ценообразования ТЭР | | |
| Сформировать понятие о себестоимости энергии. Дать понятие формированию тарифных ставок на энергетические ресурсы. Сформировать знание о политике формирования тарифных ставок для физически и юридических лиц. | Себестоимость электрической и тепловой энергии. Формирование тарифных ставок для физически и юридических лиц. Виды тарифов. Сущность двухставочного тарифа на электроэнергию для предприятий. | Дает понятие себестоимости энергии. Описывает процесс формирования тарифных ставок для физически и юридических лиц. Перечисляет основные виды применяемых тарифов. Поясняет сущность двухставочного тарифа на электроэнергию для предприятий. |
| <i>Обязательная контрольная работа</i> | | |
| Раздел 6 Нормативная и правовая база функционирования ТЭР и пути ее совершенствования | | |
| Сформировать знание о нормативных и правовых документах, регламентирующих работу предприятий по эффективному использованию ТЭР. | Нормативная и правовая документация, регламентирующая использование ТЭР. Пути совершенствования потребления ТЭР. | Перечисляет основную нормативную документацию по энергосбережению. Поясняет основные направления совершенствования энергопотребления. |

Критерии оценки результатов учебной деятельности учащихся

| Отметка в баллах | Показатели оценки |
|---------------------|--|
| 1 (один) | Узнавание отдельных объектов изучения программного учебного материала, предъявляемых в готовом виде (<i>терминов и основных определений</i>). |
| 2 (два) | Различение объектов изучения программного учебного материала (<i>терминов и основных определений</i>), предъявленных в готовом виде; осуществление соответствующих практических действий. |
| 3 (три) | Воспроизведение части программного материала по памяти (<i>фрагментальный пересказ и перечисление основных принципов энергосбережения</i>); осуществление умственных и практических действий по образцу. |
| 4 (четыре) | Воспроизведение большей части программного учебного материала (<i>описание топливно-энергетического комплекса РБ, описание основных стадий технологии энергосбережения</i>); применение знаний в знакомой ситуации по образцу; наличие единичных существенных ошибок. |
| 5 (пять) | Осознанное воспроизведение большей части программного учебного материала (<i>описание основных методов энергосбережения, основных положений Республиканской программы энергосбережения, основных способов учета электрической энергии</i>); применение знаний в знакомой ситуации по образцу; наличие несущественных ошибок. |
| 6 (шесть) | Полное знание и осознанное воспроизведение всего программного учебного материала; владение программным учебным материалом в знакомой ситуации (<i>описание и объяснение технологии управления энергоресурсами, целей и задач энергетического аудита, энергетического менеджмента и энергетического баланса в условиях конкретного предприятия, основных направлений программы энергосбережения, методов использования вторичных энергетических ресурсов</i>); наличие несущественных ошибок. |
| 7 (семь) | Полное, прочное знание и воспроизведение программного учебного материала; владение программным учебным материалом в знакомой ситуации (<i>развернутое описание и объяснение, раскрытие сущности энергосберегающих</i> |

| Отметка в баллах | Показатели оценки |
|---------------------|--|
| | <i>мероприятий, использования вторичных энергетических ресурсов, использования альтернативных источников электрической и тепловой энергии; формулирование выводов; недостаточно самостоятельное выполнение заданий); наличие единичных несущественных ошибок.</i> |
| 8 (восемь) | Полное, прочное, глубокое знание и воспроизведение программного учебного материала; оперирование программным учебным материалом в знакомой ситуации (<i>развернутое описание и объяснение, раскрытие сущности Республиканской программы энергосбережения, методов экономии энергетических ресурсов; анализ эффективности внедренных энергосберегающих мероприятий; формулирование выводов; самостоятельное выполнение заданий); наличие единичных несущественных ошибок.</i> |
| 9 (девять) | Полное, прочное, глубокое системное знание программного учебного материала; оперирование программным учебным материалом в частично измененной ситуации (<i>применение учебного материала, как на основе известных правил, предписаний, так и поиск нового знания при разборе производственных ситуаций, самостоятельный выбор способов разрешения производственных ситуаций, выдвижения предложений, гипотез, наличие действий и операций творческого характера при решении производственных ситуаций; самостоятельный выбор энергосберегающих мероприятий в рамках конкретного производства; анализ экономического эффекта, полученного от внедрения энергосберегающих мероприятий).</i> |
| 10 (десять) | Свободное оперирование программным учебным материалом; применение знаний и умений в незнакомой ситуации (<i>самостоятельные действия по описанию, объяснению объектов изучения; демонстрация рациональных способов разрешения производственных ситуаций; выполнение рефератов, создание видеороликов, макетов, стендов, самостоятельная подготовка и выступление перед аудиторией с докладами по изучаемым темам, выполнение других творческих работ и заданий).</i> |

ПЕРЕЧЕНЬ

существенных и несущественных ошибок

Существенные ошибки:

В изложении теоретического материала:

- ошибки в изложении основных терминов, определений, понятий энергосбережения;
- ошибки в классификации мер по энергосбережению на промышленных предприятиях;
- ошибки при пояснении целей и задач энергетического менеджмента, аудита и мониторинга;
- ошибки при определении потерь мощности в энергетических системах;
- ошибки при определении основных стадий в технологии энергосбережения;
- затруднения в изложении классификации основных источников возобновляемой энергии;
- затруднения в объяснении принципов энергосбережения в различных отраслях народного хозяйства;
- ошибки при определении экономической эффективности энергосберегающих мероприятий;
- ошибки при пояснении основных методов учета электрической энергии;
- затруднения в пояснении определения себестоимости энергии, видов тарифов на электроэнергию;
- отсутствие систематизации знаний.

При выполнении практических работ:

- несоблюдение нормативно-технических документов при выполнении работ;
- нарушение технологии и последовательности операций при выполнении работ;
- нарушение методики расчета потерь мощности в энергетических системах;
- ошибки при выборе приборов учета электрической энергии;
- ошибки при обработке данных, полученных экспериментальным путем;
- ошибки при преобразовании единиц измеренных величин;

- затруднения в оценивании полученных результатов во время выполнения лабораторных работ;
- ошибки при преобразовании формул, приводящие к неверному результату.

Несущественные ошибки:

В изложении теоретического материала:

- неточности в стандартном изложении понятий, определений;
- неполное, неточное изложение материала;
- искажение в пояснении основных принципов энергосбережения;
- неполное изложение основных мероприятий по энергосбережению, проводимых на промышленных предприятиях;
- нерациональный план устного или письменного ответа;

При выполнении практических работ:

- неточности в оформлении работ;
- осложнения в преобразовании единиц измерения величин при расчете потерь мощности в энергетических системах;
- нерациональные методы (приёмы) работы со справочной литературой;
- ошибки вычислительного характера, не свидетельствующие о незнании, а совершенные по невнимательности учащегося;
- небрежное выполнение записей и рисунков при оформлении отчета;
- нарушение последовательности действий при решении задач.

Теоретический раздел Материалы лекций

Тема программы номер № 1 Топливо-энергетический комплекс РБ

Тема учебного занятия номер № 1 Объемы топливных ресурсов РБ.
Потребность РБ в электроэнергии

1. Изучение общих сведений о политике энергосбережения и основные понятия
2. Изучение объемов топливных ресурсов Республики Беларусь
3. Изучение основных отраслей экономики, нуждающихся в электроэнергии

В Беларуси постоянно повышается рост цен на энергоносители, а из-за высокой энергетической составляющей в себестоимости выпускаемой продукции часто происходило снижение ее конкурентоспособности на внешних и внутреннем рынках. Эта тенденция стала характерной для всех стран СНГ. В последние годы в результате политики энергосбережения эта тенденция стала изменяться.

Поэтому для Беларуси основой устойчивого развития является решение трех глобальных проблем:

- ресурсосбережение экономики;
- конкурентоспособность производимой продукции;
- улучшение экологии (снижение техногенного воздействия на окружающую среду).

Таким образом, энерго- и ресурсосбережение на основе современных научно-технических достижений является одним из основных долговременных направлений мировой экономической политики, и она в полной мере должна быть реализована в нашей республике.

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте потребность Республики Беларусь в электроэнергии.
2. Перечислите и охарактеризуйте основные электростанции, обеспечивающие энергией Республику.
3. Опишите, каким образом распределяется энергопотребление между основными отраслями промышленности.
4. Поясните, чем вызвана потребность Республики Беларусь в энергосбережении.

Тема программы номер № 1 Топливо-энергетический комплекс РБ

Тема учебного занятия номер № 2 Собственные запасы горючих, полезных ископаемых на территории РБ

1. Изучение общих сведений о запасах горючих, полезных ископаемых на территории РБ
2. Изучение возможностей рационального использования имеющихся ресурсов

Под горючими ископаемыми понимаются материальные объекты, в которых сосредоточена энергия, пригодная для практического использования человеком. Энергия, непосредственно извлекаемая в природе, называется первичной, а энергоресурсы – первичными энергоресурсами.

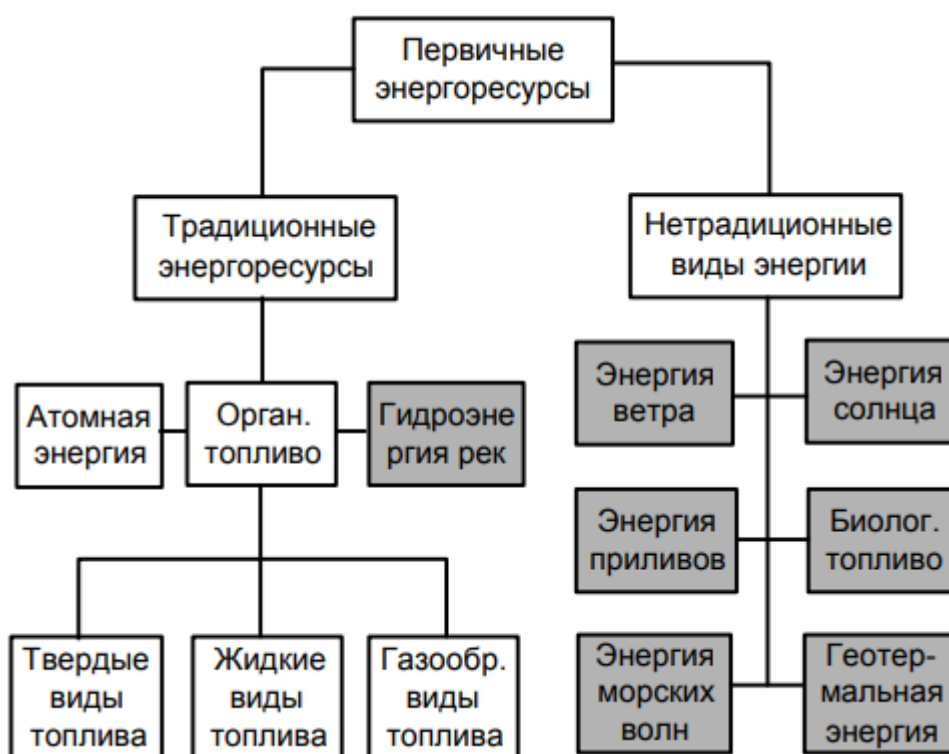


Рисунок – Классификация первичных энергоресурсов

Контрольные вопросы

1. Перечислите и охарактеризуйте топливо-энергетический комплекс Республики Беларусь.
2. Охарактеризуйте запасы полезных горючих ископаемых, разрабатываемых на территории Республики.

Тема программы номер № 2 Основные направления энергетической политики РБ

Тема учебного занятия номер № 3 Республиканская энергетическая программа энергосбережения, основные моменты и цели

1. Изучение общих сведений о энергетической политике РБ
2. Изучение основных моментов и целей республиканской энергетической программы энергосбережения

Первый этап в политике энергосбережения в Республике Беларусь был связан с модернизацией производства в следующих отраслях:

- электроника;
- приборостроение;
- производство средств связи;
- химико-фармацевтическая промышленность;
- промышленность полимерных и конструкционных материалов.

При отсутствии начальных средств важный рычаг в политике энергосбережения – привлечение инвестиций.

Второй этап – достижение финансовой активности и отладка инвестиционного механизма объектами технического перевооружения производств с наукоемкими и ресурсосберегающими технологиями, реформирование агропромышленного комплекса (АПК) и перевооружение отраслей народного хозяйства, обеспечивающих жилищное строительство.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные нормативные документы, которые регламентируют систему энергосбережения на территории Республики Беларусь.
2. Поясните, какие основные вопросы рассматривает программа энергосбережения на 2016-2020гг.
3. Поясните, каким образом происходит расчет эффективности внедренных энергосберегающих мероприятий на промышленном предприятии.
4. Поясните основные направления Директивы №3

Тема программы номер № 3.1 Управление энергоресурсами и их оптимизация: энергетический менеджмент, аудит и мониторинг

Тема учебного занятия номер № 4 Цель, задачи и организация энергоменеджмента и энергоаудита на предприятии

1. Изучение общих сведений о энергетическом аудите
2. Изучение общих сведений о энергетическом менеджменте
3. Изучение общих сведений о энергетическом мониторинге

Энергетический менеджмент – это совокупность организационных и технических мероприятий, направленных на повышение эффективности использования топливно-энергетических ресурсов.

Энергоменеджмент, по сути, представляет собой грамотное, гибкое, непрерывное и научно обоснованное управление энергетическими ресурсами производства, начиная с уровня цеха и заканчивая предприятием, концерном, отраслью.

Мониторинг – одна из основных функций энергетического менеджмента, направленная на соблюдение норм, правил и режимов энергоиспользования, выполнения запланированных мероприятий и действий, соблюдения установленных значений энергетических показателей.

Энергетический аудит – это обследование предприятия с целью сбора информации об источниках энергии и ее удельном потреблении на единицу выпускаемой продукции. Энергетический аудит является основным инструментом энергетического менеджмента.

Энергетический аудит представляет собой комплексное обследование энергопотребления конкретного производства с целью определения резервов экономии энергии, разработки программы энергосбережения и определения размера инвестиций на энергосберегающие мероприятия.

Контрольные вопросы

1. Перечислите и охарактеризуйте основные цели и задачи энергетического менеджмента.
2. Перечислите и охарактеризуйте основные цели и задачи энергетического мониторинга.
3. Перечислите и охарактеризуйте основные цели и задачи энергетического аудита.

Тема программы номер № 3.2 **Совершенствование существующих систем энергосбережения предприятий**

Тема учебного занятия номер № 5 **Основные стадии технологии энергосбережения. Динамика потребления электроэнергии**

1. Изучение общих сведений о технологии энергосбережения на промышленных предприятиях
2. Изучение общих сведений о основных стадиях технологии энергосбережения
3. Изучение основных сведений о динамике потребления электроэнергии

Энергосберегающие мероприятия, которые вы поведете на вашем предприятии позволят вам значительно сократить затраты на энергоносители и тем самым положительно влиять на технико-экономические показатели работы предприятия или производства.

Работы по энергосбережению ведутся по таким направлениям:

- Увеличение эффективности производственного процесса;
- Экономия энергоресурсов.

На сегодняшний день используется ряд эффективных способов для экономии электроэнергии. Основные из них:

- модернизация оборудования;
- применение энергосберегающих технологий;
- уменьшение потерь электроэнергии в электроприемниках и системах электроснабжения;
- регулирование режимов работы оборудования;
- улучшение качества электроэнергии.

Если доступ к энергии имеет лимит, то это дополнительная мотивация к экономии (например, лимитирование на использование газа).

Контрольные вопросы

1. Опишите основные направления технологии энергосбережения, пути и формы ее построения.
2. Опишите основные стадии технологии энергосбережения на промышленном предприятии.
3. Опишите динамику потребления электроэнергии на промышленном предприятии.

Тема программы номер № 3.3 Энергетический баланс и определение потерь мощности и электроэнергии в электрических сетях

Тема учебного занятия номер №6 Понятие об электробалансе. Виды энергобаланса.

1. Изучение общих сведений о энергетическом балансе
2. Изучение общих сведений о основных видах энергобаланса

Энергобаланс – баланс добычи, переработки, транспортировки, преобразования, распределения и потребления всех видов энергетических ресурсов и энергии в производстве.

Энергобаланс является отражением закона сохранения энергии в условиях конкретного производства.

Энергетический баланс (энергобаланс) состоит из приходной и расходной частей.

Составление баланса производится на основе данных о фактическом потреблении энергии на конкретных участках данного предприятия (двигатели, электрооборудование, освещение и т. д.). Для получения такой информации используются специальные приборы – счетчики электроэнергии, газа, пара, воды и пр.

Изучение энергетических балансов дает возможность установить фактическое состояние использования энергии, как на отдельных участках предприятия, так и на предприятии в целом. Энергетический баланс позволяет сделать выводы об эффективности работы предприятия. После закрытия баланса должны быть выявлены точки, участки на предприятии, где можно сэкономить энергию.

Анализ энергетического баланса состоит в качественной и количественной оценке состояния энергетического хозяйства предприятия.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятию энергобаланса
2. Дайте определение понятию приходная часть энергобаланса
3. Дайте определение понятию расходная часть энергобаланса
4. Перечислите основные виды энергобаланса
5. Поясните главную цель энергобаланса
6. Перечислите основные задачи энергобаланса

Тема программы номер №3.4 Использование вторичных энергоресурсов и альтернативных видов топлива

Тема учебного занятия номер №8 Основные источники возобновления энергии. Классификация ВЭР, источники ВЭР

1. Изучение общих сведений о вторичных и возобновляемых источниках энергии
2. Изучение классификации вторичных энергетических ресурсов
3. Изучение видов источников возобновляемой энергии

Вторичные энергетические ресурсы – энергия побочных и промежуточных продуктов, отходов производства (потерь), получаемых в технологических агрегатах и установках, технологических процессах, функциональное назначение которых не связано с ее производством, не используемая в самих агрегатах, установках, процессах.

ВЭР промышленности делятся на три основные группы:

- горючие,
- тепловые,
- избыточного давления.

Горючие (топливные) ВЭР – химическая энергия отходов технологических процессов химической и термохимической переработки сырья, а именно это: – побочные горючие газы плавильных печей (доменный газ, колошниковый, шахтных печей и вагранок, конверторный и т.д.),

Тепловые ВЭР – это тепло отходящих газов при сжигании топлива, тепло воды или воздуха, использованных для охлаждения технологических агрегатов и установок, теплоотходов производства, например, горячих металлургических шлаков.

ВЭР избыточного давления (напора) – это потенциальная энергия газов, жидкостей и сыпучих тел, покидающих технологические агрегаты с избыточным давлением (напором), которое необходимо снижать перед последующей ступенью использования этих жидкостей, газов, сыпучих тел или при выбросе их в атмосферу, водоёмы, ёмкости и другие приёмники. Сюда же относится избыточная кинетическая энергия.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение вторичным энергетическим ресурсам
2. Перечислите основные виды вторичных энергетических ресурсов
3. Охарактеризуйте использование ВЭР в промышленности

Тема программы номер № 3.5 Энергосбережение в разных отраслях народного хозяйства

Тема учебного занятия номер № 9 Энергосберегающие мероприятия в сельском хозяйстве и в быту

1. Изучение общих сведений о энергосбережении в сельском хозяйстве
2. Изучение сведений о энергосбережении в жилищно-коммунальном хозяйстве
3. Изучение сведений о энергосбережении при проведении строительных работ

Энергосбережение в сельском хозяйстве нацелено на снижение энергоемкости сельскохозяйственного продукта, а значит, и его себестоимости.

Сельское хозяйство потребляет несколько основных видов энергоресурсов:

- тепловая энергия,
- горюче-смазочные материалы,
- газ
- и электроэнергия.

Для экономии каждого из ресурсов сегодня предусмотрены определенные мероприятия.

В жилищном хозяйстве РБ потребляется около 30% всей производимой энергии. Существует перерасход энергии в уже эксплуатируемых зданиях, и потому вопрос энергосбережения является очень актуальным в жилом секторе. Известно, что согласно закону РБ «Об энергосбережении» все ТЭР в республике подлежат обязательному учету. Издан документ, прописывающий правила нормирования и учета ТЭР, «Положение по нормированию расхода топлива, тепловой и электрической энергии в народном хозяйстве Республики Беларусь», где приведены энергоэкономические показатели по нормированию ТЭР, дана размерность норм расхода ТЭР и указано, что необходимо экономить и каким образом.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные направления экономии энергетических ресурсов в сельском хозяйстве.
2. Перечислите основные направления экономии энергетических ресурсов в жилищно-коммунальном комплексе.
3. Перечислите основные направления экономии энергетических ресурсов в быту.

Тема программы номер №3.5 Энергосбережение в разных
отраслях народного хозяйства

Тема учебного занятия номер № 11 Энергосберегающие мероприятия
на промышленных предприятиях

1. Изучение общих сведений о энергосбережении в производстве
2. Изучение сведений о инновационных методиках энергосбережении в промышленности

Мероприятия по энергосбережению на предприятии — комплекс действий, снижающий избыточный расход энергоресурсов. Для того, чтобы уменьшить издержки предприятия без снижения производства, необходимо:

1. провести грамотный аудит точек потребления ресурсов;
2. выявить места с избыточным потреблением;
3. устранить и оптимизировать потребление энергоресурсов.

К основным мерам экономии относятся:

- снижение потребления электроэнергии;
- оптимизация системы тепло и водоснабжения и снижение расхода газа.

Эффективная экономия энергоресурсов — одна из важнейших задач любого промышленного предприятия. Спрос на них постоянно растет, вместе с этим повышаются и тарифы на электричество, газ, тепло- и водоснабжение.

Высокая стоимость ресурсов при нерациональном их использовании повышает себестоимость продукции и делает производство менее конкурентоспособным по сравнению с более энергоэффективным производством.

Поэтому так важно проводить постоянный контроль мероприятий по энергосбережению на предприятии, последовательно снижая потребление энергии.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные мероприятия по экономии электрической энергии на предприятии.
2. Перечислите основные мероприятия по экономии тепловой энергии на предприятии.
3. Перечислите основные мероприятия по экономии воды и газа на предприятии.

Тема программы номер №4 Современные методы и приборы учета энерго- и ресурсосбережения

Тема учебного занятия номер №12 Основные методы и приборы регулирования электрической энергии

1. Изучение основной классификации приборов учета
2. Изучение отдельных видов счетчиков и их особенностей работы
3. Изучение схем включения измерительных приборов в сети

Прибор учета электрической энергии — специальный прибор, предназначенный для измерения расхода электроэнергии переменного или постоянного тока. Принцип работы электросчётчика зависит от типа конструкции самого прибора.

Классификация счетчиков электроэнергии

По типу подключения:

- счетчики прямого включения в силовую цепь;
- счётчики трансформаторного включения, подключаемые к силовой цепи через специальные измерительные трансформаторы.

По измеряемым величинам:

- однофазные (измерение переменного тока 220В, 50Гц);
- трехфазные (380В, 50Гц). Современные электронные трехфазные счетчики поддерживают однофазный учет.

По конструкции:

1. Индукционные (электрохимические электросчетчики)
2. Электронные (статический электросчетчик)
3. Гибридные счётчики электроэнергии

Контрольные вопросы

1. Перечислите и охарактеризуйте основные виды счетчиков.
2. Опишите работу и конструкцию индукционного счетчика.
3. Опишите работу и конструкцию электронного счетчика.
4. Опишите работу и конструкцию АСКУЭ.
5. Приведите пример схемы включения счетчика и опишите порядок подключения счетчика к сети.

Тема учебного занятия номер №14 Себестоимость энергии. Виды тарифов

1. Изучение общих сведений о формировании себестоимости энергии на предприятии
2. Изучение сведений о формировании тарифов для физических и юридических лиц

Система тарифов на энергоносители является ключевым звеном в экономическом механизме стимулирования энергосбережения.

В практике всех промышленно развитых стран при формировании цен на энергию используется затратный метод (цена равна себестоимости плюс норма прибыли). В РБ тарифообразование также строится на затратном принципе. В развитых странах тарифы дифференцируются по группам потребителей в зависимости от издержек на производство, передачу и распределение энергии, поскольку энергообеспечение потребителей, подключенных к высоковольтному напряжению, сопряжено с меньшими издержками, чем энергообеспечение низковольтных потребителей, например, коммунально-бытового сектора.

Тарифы на теплоэнергию также дифференцируются: во-первых, по видам теплоносителя (пар или горячая вода), во-вторых, по параметрам, по удаленности от источника теплоснабжения и т. д.

В настоящее время для расчетов с потребителями в РБ применяются одно- и двухставочные тарифы на электроэнергию. Одноставочные тарифы служат для расчетов с населением, учреждениями и организациями, маломощными промышленными потребителями с присоединенной мощностью до 750 кВт, с предприятиями сельского хозяйства и электротранспортом. Размер платы определяется как произведение цены за единицу энергии на общее потребленное количество.

Контрольные вопросы

1. Поясните, каким образом формируются тарифы на электроэнергию для физических и юридических лиц.
2. Поясните, в чем сущность двухставочного тарифа для предприятий с установленной мощностью выше 750кВт.
3. Поясните, каким образом тарифная политика влияет на выравнивание графика электрической нагрузки.

Тема программы номер №6 Нормативная и правовая база функционирования ТЭР и пути ее совершенствования

Тема учебного занятия номер №15 Закон РБ «Об энергосбережении»

1. Изучение общих сведений о законодательной базе, подкрепляющей политику энергосбережения в Республике Беларусь
2. Изучение закона Республики Беларусь «Об энергосбережении»

Закон Республики Беларусь от 8 января 2015 г. № 239-З «Об энергосбережении».

Под энергосбережением Закон понимает организационную, практическую, научную, информационную и другую деятельность субъектов отношений в сфере энергосбережения, направленная на более эффективное и рациональное использование топливно-энергетических ресурсов.

Закон закрепляет широкий понятийный аппарат, в том числе приводятся определения таких используемых в нем основных терминов, как «энергосбережение», «эффективное использование топливно-энергетических ресурсов», «энергетическая эффективность», «прогрессивные нормы расхода топливно-энергетических ресурсов» и др

Определяются основные направления государственного регулирования в сфере энергосбережения (разработка, утверждение и реализация республиканской, отраслевых, региональных программ энергосбережения и других программ в сфере энергосбережения; техническое нормирование, стандартизация, оценка соответствия требованиям технических нормативных правовых актов в области технического нормирования и стандартизации; установление показателей в сфере энергосбережения; нормирование расхода топливно-энергетических ресурсов; проведение энергетических обследований (энергоаудитов); стимулирование энергосбережения; проведение государственной экспертизы энергетической эффективности; надзор в сфере энергосбережения).

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные вопросы, которые рассматривает закон «Об энергосбережении»
2. Поясните основную направленность данного законопроекта.

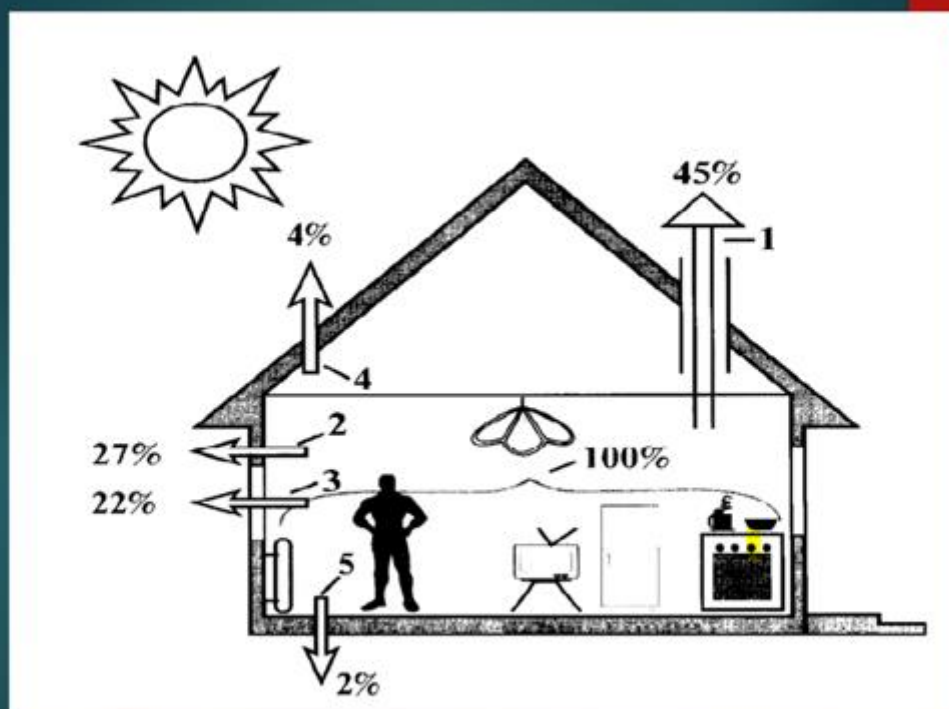
Энергосберегающие мероприятия в быту

Обязательные условия успеха их решения:

- психологическая настроенность и желание населения экономно расходовать энергоресурсы;
- знание способов энергосбережения и умение их использовать в повседневной жизни;
- рачительное отношение людей к энергопользованию на подсознательном уровне, внутренняя дисциплина бережного энергопотребления.

Потери теплоты (*теплопотери*) в здании в процентном отношении выглядят примерно так:

1. До 39 – 45 % – за счет воздухообмена (через вентиляционные отверстия, дымоход) и учитывая инфильтрацию.
2. До 26 – 27 % – через наружные стены (наружные ограждающие конструкции).
3. До 22 – 24 % – через не утепленные двери и окна.
4. В индивидуальном доме: до 4 % – через крышу и перекрытия; до 2 % – через пол, подвал. В многоэтажном многоквартирном доме: до 11 % – через подвал, перекрытия, лестничные клетки (см. рис. 8.2).



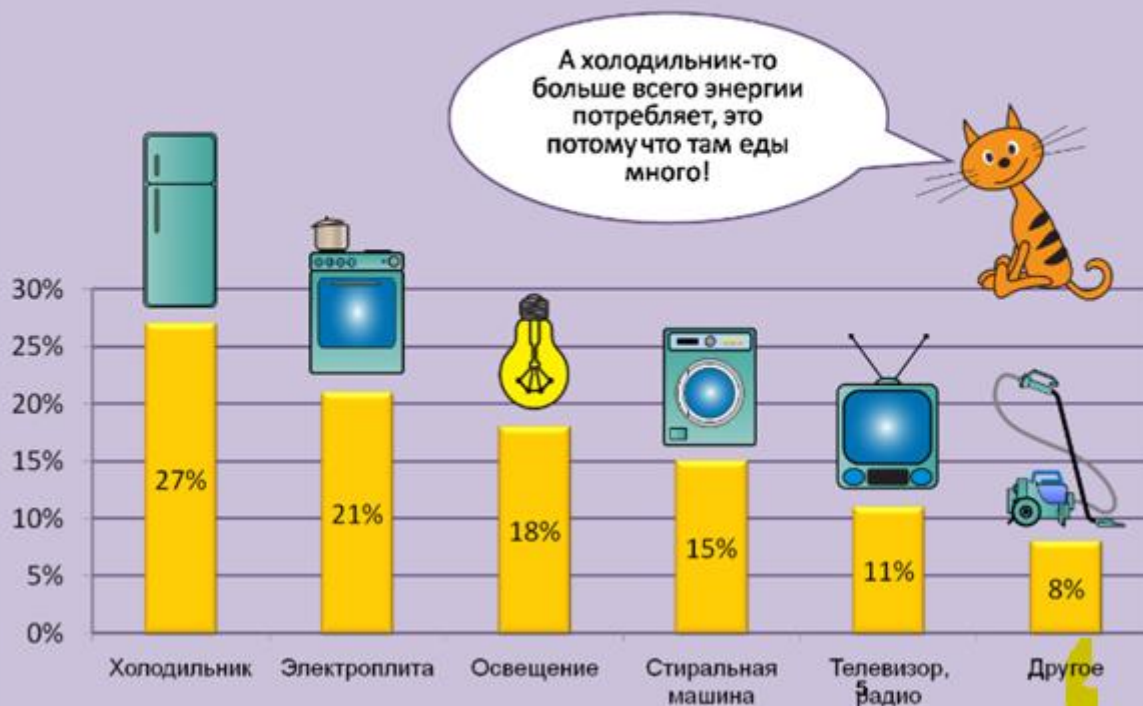
ВОЗМОЖНЫЕ МЕТОДЫ ТЕПЛОСБЕРЕЖЕНИЯ.

- - изоляция щелей в оконных рамах и дверных проемах;
- - установка уплотнителя на дверных и оконных коробках;
- - монтаж теплоотражающей пленки на окна;
- - рациональное проветривание помещения: не долго, но интенсивно!
- - обеспечение беспрепятственного проникновения тепла в комнату: не загораживайте отопительные приборы!
- - установка теплоотражающих экранов за радиаторами отопления.

Последний способ пока еще не типичен для нашей страны. Но по оценкам специалистов установка такого рода экранов способна повысить температуру в помещении на 1-2⁰С.



Энергопотребление в семье





1

УСТАНОВИТЕ В ДОМЕ ТОЛЬКО ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ЛАМПЫ

Экономия до 170 Квт/ч в год



2

ОТКАЖИТЕСЬ ОТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕКОТОРЫХ ЭЛЕКТРОПРИБОРОВ

Электрочайник можно заменить обычным керамическим, мультиварку – газовой плитой, радиотелефон – простой моделью телефона



3

ПРИ ПОКУПКЕ БЫТОВОЙ ТЕХНИКИ ОБРАЩАЙТЕ ВНИМАНИЕ НА КЛАСС ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

Больше всего электричества потребляют модели G, меньше всего с маркировкой A++



4

ЗАМЕНИТЕ ОДНОФАЗНЫЙ СЧЕТЧИК НА ДВУХФАЗНЫЙ ИЛИ ТРЕХФАЗНЫЙ

В этом случае можно запускать электроприборы ночью, когда электричество стоит дешевле всего. Соцнорма будет распределяться по времени суток пропорционально потреблению



5

ВЫХОДЯ ИЗ КОМНАТЫ, НЕ ЗАБЫВАЙТЕ ГАСИТЬ СВЕТ

По подсчетам специалистов, около 30% электроэнергии тратится на освещение пустующих помещений

6



**НЕ ОСТАВЛЯЙТЕ ПРИБОРЫ
В РЕЖИМЕ ОЖИДАНИЯ**

«Спящий» компьютер или зарядившийся телефон с не вынутым из розетки зарядным устройством продолжают расходовать электроэнергию

7



**СОКРАТИТЕ ВРЕМЯ РАБОТЫ
БЫТОВОЙ ТЕХНИКИ И ИСПОЛЬЗУЙТЕ
ЕЕ С НАИБОЛЬШЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ**

Не стоит запускать стиральную машину каждый день, да еще и загруженную лишь наполовину

8



**ИСПОЛЬЗУЙТЕ ТОЧЕЧНОЕ
ОСВЕЩЕНИЕ**

Вместо яркой люстры используйте всевозможные светильники, пусть они будут стоять во всех ключевых местах вашего дома

9



**СТАРАЙТЕСЬ АКТИВНЕЕ
ИСПОЛЬЗОВАТЬ ДНЕВНОЕ ВРЕМЯ**

Правда, в этом случае придется перестраивать привычный режим дня: к примеру, ложиться и вставать раньше

Расход воды в среднем на человека в сутки



Основные методы и приборы регулирования и учета энергии

Прибор учета электрической энергии — специальный прибор, предназначенный для измерения расхода электроэнергии переменного или постоянного тока. Принцип работы электросчётчика зависит от типа конструкции самого прибора.

Классификация счетчиков электроэнергии

По типу подключения:

- счетчики прямого включения в силовую цепь;
- счётчики трансформаторного включения, подключаемые к силовой цепи через специальные измерительные трансформаторы.

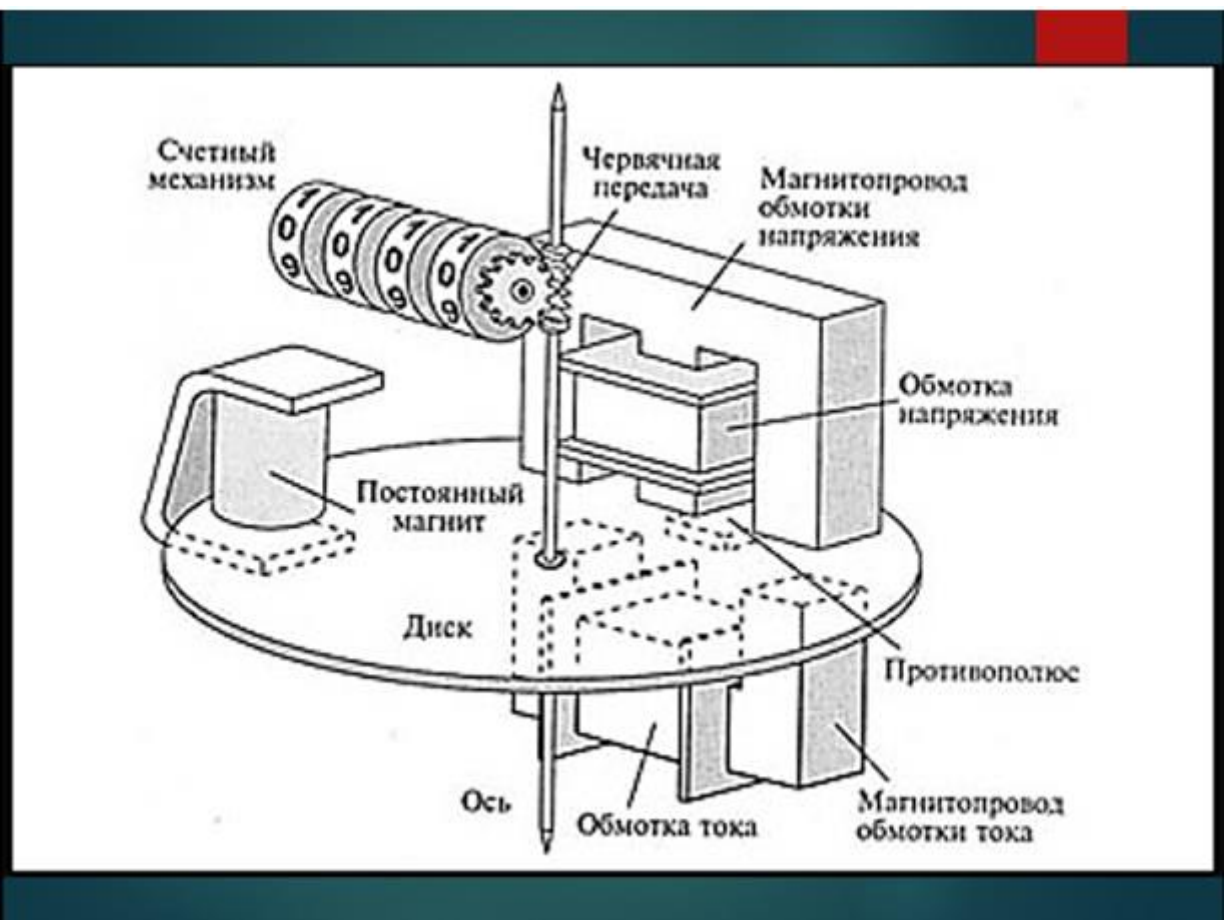
По измеряемым величинам:

- однофазные (измерение переменного тока 220В, 50Гц);
- трехфазные (380В, 50Гц). Современные электронные трехфазные счетчики поддерживают однофазный учет.

По конструкции:

1. Индукционные (электрохимические электросчетчики)
2. Электронные (статический электросчетчик)
3. Гибридные счётчики электроэнергии

1. Индукционные (электрохимические электросчетчики) - электросчетчики, в которых магнитное поле неподвижных токопроводящих катушек влияет на подвижный элемент из проводящего материала. Подвижный элемент представляет собой диск, по которому протекают токи, индуцированные магнитным полем катушек. Количество потребленной электроэнергии, в этом случае, прямо пропорционально числу оборотов диска;



У индукционного счетчика имеется две катушки: тока и напряжения. Токовая катушка подключается последовательно, а катушка напряжения – параллельно.

Эти две катушки образуют электромагнитный поток. У токовой катушки он пропорционален силе тока, у катушки напряжения – сетевому напряжению. Электромагнитное поле вращает алюминиевый диск, который с помощью зубчатой и червячной передачи соединяется со счетным механизмом и приводит его в действие.

При работе счетчика наблюдается такая закономерность: «чем выше потребляемая мощность, тем быстрее вращается диск по оси».





2. Электронные (статический электросчетчик) - электросчетчики, в которых переменный ток и напряжение воздействуют на твердотельные (электронные) элементы для создания на выходе импульсов, число которых пропорционально измеряемой активной энергии.

Другими словами, измерения активной энергии такими электросчетчиками основаны на преобразовании аналоговых входных сигналов тока и напряжения в счетный импульс.

Измерительный элемент электронного электросчетчика служит для создания на выходе импульсов, число которых пропорционально измеряемой активной энергии.

Счетный механизм представляет собой электромеханическое (имеет преимущество в областях с холодным климатом, при условии установки прибора на улице) или электронное устройство, содержащее как запоминающее устройство, так и дисплей;







Благодаря электронному устройству счетчика он имеет намного больше возможностей и функций, которые невозможно реализовать при помощи механического индуктивного электросчетчика:

- установка и перепрограммирование нескольких тарифных временных зон (пример – двухтарифные электросчетчики);
- высокий класс точности;
- малые габариты дают возможность монтажа на DIN рейку;

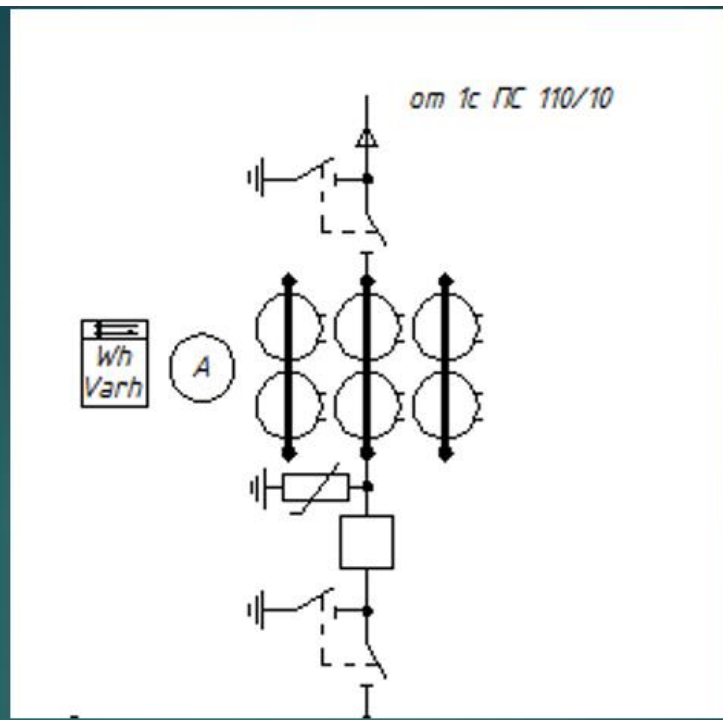
Модульный трехфазный электронный электросчетчик, устанавливаемый на DIN рейку

- возможность полного учета потребляемой электроэнергии (активная и реактивная составляющая);
- измерение и хранения данных о качестве электроэнергии (скачки напряжения, пиковые нагрузки, изменения частоты);
- хранение показателей счетчика за прошлые периоды;

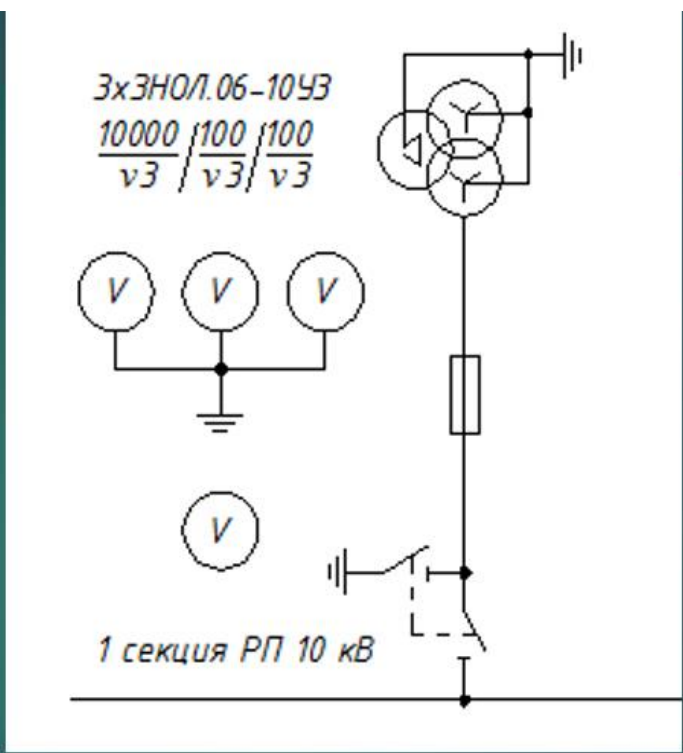
- возможность дистанционной передачи показателей счетчика, в том числе и в автоматизированных системах учета потребления электрической энергии;
- благодаря встроенной памяти и портам связи, современные электросчетчики могут хранить и дистанционно передавать показатели;
- фиксация несанкционированного доступа в корпус, попытки перепрограммирования или воздействия магнитными полями или электромагнитным излучением;
- возможность учета в обратную сторону при производстве частным лицом или компанией электроэнергии, отдаваемой в сеть;

- фиксация и запрет на потребление электроэнергии при обнаружении различных устройств и подключений в сети, предназначенных для воровства электроэнергии;
- небольшое собственное потребление электроэнергии.

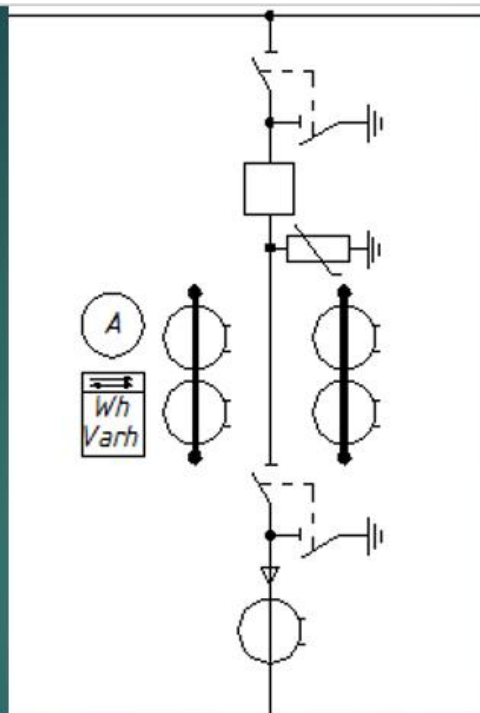
3. Гибридные счётчики электроэнергии - редко используемый промежуточный вариант с цифровым интерфейсом, измерительной частью индукционного или электронного типа, механическим вычислительным устройством.



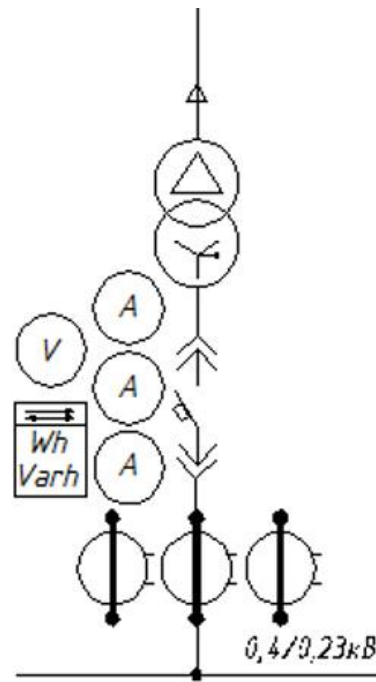
Кабельные линии 10 кВ,
питающие РП завода



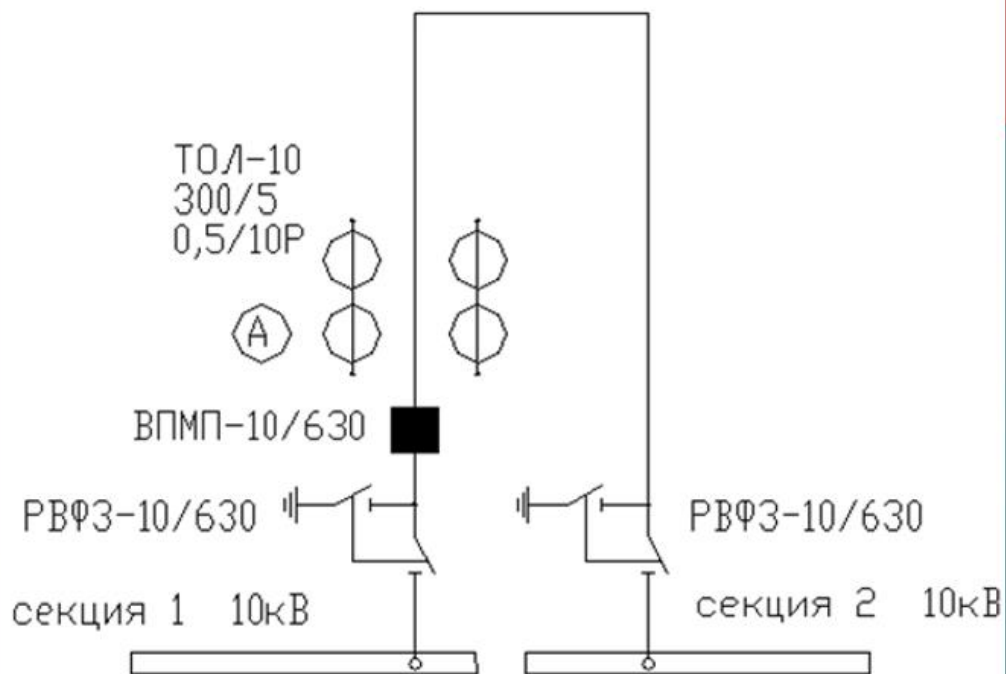
Шины РП 10 кВ



Кабельные линии 10 кВ,
питающие ТП цехов



Цеховые ТП (сторона 0,4/0,23 кВ)



Секционная перемиычка

Практический раздел
Методические указания для проведения практических работ

СОДЕРЖАНИЕ

| Наименование практической работы | Количество учебных часов | Номер страницы |
|--|--------------------------|----------------|
| <u>Практическая работа № 1</u> <u>Определение потерь мощности и электрической энергии</u> | 2 | 3 |
| <u>Практическая работа №2</u> <u>Определение экономической эффективности энергосберегающих мероприятий</u> | 2 | 12 |
| <u>Практическая работа №3</u> <u>Изучение приборов учета и контроля расхода энергоресурсов. Схемы включения</u> | 2 | 24 |
| Всего | 6 | |

Практическая работа № 1

Определение потерь мощности и электрической энергии

1 Цель работы: научиться рассчитывать годовые потери электроэнергии в электрических сетях и трансформаторах.

2 Оснащение рабочего места:

- методические указания для выполнения работы;
- справочная и техническая литература.

3 Краткие теоретические сведения

В общем случае потери активной мощности определяются как

$$\Delta P = \Delta P_X + \Delta P_H, \quad (1)$$

где ΔP_X , ΔP_H - собственно потери мощности холостого хода и нагрузочные, кВт.

Потери энергии в электрических сетях складываются из потерь энергии в линиях электропередачи и трансформаторах.

Потери холостого хода вызваны протеканием тока утечки из-за несовершенства изоляции, а также вследствие коронирования проводников воздушных линий. При напряжении линии электропередачи до 110кВ этими потерями пренебрегают. В СЭС промышленных предприятий в основном применяются линии электропередачи напряжением до 110кВ, для которых производится расчет только нагрузочных потерь. В этом случае $\Delta P_{л} = \Delta P_H$, т.е. в линии учитываются только тепловые потери мощности, вызванные током нагрузки.

В зависимости от известных данных, характеризующих линию, потери энергии в линии могут определяться различными методами.

В общем случае потери активной энергии в линии электропередачи определенной длины за время T при известном законе изменения тока вычисляются методом графического интегрирования по формуле

$$\Delta W_n = 3R \cdot 10^{-3} \int_0^T I^2 dt, \quad (2)$$

где 3 – число фаз;

R – сопротивление фазного провода, Ом;

I – ток, протекающий в проводе, А;

t – период времени, за который определяются потери, ч.

$$R = l \cdot r_0, \quad (3)$$

где r_0 – удельное активное сопротивление одного километра провода, Ом/км;

l – длина участка сети, км;

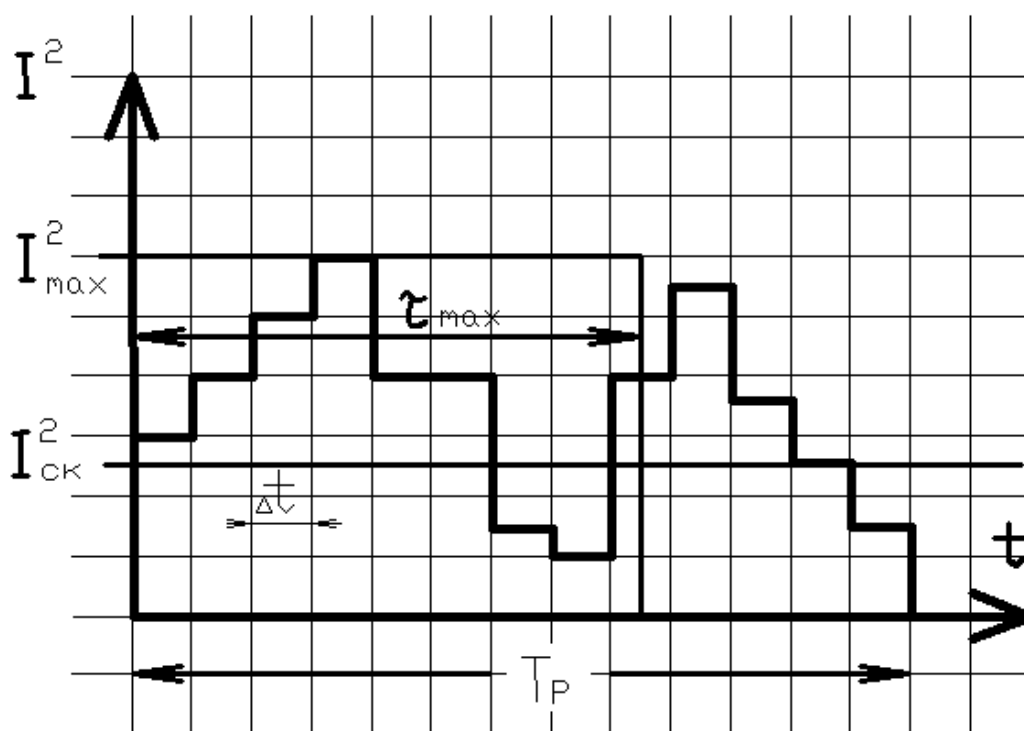


Рисунок 1 – Определение потерь электроэнергии по графику нагрузки

Данный метод наиболее применим при расчете потерь энергии действующего предприятия, когда построен график электрической нагрузки предприятия. Все остальные методы являются производными метода графического интегрирования.

При известном среднеквадратичном токе $I_{\text{ср кв}}$ потери энергии в линии определяют методом среднеквадратичного тока и определяют следующим образом:

$$\Delta W_{\text{л}} = 3 \cdot R \cdot I_{\text{ср кв}}^2 \cdot T_p \cdot 10^{-3}, \quad (4)$$

где $I_{\text{ср кв}}$ – среднеквадратичное значение тока за расчетный период;

T_p – расчетный период (для годового графика нагрузки $T_p = 8760$ ч).

На этапе проектирования для расчетов потерь электроэнергии используют как правило метод максимального тока.

Зная максимальный ток I_{max} , протекающий в линии, и время максимальных потерь τ , потери электроэнергии в трехфазной линии определяются по формуле:

$$\Delta W_{л} = 3 \cdot R \cdot I_{max}^2 \cdot \tau \quad (5)$$

где I_{max} – максимальное значение тока на участке, А;

τ – время максимальных потерь, ч – соответствует времени, за которое будет потреблена вся мощность расчетного периода при условии, что предприятие будет работать с постоянной мощностью, равной максимальной.

Значение τ определяется по графику (рисунок 1) в зависимости от времени использования максимума нагрузки

$$\tau = \frac{\sum_{i=1}^m I_i^2 \cdot \Delta t_i}{I_{max}^2} \quad (6)$$

если известны коэффициенты заполнения графика нагрузки

$$\tau = 8760 \cdot k_3^2 \quad \text{при} \quad k_3 \geq \frac{2}{3} \quad (7)$$

$$\tau = 5840 \cdot k_3 \quad \text{при} \quad k_3 < \frac{2}{3} \quad (8)$$

по формуле Казевича В.В.

$$\tau = \left(0.124 + \frac{T_{max}}{10000}\right)^2 \cdot 8760 \quad (9)$$

Годовые потери энергии в трансформаторе определяются по формуле:

$$\Delta W_{л} = \Delta P_{кз} \cdot \left(\frac{S_{max}}{S_H}\right)^2 \cdot \tau + \Delta P_{хх} \cdot T_p, \quad (10)$$

где $\Delta P_{кз}$ – потери в обмотках трансформатора при номинальной нагрузке (принимаются по каталогу в зависимости от номинальной мощности трансформатора), кВт;

S_{max} – максимальная полная нагрузка трансформатора, кВ·А;

S_H – номинальная мощность трансформатора, кВ·А

τ – время максимальных потерь, ч

$\Delta P_{хх}$ – потери холостого хода трансформатора (принимаются по каталогу для данного трансформатора);

T_p – расчетный период (для годового графика нагрузки $T_p = 8760$ ч).

Пример расчета

Определить потери энергии за год в питающей линии напряжением 10 кВ, одной отходящей линии 0,4 кВ и трансформаторе мощностью 100 кВ·А. Годовое потребление электроэнергии $W = 240$ МВт·ч. Нагрузка составляет 50 А при $\cos \varphi = 0,9$. Линия 10 кВ выполнена проводом марки А25, длиной 5 км. Линия 0,4 кВ имеет длину 0,5 км и выполнена проводом А50.

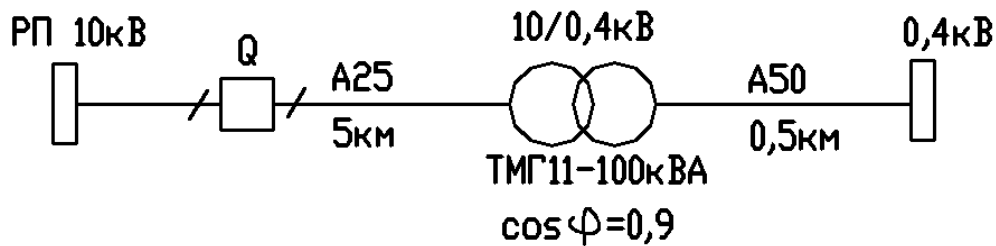


Рисунок 2 – Расчетная схема электроснабжения

Решение:

1. Определим годовое число часов использования максимальных нагрузок:

$$T = \frac{W}{P_{max}} = \frac{W}{\sqrt{3}UI \cos \varphi}$$

$$T = \frac{240000}{1,73 \cdot 0,4 \cdot 50 \cdot 0,9} = 7707 \text{ ч}$$

2. Определим время потерь по Формуле Казевича В.В.

$$\tau = \left(0,124 + \frac{8113}{10000}\right)^2 \cdot 8760 = 7012 \text{ ч}$$

2. Определим сопротивление проводов линии по формуле:

$$R = r_0 \cdot l$$

По таблице Б.1 Приложения Б определим удельные сопротивления одного километра линии: $r_{0A25} = 1,28$ Ом/км, $r_{0A50} = 0,64$ Ом/км.

Тогда для линии напряжением 10 кВ $R = 1,28 \cdot 5 = 6,4$ Ом;

для линии 0,4 кВ $R = 0,64 \cdot 0,5 = 0,32$ Ом.

3. Потери электрической энергии в линии 0,4 кВ составят:

$$\Delta W_{л 0,4} = 3RI_{max}^2 \tau = 3 \cdot 0,32 \cdot 50^2 \cdot 7012 = 16829 \cdot 10^3 \text{Вт ч} = 16829 \text{ кВт ч.}$$

4. Потери электрической энергии в трансформаторе определим следующим образом. Из таблицы В.1 Приложения В для трансформатора мощностью 100 кВ·А с высшим напряжением 10 кВ $\Delta P_{кз} = 2,27 \text{ кВт}$, $\Delta P_{xx} = 0,33 \text{ кВт}$.

$$S_{max} = \sqrt{3}UI = \sqrt{3} \cdot 0,4 \cdot 50 = 34,6 \text{ кВА.}$$

$$\Delta W_T = \Delta P_{кз} \cdot \left(\frac{S_{max}}{S_H}\right)^2 \cdot \tau + \Delta P_{xx} \cdot T_p = 2,27 \left(\frac{34,6}{100}\right)^2 \cdot 7012 + 0,33 \cdot 8760 = 4796,35 \text{ кВт.}$$

5. Определим потери электрической энергии в линии напряжением 10 кВ.

Максимальный ток в линии напряжением 10 кВ равен

$$I_{max} = \frac{S_{max}}{\sqrt{3}U_H} = \frac{34,6}{\sqrt{3} \cdot 10} = 1,9 \text{ А}$$

Потери электрической энергии в линии напряжением 10 кВ составляют

$$\Delta W_{л 10} = 3 \cdot R \cdot I_{max}^2 \cdot \tau = 3 \cdot 6,4 \cdot 1,9 \cdot 7012 = 255797,8 \text{ Вт ч} = 255,8 \text{ кВт ч.}$$

6. Суммарные потери электрической энергии в сети

$$\Delta W = \Delta W_{л 0,38} + \Delta W_T + \Delta W_{л 10} = 16829 + 4796,4 + 255,8 = 21881,2 \text{ кВт ч.}$$

В процентах к потребляемой энергии они составят

$$\frac{\Delta W}{W} \cdot 100\% = \frac{21881,2}{240000} \cdot 100 = 9,1\%$$

4 Порядок выполнения работы

4.1 Пользуясь п.3 методических указаний, изучить общие сведения о расчете потерь мощности и энергии в линиях и трансформаторе.

4.2 Произвести расчет потерь электрической мощности и энергии в соответствии с индивидуальным заданием. Индивидуальное задание определяется в соответствии со своим вариантом в группе по Приложению А по таблице А.1

4.3 Изобразить расчетный участок системы электроснабжения аналогично примеру.

4.4 Рассчитать потери электрической энергии в линии 10 кВ.

4.5 Рассчитать потери электрической энергии в трансформаторе.

4.6 Рассчитать потери электрической энергии в линии 0,4 кВ.

4.7 Оформить отчет.

4.8 Сделать выводы по работе.

4.9 Устно ответить на контрольные вопросы.

5 Содержание отчета

5.1 Название и цель работы.

5.2 Расчетная схема электроснабжения.

5.3 Расчет потерь электроэнергии в линиях и трансформаторе.

5.4 Вывод по работе.

6 Контрольные вопросы

6.1 Перечислите методы расчета потерь мощности и энергии в линии и в трансформаторе, поясните область применения каждого метода.

6.2 Дайте определение времени максимальных потерь электроэнергии.

6.3 Перечислите способы расчета времени максимальных потерь электроэнергии.

6.4 Приведите основные расчетные формулы, которые используют для расчета потерь мощности и энергии в линии и трансформаторе.

Литература

1 Радкевич, В. Н. Электроснабжение промышленных предприятий: учеб. пособие / В. Н. Радкевич, В. Б. Козловская, И. В. Колосова. – Минск: ИВЦ Минфина, 2015. – 589с.

2 Радкевич, В. Н. Проектирование систем электроснабжения / В. Н. Радкевич. – Минск: НПООО «Пион», 2001. – 292с.

3 Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий / Б. И. Кудрин, В. В. Прокопчик. – Минск: Вышэйш. шк., 1988. – 358с.

Приложение А

Таблица А.1 – Варианты индивидуального задания

| № варианта | S_T , кВА | W , МВт ч | I , А | Марка | $l_{п 10}$, км | Марка | $l_{п 0,4}$, км |
|------------|-------------|----------------|---------|-------|-----------------|-------|------------------|
| 1 | 100 | 230 | 45 | A35 | 4,1 | СТ70 | 0,6 |
| 2 | 160 | 300 | 55 | A25 | 5,2 | СТ95 | 0,8 |
| 3 | 250 | 340 | 62 | A16 | 6,7 | СТ120 | 0,9 |
| 4 | 400 | 380 | 73 | A50 | 7,3 | СТ150 | 1,2 |
| 5 | 630 | 410 | 75 | A70 | 8,2 | СТ185 | 1,5 |
| 6 | 160 | 250 | 58 | A95 | 4,9 | СТ240 | 1,2 |
| 7 | 400 | 330 | 63 | A120 | 6,9 | СТ300 | 0,9 |
| 8 | 630 | 380 | 77 | M35 | 8,1 | A70 | 0,7 |
| 9 | 250 | 320 | 68 | M25 | 7,1 | A95 | 0,6 |
| 10 | 100 | 250 | 40 | M16 | 5,2 | A120 | 0,7 |
| 11 | 630 | 400 | 72 | M50 | 7,9 | A150 | 1,4 |
| 12 | 100 | 235 | 47 | M70 | 5,3 | A185 | 0,65 |
| 13 | 250 | 330 | 65 | M95 | 6,6 | A240 | 0,8 |
| 14 | 400 | 360 | 68 | M120 | 6,8 | A300 | 0,9 |
| 15 | 160 | 270 | 60 | СТ35 | 5,8 | M70 | 0,6 |
| 16 | 1000 | 260 | 51 | СТ25 | 5,7 | M95 | 1,1 |
| 17 | 1250 | 350 | 70 | СТ16 | 8,5 | M120 | 0,7 |
| 18 | 1600 | 430 | 48 | СТ50 | 7,5 | M150 | 1,0 |
| 19 | 630 | 280 | 54 | СТ70 | 4,5 | M185 | 1,5 |
| 20 | 400 | 440 | 66 | СТ95 | 5,2 | M240 | 1,4 |
| 21 | 1000 | 290 | 50 | СТ120 | 6,3 | M300 | 0,8 |
| 22 | 1250 | 210 | 73 | A35 | 4,1 | СТ150 | 1,1 |
| 23 | 1600 | 240 | 61 | A25 | 5,3 | СТ185 | 0,9 |
| 24 | 250 | 370 | 46 | A16 | 4,2 | СТ240 | 1,0 |
| 25 | 100 | 220 | 75 | A50 | 4,8 | СТ300 | 1,5 |
| 26 | 630 | 400 | 52 | A70 | 6,7 | A70 | 1,3 |
| 27 | 400 | 200 | 64 | A95 | 7,3 | A95 | 1,0 |
| 28 | 1600 | 420 | 67 | A120 | 4,7 | A120 | 0,6 |
| 29 | 1250 | 310 | 49 | M35 | 8,2 | A150 | 1,1 |
| 30 | 1000 | 390 | 53 | M25 | 7,3 | A185 | 1,3 |

Приложение Б

Таблица Б.1 – Активные сопротивления проводов и кабелей

| Площадь сечения, мм ² | Активные сопротивления, Ом/км | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------|
| | Медных жил | Алюминиевых жил | Сталеалюминиевых жил |
| 1 | 18,9 | - | - |
| 1,5 | 12,6 | - | - |
| 2,5 | 7,55 | 12,6 | - |
| 4 | 4,65 | 7,90 | - |
| 6 | 3,06 | 5,26 | - |
| 10 | 1,84 | 3,16 | 3,12 |
| 16 | 1,2 | 1,98 | 2,06 |
| 25 | 0,74 | 1,28 | 1,38 |
| 35 | 0,54 | 0,92 | 0,85 |
| 50 | 0,39 | 0,64 | 0,65 |
| 70 | 0,28 | 0,46 | 0,46 |
| 95 | 0,20 | 0,34 | 0,33 |
| 120 | 0,158 | 0,27 | 0,27 |
| 150 | 0,123 | 0,21 | 0,21 |
| 185 | 0,103 | 0,17 | 0,17 |
| 240 | 0,078 | 0,132 | 0,132 |
| 300 | 0,062 | 0,106 | 0,107 |
| 400 | 0,047 | 0,077 | 0,08 |

Приложение В

Таблица В.1 – Технические данные трансформаторов

| Тип трансформатора | Номинальная мощность, кВ·А | Потери, кВт | |
|--------------------|-------------------------------|-------------|------|
| | | ХХ | КЗ |
| ТМГ11-400/10 | 400 | 0,83 | 5,4 |
| ТМГ11-630/10 | 630 | 1,06 | 7,45 |
| ТМГ11-1000/10 | 1000 | 1,4 | 10,8 |
| ТМГ11-1250/10 | 1250 | 1,65 | 13,5 |
| ТМГ11-1600/10 | 1600 | 2,15 | 16,5 |
| ТМ-100/10 | 100 | 0,33 | 2,27 |
| ТМ-160/10 | 160 | 0,51 | 3,1 |
| ТМ-250/10 | 250 | 0,74 | 4,2 |

Практическая работа №2

Определение экономической эффективности энергосберегающих мероприятий

1 Цель работы: определить требуемое количество светильников при проектировании объектов управления, определить экономическую эффективность замены светильников с лампами накаливания на светильники с компактными люминесцентными лампами.

2 Оснащение рабочего места:

- методические указания для выполнения работы;
- справочная и техническая литература.

3 Краткие теоретические сведения

Для расчета необходимого количества светильников используем метод коэффициента использования светового потока. Данный метод предназначен для расчета общего равномерного освещения при отсутствии крупных затемняющих предметов.

Первоначально необходимо определить индекс помещения:

$$i_n = \frac{A \cdot B}{H_p \cdot (A+B)} \quad (1)$$

где A – длина помещения, м;

B – ширина помещения, м;

H_p - расчетная высота установки светильников, м;

Коэффициенты отражения определяются по таблице 1.

Таблица 1 – Коэффициенты отражения

| Отражающая поверхность | Коэффициент отражения, % |
|--------------------------------|--------------------------|
| Поверхность белого цвета | 70–80 |
| Светлая поверхность | 50 |
| Поверхность серого цвета | 30 |
| Поверхность темно-серого цвета | 20 |
| Темная поверхность | 10 |

Коэффициент использования светового потока определяются по таблицам Приложения Б.

Необходимое количество светильников определяется по формуле:

$$N = \frac{E \cdot K_3 \cdot F \cdot z}{n \cdot \Phi_{лр} \cdot \eta_{оу}}, \quad (2)$$

где E_n – нормируемое значение освещенности, лк;

K_3 – коэффициент запаса (принимается по таблице 2);

F – освещаемая площадь, m^2 ;

$\eta_{оу}$ – коэффициент использования светового потока осветительной установки, в долях единиц (определяется по Приложению В по таблице В.1-В.2);

z – неравномерности освещенности ($z = 1 \dots 1,15$);

$\Phi_{лр}$ – световой поток одной лампы, лм.

Таблица 2 – Зависимость коэффициент запаса от типа помещения

| Тип помещений | Коэффициент запаса, относительные единицы |
|---|---|
| Очень чистые помещения, а так же осветительные установки с малым временем использования | 1,25 |
| Чистые помещения с трехгодичным циклом обслуживания | 1,5 |
| Наружное освещение, трехгодичный цикл обслуживания | 1,75 |
| Внутреннее и наружное освещение при сильном загрязнении | 2,00 |

Для расчета экономии электроэнергии от замены светильников с лампами накаливания на светильники с компактными люминесцентными лампами необходимо сравнить годовые расходы электроэнергии по двум вариантам.

Число часов работы светильников в году определяется по формуле:

$$T_{год} = T_{сут} \cdot 365 \quad (3)$$

где $T_{сут}$ – число часов использования осветительной установки в сутки, примем равным 6 часов.

Номинальный срок службы ламп накаливания равен 1000 часов.

Средний срок службы люминесцентных ламп типа Т8 составляет 9-15 тыс. часов.

Стоимость расхода энергии за годовое число часов использования при работе светильников определяется по формуле:

$$\mathcal{E} = T_{\text{год}} P_{\text{лн}} C_{\text{эн}} N \quad (4)$$

где $C_{\text{эн}}$ – стоимость электроэнергии, у.е./кВт·ч (для юридических лиц на 01.12.2015 г. При курсе 1\$=18153 бел. Руб. $C_{\text{эн}}=0,125$ у.е./кВт·ч);

$P_{\text{лн}}$ – единичная мощность лампы, Вт;

N – число ламп.

По результатам расчетов определить, какую экономию средств $\Delta\mathcal{E}$ для предприятия обеспечит применение N энергосберегающих светильников следует по формуле:

$$\Delta\mathcal{E} = \mathcal{E}_{\text{лл}} - \mathcal{E}_{\text{лн}} \quad (5)$$

где $\mathcal{E}_{\text{лл}}$ – количество электроэнергии, затраченной на освещение люминесцентными лампами;

$\mathcal{E}_{\text{лн}}$ – количество электроэнергии, затраченной на освещение лампами накаливания.

Пример расчета

Определить экономию средств при замене светильников в офисе со светлыми стенами, серым ковролином и светлым потолком, в котором необходимо обеспечить среднюю освещенность 300 лк на уровне 0,8 м от пола. Ширина помещения – 9 м, длина – 6 м, высота – 3,2 м. Светильники с КСС типа Д-2. В одном светильнике 4 люминесцентные лампы. Световой поток лампы – 1150 лм.

Решение:

1. Выбираем коэффициент запаса равный 1,25. Коэффициент отражения потолка – 50 %, стен – 30 %, пола – 10 %.

2. Определяем индекс помещения по формуле 1:

$$i_n = \frac{A \cdot B}{H_p \cdot (A + B)} = \frac{9 \cdot 6}{3,2 \cdot (9 + 6)} = 1,5$$

3. Определяем коэффициент использования светового потока по таблице В.3 Приложения В.

$$\eta_{\text{оу}} = 0,63$$

4. Определяем требуемое количество светильников:

$$N = \frac{E \cdot K_3 \cdot F \cdot z}{n \cdot \Phi_{\text{лр}} \cdot \eta_{\text{оу}}} = \frac{300 \cdot 1,25 \cdot 54 \cdot 1,1}{4 \cdot 1150 \cdot 0,63} = 7,68 \approx 8$$

Требуемое количество светильников $N = 8$ шт.

5. Для расчета экономии электроэнергии от замены светильников с лампами накаливания на светильники с компактными люминесцентными лампами необходимо сравнить годовые расходы электроэнергии по двум вариантам. По таблице 3 определяем, что для обеспечения светового потока согласно заданию потребуются лампы накаливания мощностью 75 Вт и лампы люминесцентные мощностью 20 Вт.

Таблица 3 – Технические данные ламп

| Световой поток, лм | Мощность лампы накаливания, Вт | Мощность люминесцентной лампы, Вт |
|--------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 1050 | 60 | 20 |
| 1150 | 75 | 20 |
| 2500 | 100 | 40 |
| 2800 | 150 | 40 |

В целях расчета примем стоимость:

люминесцентной лампы – 3,0 у.е.

лампы накаливания – 0,2 у.е.

светильника с люминесцентной лампой – 48 у.е.

светильника с лампой накаливания – 14 у.е.

6. Число часов работы светильников в году определяется по формуле:

$$T_{\text{год}} = T_{\text{сут}} \cdot 365 = 6 \cdot 365 = 2190 \text{ ч}$$

7. Стоимость расхода энергии за расчетный период при работе одного светильника с одной лампой накаливания определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{лн}} = T_{\text{год}} \cdot P_{\text{лн}} \cdot C_{\text{эн}} = 2190 \cdot 75 \cdot 0,125 = 20531,25 \text{ у.е.}$$

8. Стоимость расхода энергии за расчетный период при работе одного светильника с одной компактной люминесцентной лампой:

$$\mathcal{E}_{\text{лл}} = T_{\text{год}} \cdot P_{\text{лл}} \cdot C_{\text{эн}} = 2190 \cdot 20 \cdot 0,125 = 5475 \text{ у.е.}$$

9. Результаты расчетов приведем в виде таблицы 4.

10. Также необходимо учесть необходимость замены ламп с учетом номинального срока службы ламп.

Таблица 4 – Результаты расчета

| | Наименование расчетного параметра | Затраты, у.е. | |
|---|--|-------------------|----------------------|
| | | лампы накаливания | люминесцентные лампы |
| 1 | Стоимость светильника | | |
| 2 | Стоимость одной лампы | | |
| 3 | Стоимость электроэнергии за расчетный период при работе одного светильника | | |
| 4 | Суммарные затраты на электроэнергию за расчетный период при работе всех светильников | | |
| 5 | Экономия затрат за расчетный период | | |

4 Порядок выполнения работы

4.1 Пользуясь п.3 методических указаний, изучить общие сведения о расчете освещения методом коэффициента использования светового потока, а также метод расчета затрат на освещение.

4.2 Выполнить индивидуальное задание согласно варианту в группе, используя Приложение А.

4.3 Рассчитать годовые затраты на освещение при использовании ламп накаливания.

4.4 Рассчитать годовые затраты на освещение при использовании люминесцентных ламп.

4.5 Рассчитать экономию затрат на освещение, учитывая необходимость замены перегоревших ламп с учетом номинального срока службы.

4.6 Результаты расчета свести в сравнительную таблицу, как показано в примере расчета.

4.7 Оформить отчет.

4.8 Сделать выводы по работе.

4.9 Устно ответить на контрольные вопросы.

5 Содержание отчета

5.1 Название и цель работы.

5.2 Расчет экономии затрат на освещение согласно варианту индивидуального задания.

5.3 Сводная таблица расчета затрат.

5.4 Вывод по работе.

6 Контрольные вопросы

6.1 Перечислите методы расчета освещения в производственном помещении, а также их область применения.

6.2 Поясните основные расчетные формулы метода коэффициента использования светового потока.

6.3 Поясните, с учетом каких требований выбирают тип и мощность источников при известном значении расчетного светового потока.

6.4 Подумайте, каким образом рассчитать срок окупаемости люминесцентных ламп, введенных в эксплуатацию вместо ламп накаливания.

Литература

1 Справочная книга для проектирования электрического освещения / под.ред. Кноринга Г.М. – Л.: Энергоиздат, 1976

2 Кноринг, Г.М. Осветительные установки / Г.М. Кноринг. – Л.: Энергоиздат, 1981

3 Козловская, В.Б. Электрическое освещение: учебник / В. Б. Козловская, В. Н. Радкевич, В. Н. Сацкевич. – Техноперспектива, 2011. – 543 с., [12] л. цв. ил.

Приложение А

Индивидуальное задание

Определить экономию средств при замене светильников

1) офисе с желтыми стенами, светло-коричневым ковролином и светлым потолком, которое обеспечит среднюю освещенность 400 лк на уровне 0,7 м от пола. Ширина помещения – 12 м, длина – 8 м, высота – 3,2 м. Светильники с КСС типа Г-4. В одном светильнике 1 лампа. Световой поток лампы – 1150 лм;

2) лаборатории со светлыми стенами, белой плиткой и светлым потолком, которое обеспечит среднюю освещенность 600 лк на уровне 0,8 м от пола. Ширина помещения – 6 м, длина – 6 м, высота – 2,8 м. Светильники с КСС типа Д-1. В одном светильнике 2 лампы. Световой поток лампы – 1150 лм;

3) спортивном зале с голубыми стенами, серым полом и светлым потолком, которое обеспечит среднюю освещенность 600 лк на уровне 1,5 м от пола. Ширина помещения – 12 м, длина – 20 м, высота – 6 м. Светильники с КСС типа Д-2. В одном светильнике 1 лампа. Световой поток лампы – 2500 лм;

4) офисе со светлыми стенами, темным ламинатом и светлым потолком, которое обеспечит среднюю освещенность 200 лк на уровне 0,8 м от пола. Ширина помещения – 4 м, длина – 7 м, высота – 2,8 м. Светильники с КСС типа Г-1. В одном светильнике 2 лампы. Световой поток лампы – 1150 лм;

5) мастерской с желтыми стенами, темным линолеумом и светлым потолком, которое обеспечит среднюю освещенность 400 лк на уровне 1,5 м от пола. Ширина помещения – 8 м, длина – 14 м, высота – 3,7 м. Светильники с КСС типа Г-2. В одном светильнике 1 лампа. Световой поток лампы – 1150 лм;

6) лаборатории с темными стенами, серой облицовочной плиткой и светлым потолком, которое обеспечит среднюю освещенность 200 лк на уровне 0,8 м от пола. Ширина помещения – 3 м, длина – 7 м, высота – 4,2 м. Светильники с КСС типа Г-3. В одном светильнике 2 лампы. Световой поток лампы – 1150 лм;

7) учебной аудитории с бежевыми стенами, темным паркетом и светлым потолком, которое обеспечит среднюю освещенность 600 лк на уровне 1,2 м от пола. Ширина помещения – 10 м, длина – 22 м, высота – 6,2 м. Светильники с КСС типа Г-4. В одном светильнике 1 лампа. Световой поток лампы – 2800 лм;

8) техническом помещении с серыми стенами, темным бетонным полом и светлым потолком, которое обеспечит среднюю освещенность 200 лк на уровне 0,8 м от пола. Ширина – 2,5 м, длина – 4 м, высота – 2,2 м.

Светильники с КСС типа Д-1. В одном светильнике 2 лампы. Световой поток лампы – 1050 лм.

9) офисе со светлыми стенами, синим ковровым покрытием и светлым потолком, которое обеспечит среднюю освещенность 400 лк на уровне 1,2 м от пола. Ширина помещения – 5 м, длина – 10,5 м, высота – 2,7 м. Светильники с КСС типа Д-2. В одном светильнике 1 лампа. Световой поток лампы – 1050 лм;

10) ангаре с серыми стенами, бетонным полом и серым потолком, которое обеспечит среднюю освещенность 400 лк на уровне 1,5 м от пола. Ширина помещения – 20 м, длина – 60 м, высота – 18,2 м. Светильники с КСС типа Г-1. В одном светильнике 2 лампы. Световой поток лампы – 1050 лм;

11) учебном классе со светлыми стенами, коричневым линолеумом и светлым потолком, которое обеспечит среднюю освещенность 300 лк на уровне 0,8 м от пола. Ширина помещения – 5 м, длина – 8 м, высота – 3,2 м. Светильники с КСС типа Г-2. В одном светильнике 1 лампа. Световой поток лампы – 1150 лм;

12) лаборатории с голубыми стенами, серым полом и светлым потолком, которое обеспечит среднюю освещенность 400 лк на уровне 0,8 м от пола. Ширина – 4 м, длина – 6 м, высота – 3,2 м. Светильники с КСС типа Г-3. В одном светильнике 2 лампы. Световой поток лампы – 1050 лм;

13) офисе с розовыми стенами, серым ковровым покрытием и светлым потолком, которое обеспечит среднюю освещенность 300 лк на уровне 1,0 м от пола. Ширина помещения – 5 м, длина – 8 м, высота – 3,8 м. Светильники с КСС типа Г-4. В одном светильнике 1 лампа. Световой поток лампы – 1150 лм;

14) офисе со светлыми стенами, серым ковровым покрытием и светлым потолком, которое обеспечит среднюю освещенность 300 лк на уровне 0,8 м от пола. Ширина помещения – 9 м, длина – 6 м, высота – 3,2 м. Светильники с КСС типа Д-1. В одном светильнике 2 лампы. Световой поток лампы – 1150 лм;

15) учебном классе с бежевыми стенами, светлым паркетом и светлым потолком, которое обеспечит среднюю освещенность 400 лк на уровне 0,8 м от пола. Ширина помещения – 4 м, длина – 6 м, высота – 3,2 м. Светильники с КСС типа Д-2. В одном светильнике 1 лампа. Световой поток лампы – 1150 лм;

16) учебной лаборатории с темными стенами, серым полом и светлым потолком, которое обеспечит среднюю освещенность 200 лк на уровне 0,8 м от пола. Ширина помещения – 4 м, длина – 6 м, высота – 2,8 м. Светильники с КСС типа Г-1. В одном светильнике 2 лампы. Световой поток лампы – 2800 лм;

17) спортивном зале с салатными стенами, зеленым ковровым покрытием и светлым потолком, которое обеспечит среднюю освещенность 400 лк на уровне 1,5 м от пола. Ширина помещения – 9 м, длина – 12 м, высота – 4,2 м. Светильники с КСС типа Г-2. В одном светильнике 1 лампа. Световой поток лампы – 1150 лм;

18) офисе со светлыми стенами, серым ковровым покрытием и светлым потолком, которое обеспечит среднюю освещенность 400 лк на уровне 1,2 м

от пола. Ширина помещения – 5 м, длина – 12 м, высота – 3,2 м. Светильники с КСС типа Г-3. В одном светильнике 2 лампы. Световой поток лампы – 1050 лм;

19) учебном классе с желтыми стенами, коричневым ламинатом и светлым потолком, которое обеспечит среднюю освещенность 200 лк на уровне 0,8 м от пола. Ширина помещения – 4 м, длина – 8 м, высота – 3,4 м. Светильники с КСС типа Г-4. В одном светильнике 1 лампа. Световой поток лампы – 1050 лм;

20) мастерской со светлыми стенами, серым бетонным полом и светлым потолком, которое обеспечит среднюю освещенность 450 лк на уровне 1,3 м от пола. Ширина помещения – 9 м, длина – 12 м, высота – 3,8 м. Светильники с КСС типа Д-1. В одном светильнике 2 лампы. Световой поток лампы – 1150 лм;

21) гараже с серыми стенами, бетонным полом и серым потолком, которое обеспечит среднюю освещенность 420 лк на уровне 1,5 м от пола. Ширина помещения – 12 м, длина – 20 м, высота – 5,8 м. Светильники с КСС типа Д-2. В одном светильнике 1 лампа. Световой поток лампы – 1050 лм;

22) офисе с сиреневыми стенами, синим ковролином и светлым потолком, которое обеспечит среднюю освещенность 300 лк на уровне 0,8 м от пола. Ширина помещения – 5 м, длина – 9 м, высота – 3,2 м. Светильники с КСС типа Г-1. В одном светильнике 2 лампы. Световой поток лампы – 1050 лм;

23) на животноводческой ферме со светлыми стенами, бетонным полом и светлым потолком, которое обеспечит среднюю освещенность 400 лк на уровне 1,2 м от пола. Ширина помещения – 18 м, длина – 54 м, высота – 4,8 м. Светильники с КСС типа Г-2. В одном светильнике 1 лампа. Световой поток лампы – 2500 лм;

24) доильном зале со светлыми стенами, серым полом и светлым потолком, которое обеспечит среднюю освещенность 100 лк на уровне 1,2 м от пола. Ширина помещения – 12 м, длина – 18 м, высота – 3,8 м. Светильники с КСС типа Г-3. В одном светильнике 2 лампы. Световой поток лампы – 1150 лм;

25) офисе со светлыми стенами, серым ковролином и светлым потолком, которое обеспечит среднюю освещенность 300 лк на уровне 0,8 м от пола. Ширина помещения – 9 м, длина – 6 м, высота – 3,2 м. Светильники с КСС типа Г-4. В одном светильнике 1 лампа. Световой поток лампы – 1150 лм;

26) сборочном цехе со голубыми стенами, темным полом и светлым потолком, которое обеспечит среднюю освещенность 600 лк на уровне 0,8 м от пола. Ширина помещения – 12 м, длина – 22 м, высота – 4,2 м. Светильники с КСС типа Д-1. В одном светильнике 2 лампы. Световой поток лампы – 2500 лм;

27) лаборатории с желтыми стенами, коричневым линолеумом и светлым потолком, которое обеспечит среднюю освещенность 500 лк на уровне 0,8 м от пола. Ширина помещения – 5 м, длина – 8 м, высота – 3,2 м.

Светильники с КСС типа Д-2. В одном светильнике 1 лампа. Световой поток лампы – 1000 лм;

28) складском помещении с зелеными стенами, бетонным полом и желтым потолком, которое обеспечит среднюю освещенность 100 лк на уровне 1,5 м от пола. Ширина – 12 м, длина – 34 м, высота – 8,2 м. Светильники с КСС типа Г-1. В одном светильнике 2 лампы. Световой поток лампы – 800 лм.

29) помещении ремонтного участка с серыми стенами, бетонным полом и светлым потолком, которое обеспечит среднюю освещенность 500 лк на уровне 1,0 м от пола. Ширина помещения – 14 м, длина – 28 м, высота – 4,2 м. Светильники с КСС типа Г-2. В одном светильнике 1 лампа. Световой поток лампы – 1150 лм;

30) инструментальном цехе с серыми стенами, коричневым линолеумом и светлым потолком, которое обеспечит среднюю освещенность 500 лк на уровне 0,8 м от пола. Ширина помещения – 10 м, длина – 34 м, высота – 5,2 м. Светильники с КСС типа Г-4. В одном светильнике 2 лампы. Световой поток лампы – 1000 лм.

Приложение В

Таблица В.1 – Коэффициент использования светового потока светильников с типовыми КСС

| Тип КСС | Значение η_{oy} , % | | | | | | | | | | | |
|---------|---|-----|------|-----|-----|-----|---|-----|------|----|----|-----|
| | при $\rho_{II}=0,7$; $\rho_C=0,5$; $\rho_P=0,3$ | | | | | | при $\rho_{II}=0,7$; $\rho_C=0,5$; $\rho_P=0,1$ | | | | | |
| | и i_n , равном: | | | | | | и i_n , равном: | | | | | |
| | 0,6 | 0,8 | 1,25 | 2 | 3 | 5 | 0,6 | 0,8 | 1,25 | 2 | 3 | 5 |
| М | 35 | 50 | 61 | 73 | 83 | 95 | 34 | 47 | 56 | 66 | 75 | 86 |
| Д-1 | 36 | 50 | 58 | 72 | 81 | 90 | 36 | 47 | 56 | 63 | 73 | 79 |
| Д-2 | 44 | 52 | 68 | 84 | 93 | 103 | 42 | 51 | 64 | 75 | 84 | 92 |
| Г-1 | 49 | 60 | 75 | 90 | 101 | 106 | 48 | 57 | 71 | 82 | 89 | 94 |
| Г-2 | 58 | 68 | 82 | 96 | 102 | 109 | 55 | 64 | 78 | 86 | 92 | 96 |
| Г-3 | 64 | 74 | 85 | 95 | 100 | 105 | 62 | 70 | 79 | 80 | 90 | 93 |
| Г-4 | 70 | 77 | 84 | 90 | 94 | 99 | 65 | 71 | 78 | 83 | 86 | 87 |
| К-1 | 74 | 83 | 90 | 96 | 100 | 106 | 69 | 76 | 83 | 88 | 91 | 92 |
| К-2 | 75 | 84 | 95 | 104 | 108 | 115 | 71 | 78 | 87 | 95 | 97 | 100 |
| К-3 | 76 | 85 | 96 | 106 | 110 | 116 | 73 | 80 | 90 | 94 | 99 | 102 |
| Л | 32 | 49 | 59 | 71 | 83 | 91 | 31 | 46 | 55 | 65 | 74 | 83 |

Таблица В.2 – Коэффициент использования светового потока светильников с типовыми КСС

| Тип КСС | Значение η_{oy} , % | | | | | | | | | | | |
|---------|---|-----|------|----|----|----|---|-----|------|----|----|----|
| | при $\rho_{II}=0,7$; $\rho_C=0,3$; $\rho_P=0,1$ | | | | | | при $\rho_{II}=0,5$; $\rho_C=0,5$; $\rho_P=0,3$ | | | | | |
| | и i_n , равном: | | | | | | и i_n , равном: | | | | | |
| | 0,6 | 0,8 | 1,25 | 2 | 3 | 5 | 0,6 | 0,8 | 1,25 | 2 | 3 | 5 |
| М | 26 | 36 | 46 | 56 | 67 | 80 | 32 | 45 | 55 | 67 | 74 | 84 |
| Д-1 | 28 | 40 | 49 | 59 | 68 | 74 | 36 | 48 | 57 | 66 | 76 | 85 |
| Д-2 | 33 | 43 | 56 | 74 | 80 | 76 | 42 | 51 | 65 | 71 | 90 | 85 |
| Г-1 | 42 | 52 | 69 | 78 | 73 | 76 | 45 | 56 | 65 | 78 | 76 | 84 |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|-----|-----|-----|
| Г-2 | 48 | 60 | 73 | 84 | 90 | 94 | 55 | 66 | 80 | 92 | 96 | 103 |
| Г-3 | 57 | 66 | 76 | 84 | 84 | 91 | 63 | 72 | 83 | 91 | 96 | 100 |
| Г-4 | 62 | 69 | 76 | 81 | 84 | 85 | 68 | 73 | 81 | 87 | 91 | 94 |
| К-1 | 65 | 73 | 81 | 86 | 89 | 90 | 70 | 78 | 86 | 92 | 96 | 100 |
| К-2 | 67 | 75 | 84 | 93 | 97 | 100 | 72 | 80 | 91 | 99 | 103 | 108 |
| К-3 | 68 | 77 | 86 | 95 | 98 | 101 | 74 | 83 | 93 | 101 | 106 | 107 |
| Л | 24 | 40 | 50 | 62 | 71 | 77 | 32 | 47 | 57 | 69 | 79 | 90 |

Таблица В.3 – Коэффициент использования светового потока светильников с типовыми КСС

| Тип КСС | Значение η_{oy} , % | | | | | | | | | | | |
|---------|--|-----|------|----|----|----|--|-----|------|----|----|----|
| | при $\rho_{II}=0,5$; $\rho_C=0,5$; $\rho_P=0,1$ и i_n , равном: | | | | | | при $\rho_{II}=0,5$; $\rho_C=0,3$; $\rho_P=0,1$ и i_n , равном: | | | | | |
| | 0,6 | 0,8 | 1,25 | 2 | 3 | 5 | 0,6 | 0,8 | 1,25 | 2 | 3 | 5 |
| М | 31 | 43 | 53 | 63 | 72 | 80 | 23 | 36 | 45 | 56 | 65 | 75 |
| Д-1 | 34 | 47 | 54 | 63 | 70 | 77 | 27 | 40 | 48 | 55 | 65 | 73 |
| Д-2 | 40 | 48 | 61 | 74 | 82 | 84 | 33 | 42 | 52 | 69 | 75 | 86 |
| Г-1 | 44 | 53 | 69 | 77 | 83 | 80 | 41 | 48 | 64 | 76 | 70 | 88 |
| Г-2 | 53 | 63 | 76 | 85 | 90 | 94 | 48 | 58 | 72 | 83 | 86 | 93 |
| Г-3 | 61 | 68 | 78 | 84 | 88 | 91 | 57 | 65 | 75 | 83 | 86 | 90 |
| Г-4 | 65 | 71 | 78 | 81 | 84 | 85 | 62 | 68 | 74 | 81 | 83 | 85 |
| К-1 | 68 | 77 | 83 | 86 | 89 | 90 | 64 | 73 | 80 | 86 | 88 | 90 |
| К-2 | 71 | 78 | 87 | 93 | 98 | 99 | 68 | 74 | 84 | 92 | 93 | 99 |
| К-3 | 72 | 79 | 88 | 94 | 97 | 99 | 68 | 76 | 85 | 93 | 95 | 99 |
| Л | 30 | 45 | 55 | 65 | 70 | 78 | 24 | 40 | 49 | 60 | 70 | 76 |

Таблица В.4 – Коэффициент использования светового потока светильников с типовыми КСС

| Тип КСС | Значение η_{oy} , % | | | | | | | | | | | |
|---------|--|-----|------|----|----|----|--|-----|------|----|----|----|
| | при $\rho_{II}=0,3$; $\rho_C=0,1$; $\rho_P=0,1$ и i_n , равном: | | | | | | при $\rho_{II}=0,1$; $\rho_C=0,1$; $\rho_P=0,1$ и i_n , равном: | | | | | |
| | 0,6 | 0,8 | 1,25 | 2 | 3 | 5 | 0,6 | 0,8 | 1,25 | 2 | 3 | 5 |
| М | 17 | 29 | 38 | 46 | 58 | 67 | 16 | 28 | 38 | 45 | 55 | 65 |
| Д-1 | 27 | 35 | 42 | 52 | 61 | 68 | 21 | 33 | 40 | 49 | 58 | 66 |
| Д-2 | 28 | 36 | 48 | 63 | 75 | 81 | 25 | 33 | 47 | 61 | 70 | 78 |
| Г-1 | 35 | 45 | 60 | 73 | 68 | 77 | 34 | 44 | 56 | 71 | 68 | 74 |
| Г-2 | 43 | 54 | 68 | 79 | 85 | 90 | 43 | 53 | 66 | 77 | 82 | 86 |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Г-3 | 53 | 62 | 73 | 80 | 84 | 86 | 53 | 61 | 71 | 78 | 82 | 85 |
| Г-4 | 61 | 66 | 72 | 78 | 81 | 83 | 59 | 65 | 71 | 78 | 80 | 81 |
| К-1 | 62 | 71 | 77 | 83 | 86 | 88 | 60 | 69 | 77 | 84 | 85 | 86 |
| К-2 | 68 | 72 | 80 | 89 | 93 | 97 | 65 | 71 | 79 | 88 | 92 | 95 |
| К-3 | 64 | 73 | 83 | 90 | 94 | 97 | 64 | 72 | 81 | 88 | 91 | 94 |
| Л | 20 | 35 | 44 | 48 | 65 | 69 | 17 | 33 | 42 | 53 | 63 | 70 |

Практическая работа №3

Изучение приборов учета и контроля расхода энергоресурсов. Схемы включения

1 Цель работы: изучить принцип действия, конструкцию и область измерения приборов для учета за расходом всех видов энергетических ресурсов.

2 Оснащение рабочего места

- методические указания по выполнению практической работы;
- информационно-справочный материал к практическим работам;
- варианты заданий.

3 Краткие теоретические сведения

3.1 Электрические измерения, учет и экономия электроэнергии

В системе электроснабжения промышленного предприятия измеряются текущие значения величин тока, напряжения и мощности, а также осуществлять учет потребляемой электроэнергии.

На вводах в РП, перемычке между секциями сборных шин, отходящих линиях и цеховых подстанциях необходим контроль тока, следовательно, в перечисленных цепях предусмотрена установка амперметров. Как правило, измеряется ток одной фазы. Измерение тока каждой фазы выполняется при неравномерной нагрузке фаз (цеховые ТП).

Напряжение измеряется на каждой секции сборных шин РП и ТП. На цеховых ТП производится измерение одного междуфазного напряжения. В сети 10 кВ предприятия вольтметры используются также для контроля состояния изоляции. С этой целью на каждой секции сборных шин РП

установлены трехфазные трансформаторные группы с измерительными трансформаторами напряжения типа ЗНОЛ.06-10У3 с подключенными вольтметрами, измеряющим фазные напряжения.

Перечень измерительных приборов и места их установки указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Контрольно-измерительные приборы и места их установки

| Место установки | Устанавливаемые приборы |
|---|---|
| Кабельные линии 10 кВ, питающие РП завода | Амперметр, расчетный счетчик активной и реактивной энергии |
| Кабельные линии 10 кВ, питающие ТП цехов | Амперметр, счетчик активной и реактивной энергии |
| Шины РП 10 кВ | Вольтметр для измерения междуфазного напряжения, три вольтметра для измерения фазных напряжения |
| Секционная перемычка | Амперметр |
| Цеховые ТП (сторона 0,4/0,23 кВ) | Амперметр в каждой фазе, вольтметр для измерения междуфазного напряжения, счетчик активной и реактивной энергии |

Вна представленной схеме использованы следующие типы контрольно-измерительных приборов: амперметры Э377, вольтметры Э377, счетчики активной и реактивной энергии ЦЭ6850М.

Схема расстановки контрольно-измерительных приборов представлена на рисунке 1и рисунке 2.

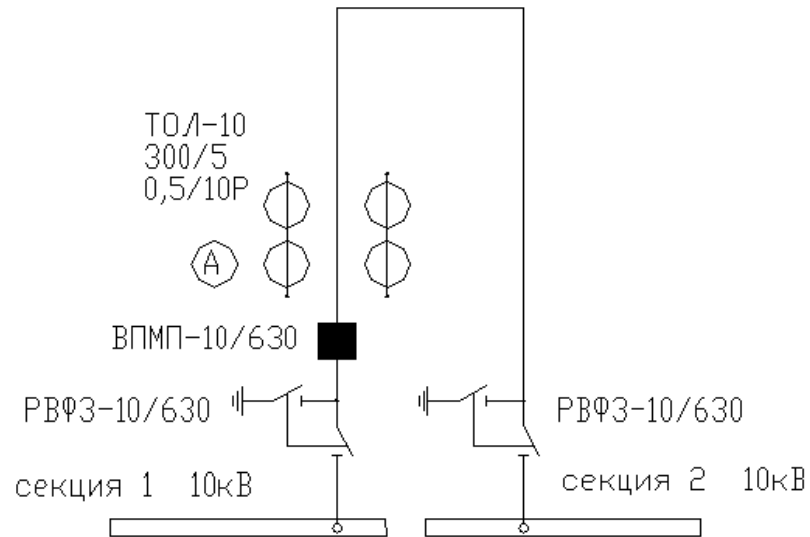


Рисунок 1 – Схема включения контрольно-измерительных приборов на секционной переключке

На предприятии различают расчетный (коммерческий) и технический (контрольный) учет электроэнергии. Расчетный учет электроэнергии предназначен для осуществления денежных расчетов за потребленную электроэнергию. Технический учет предназначен для контроля расхода электроэнергии внутри предприятия.

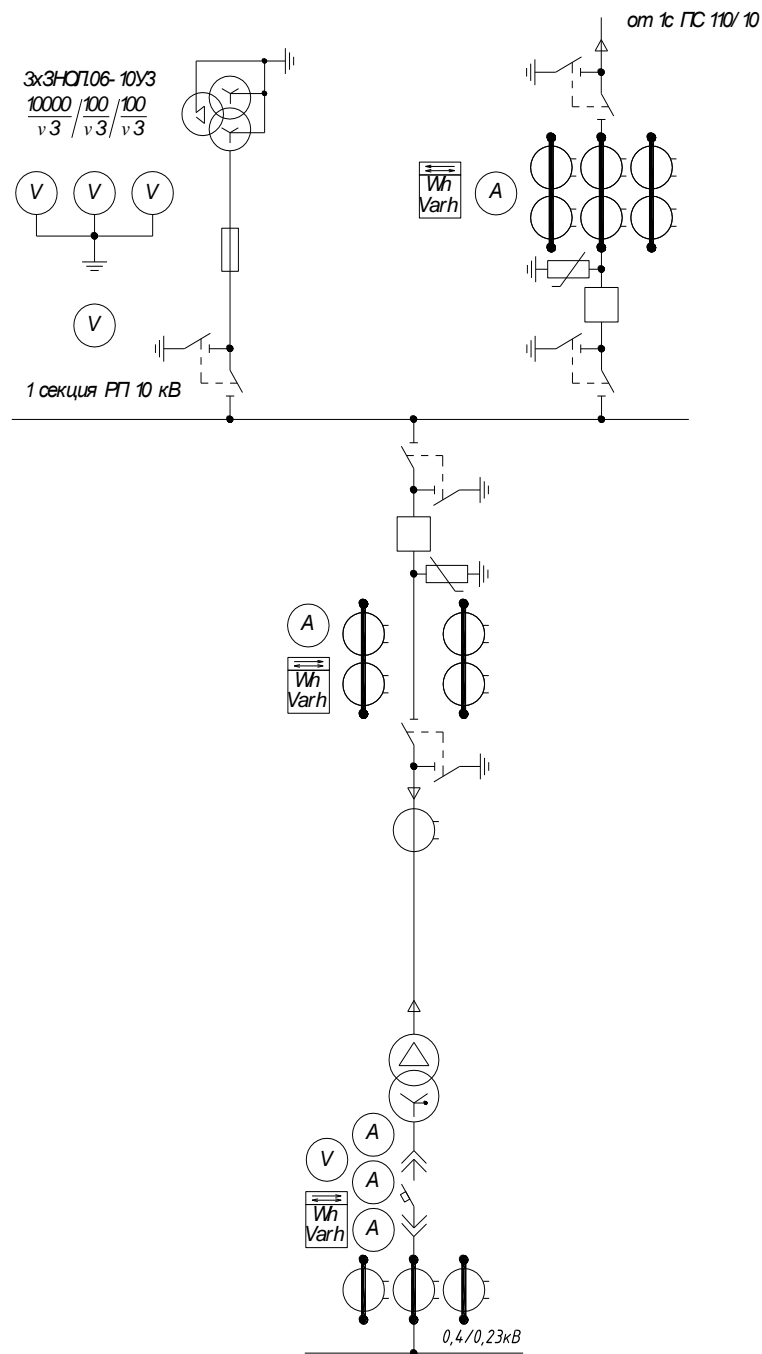


Рисунок 2 – Схема расстановки контрольно-измерительных приборов

Организация контроля потребления электроэнергии является первым и важнейшим шагом к ее рациональному использованию путем:

- 1) выявления внутри предприятия цехов и участков, перерасходующих электроэнергию;
- 2) детальной проверки счетов, выставяемых электроснабжающей организацией;
- 3) выявления наиболее энергетически эффективных режимов работы оборудования и поддержания этих режимов в течение как можно большего

отрезка времени;

4) строгой количественной оценки эффективности различных энергосберегающих мероприятий в натуральном и денежном выражении.

3.2 Назначение и функциональные возможности

Микропроцессорные счетчики электроэнергии классов точности 1.0 предназначены для учета активной и реактивной энергии в цепях переменного тока в многотарифном или одностарифном режимах.

Широкий диапазон функций счетчиков по контролю параметров сети, тарификации, коммуникации и модернизации предоставляют новые возможности по учету и организации систем АСКУЭ.

Для работы в многотарифном режиме в счетчиках есть внутренние часы. Для коммуникации счетчиков используются импульсные входы/выходы, встроенный GSM-модем, цифровые интерфейсы RS-232 и RS-485. Разработано современное программное обеспечение для чтения данных измерений и журнала событий, получения отчетов, программирования счетчика.

Область применения счетчиков – высокоточный коммерческий и технический учет в крупном промышленном и мелкомоторном секторе.

Современные счетчики предоставляют широкий спектр функциональных возможностей.

Счетчик обеспечивает учет и вывод на ЖК-индикатор:

- количества потребленной активной электроэнергии нарастающим итогом суммарно и по 4 тарифам;
- количества потребленной активной электроэнергии суммарно и по 4 тарифам за текущий месяц и 12 предыдущих месяцев (с указанием даты);
- количества потребленной активной электроэнергии суммарно и по 4 тарифам за текущие сутки и 44 предыдущих суток (с указанием даты);
- максимумов нагрузки по 4 тарифам за текущий месяц и 12 предыдущих месяцев (с указанием даты/времени).

Счетчик выводит на ЖК-индикатор:

- текущие дату/время и день недели, текущий тариф, тарифное расписание текущих суток; • заводской номер счетчика, начальную скорость обмена, значение периода усреднения;
- параметры сети и прогнозируемую к концу периода усреднения мощность;
- значения лимитов мощности и месячного потребления;
- сигнализацию превышения лимитов мощности и месячного потребления;
- отклонение напряжения за заданные пределы,
- сигнатуру датчика вскрытия крышки зажимов (после срабатывания датчика сигнатура равна нулю);
- сигнализацию нештатных ситуаций в токовых цепях (обратный поток энергии, небаланс токов).

Счетчик обеспечивает возможность задания по интерфейсу следующих параметров:

- текущих даты/времени;
- месяцев перехода на летнее время;
- тарифного расписания (до 12 сезонных программ с заданием отдельной суточной программы на каждый день недели, до 36 суточных программ, до 12 тарифных зон в суточной программе, до 32 исключительных дней);
- лимитов по мощности и месячному потреблению отдельно по тарифам;
- пароля доступа по интерфейсу (до 8 символов);
- идентификатора в соответствии с протоколом обмена (до 21 символа);
- рабочей скорости обмена по интерфейсу (300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400 бод);
- критерия включения реле управления (по действующему тарифу, по превышению лимита потребления или лимита мощности, по отклонению напряжения от заданных пределов, управление по интерфейсу и др.);
- задание границ рабочего диапазона напряжения (для фиксации и сигнализации выхода за пределы диапазона);
- режимов вывода на ЖКИ и обмена по интерфейсу;
- постоянной коррекции хода часов;

- длительность периода усреднения мощности нагрузки (3, 5, 10, 15, 30, 60 минут).

Счетчик обеспечивает:

- автоматический переход встроенных часов на зимнее/летнее время (с заданием месяца/часа каждого перехода);
- возможность коррекции времени вручную или по интерфейсу несколько раз в сутки (суточный лимит – 30 секунд);
- ведение профилей мощности нагрузки (глубина хранения для времени интегрирования 30 минут – 48 суток);
- защиту доступа к изменению параметров счетчика с помощью пломбируемой кнопки, пароля, криптографического алгоритма доступа (пароль не передается в открытом виде);
- возможность получения по интерфейсу минимального фиксированного набора данных по одному запросу (заводской номер и слово состояния счетчика, время/дата, накопления нарастающим итогом по тарифам и суммарно, тарифное расписание текущих суток);
- защищенное обнуление накопленных данных (энергии, максимумы мощности, профили мощности нагрузки);
- фиксацию факта несанкционированного вскрытия крышки зажимов;
- фиксацию в журнале 60 последних изменений фазного напряжения (выходы за указанные пределы, включение/выключение счетчика);
- фиксацию в журнале 60 последних изменений состояния токовых цепей (обратный поток энергии, небаланс токовых цепей);
- фиксацию в журнале 60 последних изменений параметров счетчика (времени, тарифного расписания, параметров протокола обмена и др.);
- фиксацию в регистраторах изменений метрологических параметров, попытки несанкционированного доступа, включение/выключение реле управления по интерфейсной команде, величину коррекции времени в секундах, обнуление накопленных данных, установку сигнатуры датчика вскрытия крышки зажимов, срабатывание датчика вскрытия крышки зажимов;

– отображение на ЖК-индикаторе основных данных с заданной периодичностью (3...60 секунд) или просмотр данных с помощью кнопки на передней панели.

Счетчик производит диагностику памяти программ, памяти данных, часов реального времени, литиевого элемента, выдает информацию об ошибках и сбоях в работе узлов на ЖК-индикатор и по интерфейсу, а также формирует обобщенный сигнал самодиагностики.

3.3 Конструкция

Основными элементами счетчика являются цифровые измерительные датчики и электронные платы, которые размещены в удобном и безопасном пластмассовом корпусе. Зажимная плата, модули цифровых интерфейсов и модуль импульсных входов/выходов располагаются под нижней спрягаемой частью счетчика (крышкой зажимов).

Стандартное расположение монтажных отверстий и габаритов корпуса позволяет легко устанавливать счетчик практически в любые электротехнические шкафы.

Универсальный трехэлементный счетчик может быть включен как в 4–х проводную цепь, так и в 3–х проводную трехфазную сеть.



- ❶ Прозрачное окно
- ❷ Жидкокристаллический дисплей (ЖКИ)
- ❸ Светодиодные индикаторы LED
- ❹ Съемный щиток
- ❺ Винты крепления крышки зажимов и места установки пломб
- ❻ Кнопка ALT
- ❼ Оптический порт
- ❽ Места установки пломб завода-изготовителя
- ❾ Съемная крышка зажимов

Рисунок 1 – Конструкция счетчика электроэнергии серии Альфа А1700

На лицевой панели корпуса установлено откидывающееся прозрачное окно, под которым находятся:

- жидкокристаллический индикатор (ЖКИ);
- два светодиода LED (для контроля потока активной и реактивной энергий);
- элементы оптического порта;
- съемный щиток (с модификацией счетчика, номиналами тока и напряжения и другой информацией согласно требованиям ГОСТ 30206 или 30207);
- кнопки управления ALT и RESET.

Связь компьютера со счетчиком может осуществляться через оптический порт счетчика с помощью оптического преобразователя и цифровые интерфейсы. Детально рассмотрим основные элементы конструкции.

Корпус счетчика

Смотровое окно выполнено из ударопрочного поликарбоната, стабилизированного ультрафиолетом, что обеспечивает удобство и безопасность эксплуатации при воздействии внешних факторов.

Корпус счетчика состоит из верхней и нижней сопрягаемых по периметру частей, прозрачного окна, зажимной платы и съемной крышки зажимов.

Для удобства установки счетчика на обратной стороне корпуса сверху предусмотрен кронштейн с крепежным ушком, принимающий три фиксированных положения: в одном случае — скрытое положение (за корпусом), два других — видимые (над верхней частью корпуса).

Зажимная плата

Под крышкой зажимов расположены зажимная плата, а также модули цифровых интерфейсов, модуль импульсных входов/выходов и модуль GSM-модема, которые подключены к материнской плате счетчика с помощью контактных разъемов. Модульная конструкция интерфейсов позволяет, сняв крышку зажимов, извлечь или вставить любой из модулей интерфейсов.

Кнопка RESET

Долговременное нажатие на кнопку RESET приводит к сбросу коммерческого периода. Сброс энергии фиксируется в памяти счетчика, а также высылаются уведомления оператору.

Кнопка ALT

Кнопка ALT предназначена для управления режимами индикации ЖКИ счетчика. Существует два способа нажатия кнопки: кратковременное и долговременное. Долговременное нажатие кнопки может быть запрограммировано на 1–5 секунд.

3.4 Электронная часть счетчика

Принцип измерения

Аналогово–цифровое преобразование величин напряжения и тока с последующим вычислением энергии и мощности.

Токи и напряжения в линии переменного тока измеряются соответственно с помощью специальных датчиков тока и делителей напряжения.

Преобразование величин и другие расчеты выполняются с использованием измерительной СБИС, включающей в себя цифровой сигнальный процессор (DSP) со встроенным аналогово–цифровым преобразователем (АЦП), которые осуществляют выделение дискретных значений каждого входного сигнала тока и напряжения в заданные моменты времени.

Микроконтроллер является важным звеном между СБИС и периферийными устройствами схемы. Микроконтроллер обрабатывает и запоминает измеренные данные в памяти счетчика и также служит для вывода данных на дисплей и передачи их через оптический порт и интерфейсы счетчика.

Основная печатная плата

Все основные электронные элементы счетчика расположены на одной печатной плате с планарно–поверхностным и сквозным монтажом. На печатной плате установлены следующие компоненты:

- трехфазный источник питания⁴

- резистивные делители напряжения;
- нагрузочные резисторы для трех датчиков тока;
- измерительная СБИС;
- микроконтроллер;
- схема сброса;
- память EEPROM;
- кварцевый генератор;
- элементы оптического порта;
- жидкокристаллический индикатор (ЖКИ);
- интерфейсы для подключения дополнительных модулей.

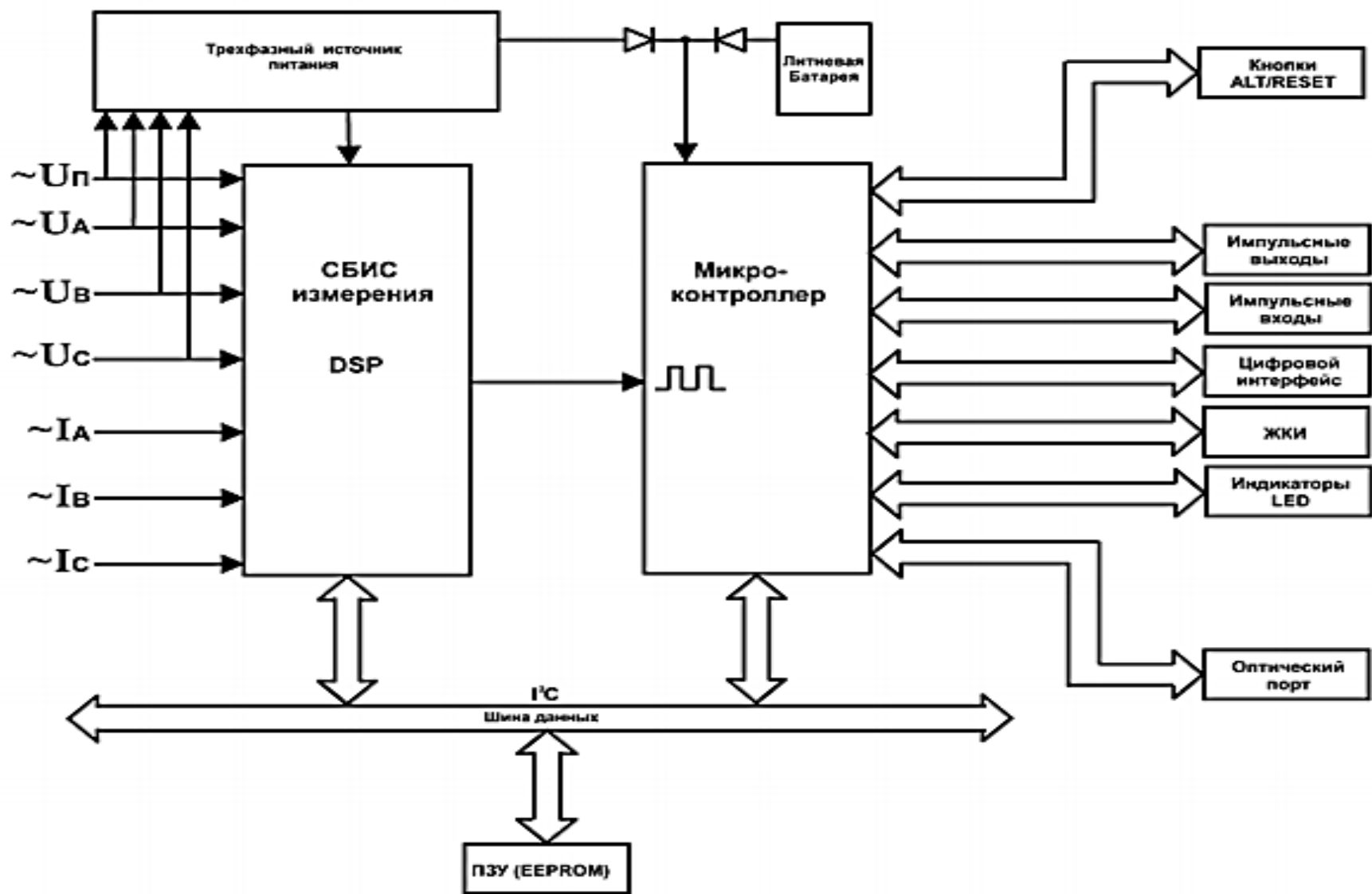


Рисунок 2 – Блок-схема электронной части счетчика

Блок питания

Во всех модификациях счетчика Альфа А1700 установлен трехфазный источник питания, рассчитанный на широкий диапазон входных фазных напряжений питающей сети: от 46 до 380 В.

Измерительные датчики напряжения

Фазные (линейные) напряжения подаются непосредственно по цепям напряжения на основную плату, где при помощи резистивных делителей приводятся к необходимому уровню входных сигналов для измерительной ИС. Резисторы используются металлопленочные с минимальным температурным коэффициентом.

Измерительные датчики тока

Электронная схема получает ток каждой фазы через специально разработанный прецизионный трансформатор тока, который пропорционально уменьшает измеряемый ток линии и имеет незначительную линейную и фазовую погрешность.

Измерительная СБИС в составе схемы обеспечивает точное измерение фазных токов для использования их в расчетах необходимых величин.

Преобразование и вычисление сигналов

Измерительная СБИС содержит АЦП и вычислительное устройство. АЦП предназначено для преобразования входных аналоговых сигналов токов и напряжений по каждой фазе в цифровые последовательности, которые в дальнейшем использует для вычислений вычислительное устройство. Вычислительное устройство выполняет соответствующие операции при расчете нужных величин с учетом калибровочных постоянных, хранящихся в энергонезависимой памяти EEPROM.

Микроконтроллер

Микроконтроллер выполняет различные функции:

- принимает управляющие сигналы тарифных входов;
- обеспечивает связь между DSP и памятью EEPROM по шине I2C;
- обеспечивает связь по оптическому порту;

- организует работу светодиодного индикатора LED и полупроводниковых реле;
- управляет работой жидкокристаллического индикатора (ЖКИ).

Микроконтроллер и измерительная СБИС постоянно поддерживают связь между собой для непрерывной обработки входных сигналов токов и напряжений.

Память

В счетчиках используется энергонезависимая память. Память предназначена для хранения всех накопленных и измеренных данных, а также параметров конфигурации счетчика, калибровочных констант и других данных. К основным параметрам, хранящимся в EEPROM, относятся:

- параметры конфигурации счетчика;
- постоянные калибровки и другие константы;
- расписание тарифных зон для энергии и мощности;
- накопленная энергия по тарифам и общая;
- максимальная мощность в тарифных зонах;
- предыдущие данные по тарифам и общие данные;
- количество перепрограммирований счетчика, дата и время последнего перепрограммирования;
- количество сбросов максимальных значений мощности, дата и время последнего сброса;
- количество реверсов энергии, дата и время начала последнего реверса энергии;
- количество перерывов питания;
- данные графиков нагрузки.

При отсутствии питания память счетчика может поддерживать сохранность данных не менее 30 лет.

Литиевая батарея

В каждом счетчика типа Альфа А1700 установлена литиевая батарея с напряжением питания 3 В. В случае отключения питания счетчика литиевая батарея обеспечивает запись измеренных данных в энергонезависимую память EEPROM, что позволяет избежать потери измеренных счетчиком данных. Общее время и ожидаемое время работы батареи можно посмотреть при помощи программного обеспечения.

Внешний источник питания

При отсутствии напряжения во всех трех фазах измеряемой сети можно производить считывание данных со счетчика программно или с ЖКИ, подключив дополнительный внешний источник питания АТ-4012, работающий в диапазоне изменения переменного напряжения $220 \text{ В} \pm 20\%$.

3.5 Защита доступа и пломбирование

Счетчик, как правило, имеет два уровня пломбирования. Первый уровень пломбирования — это пломбирование винтов, крепящих верхнюю и нижнюю части корпуса счетчика, на которые устанавливаются пломбы Госповерителя и завода-изготовителя. Второй уровень — это установка пломб на винты прозрачного окна на лицевой панели счетчика и на винты крышки зажимов, которые устанавливаются энергоснабжающей организацией после установки счетчика в точке учета.

Регистрационные функции

Для защиты от возможного обмана при учете электроэнергии и контроля достоверности измеренных данных счетчики регистрируют:

- общее количество перерывов питания;
- общую длительность перерывов питания (в днях, часах, минутах, секундах).
- дату и время трех последних отключений питания;
- общее количество отключений фаз;
- дату и время трех последних отключений фаз;
- общее количество реверсов энергии;
- дату и время трех последних реверсов энергии;
- общее количество превышения уставки тока;
- дату и время трех последних превышений уставки тока;
- количество перепрограммирований;
- дату и время трех последних перепрограммирований;
- дату и время сброса мощности.

Эти данные могут быть выведены на индикатор ЖКИ и считаны с помощью программного обеспечения.

Для разграничения доступа к данным существует три уровня доступа:

- чтение всех данных;

- чтение и коррекция времени;
- полный доступ: чтение и перепрограммирование.

В зависимости от варианта (уровня доступа) программного обеспечения можно исключить возможность полного или частичного перепрограммирования счетчика.

3.6 Маркировка счетчика

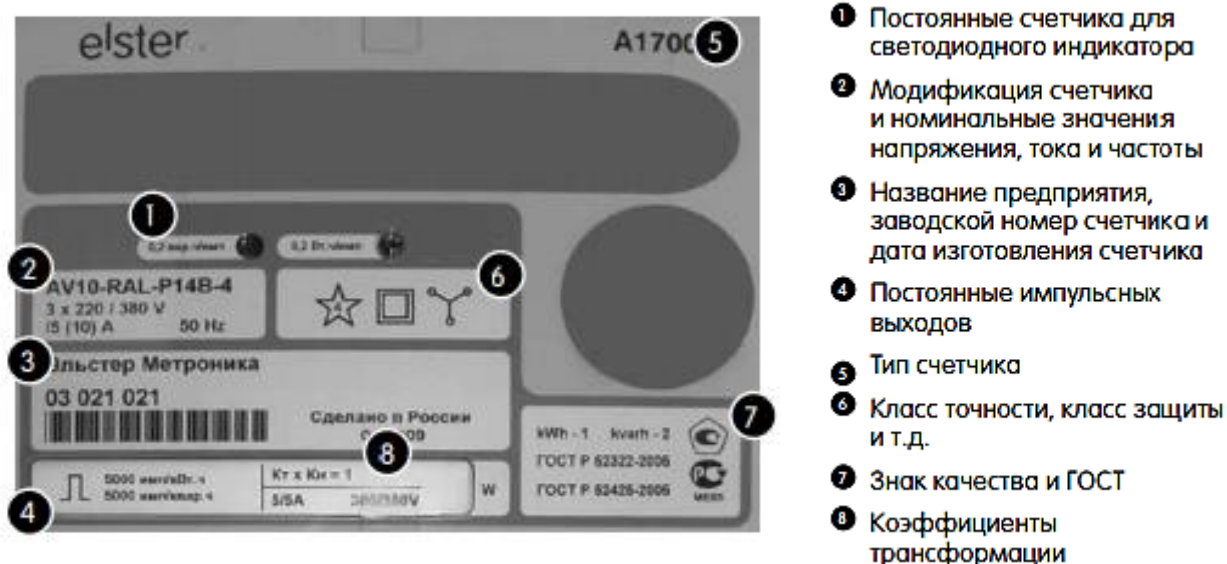


Рисунок 3 – Параметры маркировки счетчика

4 Порядок выполнения работы

4.1 Пользуясь п.3 методических указаний, изучить принцип действия, конструкцию и область измерения приборов для учета за расходом всех видов энергетических ресурсов.

4.2 Используя Приложение В, а также предложенные каталожные данные, изучить схемы включения счетчиков.

4.3 Изучить структуру обозначения счетчиков, используя каталожные данные и материалы Приложения С.

4.2 Выполнить индивидуальное задание в соответствии со своим вариантом в группе по Приложению А по таблице А.1

4.3 Изобразить элемент схемы электроснабжения с расстановкой контрольно-измерительных приборов согласно варианту индивидуального задания.

4.4 Дать письменные ответы на вопросы согласно варианту индивидуального задания.

4.5 Оформить отчет.

4.6 Сделать выводы по работе.

4.7 Устно ответить на контрольные вопросы.

5 Содержание отчета

5.1 Название и цель работы.

5.2 Элемент схемы электроснабжения с расстановкой контрольно-измерительных приборов согласно варианту индивидуального задания.

5.3 Письменные ответы на вопросы согласно варианту индивидуального задания.

5.5 Вывод по работе.

6 Контрольные вопросы

6.1 Перечислите, какие виды учета электроэнергии вы знаете.

6.2 Определите основные направления в организации контроля потребления электроэнергии.

6.3 Поясните назначение основных элементов конструкции счетчика.

6.4 Перечислите известные вам функциональные возможности современных многофункциональных счетчиков.

6.5 Опишите электронную часть счетчика, поясните назначение отдельных ее элементов.

6.6 Поясните параметры, которые выносят на корпус счетчика для маркировки.

6.7 Поясните структуру обозначения счетчиков.

6.8 Поясните основные элементы схемы включения разных видов приборов учета.

6.9 Подумайте, какие мероприятия по экономии электроэнергии производят на промышленных предприятиях.

Литература

1 Радкевич В.Н. Электроснабжение промышленных предприятий: учеб.пособие / В.Н. Радкевич, В.Б. Козловская, И.В. Колосова. – Минск: ИВЦ Минфина, 2015. – 589с.

3 Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий / Б.И. Кудрин, В.В. Прокопчик. – Минск: Вышэйш. шк., 1988. – 358с.

ТНПА

ТКП 308-2011 Правила приёмки в эксплуатацию автоматизированных систем контроля и учёта электрической энергии, установленных в жилых и общественных зданиях

Приложение А

Индивидуальное задание

Перечислите основные технические характеристики, структуру условного обозначения и функциональные возможности предложенного Вам в соответствии с вариантом в группе марки счетчика. Изобразите схему включения и основные конструктивные элементы данного счетчика. Изобразите элемент схемы включения в соответствии с предложенным Вам по варианту местом включения измерительного прибора в рамках системы электроснабжения

Таблица А.1 – Варианты индивидуальных заданий

| Вариант | Марка счетчика | Схема включения контрольно-измерительных приборов |
|---------|----------------|---|
| 1 | СЕ101 | Кабельные линии 10 кВ, питающие РП завода |
| 2 | ЦЭ6807П | Кабельные линии 10 кВ, питающие ТП цехов |
| 3 | СЕ200 | Шины РП 10 кВ |
| 4 | ЦЭ6807Б | Секционная перемычка |
| 5 | СЕ102 | Цеховые ТП (сторона 0,4/0,23 кВ) |
| 6 | СЕ201 | Кабельные линии 10 кВ, питающие РП завода |
| 7 | ЦЭ6803В | Кабельные линии 10 кВ, питающие ТП цехов |
| 8 | ЦЭ6803М | Шины РП 10 кВ |
| 9 | ЦЭ6803Ш | Секционная перемычка |
| 10 | ЦЭ6804 | Цеховые ТП (сторона 0,4/0,23 кВ) |
| 11 | СЕ300 | Кабельные линии 10 кВ, питающие РП завода |
| 12 | СЕ302 | Кабельные линии 10 кВ, питающие ТП цехов |
| 13 | СЕ301 | Шины РП 10 кВ |
| 14 | СЕ301М | Секционная перемычка |
| 15 | СЕ303 | Цеховые ТП (сторона 0,4/0,23 кВ) |
| 16 | ЦЭ6850М | Кабельные линии 10 кВ, питающие РП завода |
| 17 | СЕ304 | Кабельные линии 10 кВ, питающие ТП цехов |
| 18 | СЭО6005 | Шины РП 10 кВ |
| 19 | СЭТ7007 | Секционная перемычка |
| 20 | СЭТ7009 | Цеховые ТП (сторона 0,4/0,23 кВ) |
| 21 | УСПД | Кабельные линии 10 кВ, питающие РП завода |
| 22 | СО-И496 | Кабельные линии 10 кВ, питающие ТП цехов |
| 23 | СА4-И699 | Шины РП 10 кВ |
| 24 | А1700 | Секционная перемычка |
| 25 | СЕ201 | Цеховые ТП (сторона 0,4/0,23 кВ) |
| 26 | ЦЭ6803В | Кабельные линии 10 кВ, питающие РП завода |
| 27 | ЦЭ6803М | Кабельные линии 10 кВ, питающие ТП цехов |
| 28 | ЦЭ6803Ш | Шины РП 10 кВ |
| 29 | ЦЭ6804 | Секционная перемычка |
| 30 | СЕ300 | Цеховые ТП (сторона 0,4/0,23 кВ) |

Приложение В. Схемы подключения счетчиков

Схема подключения счетчика двухэлементного Альфа А1700 в трехпроводную сеть без трансформаторов напряжения

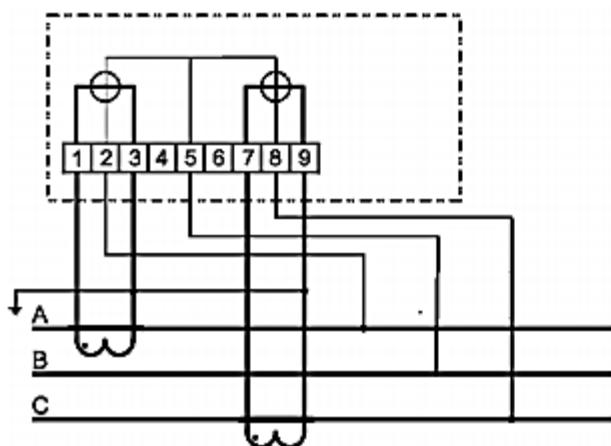


Схема подключения счетчика двухэлементного Альфа А1700 в трехпроводную сеть с двумя трансформаторами напряжения

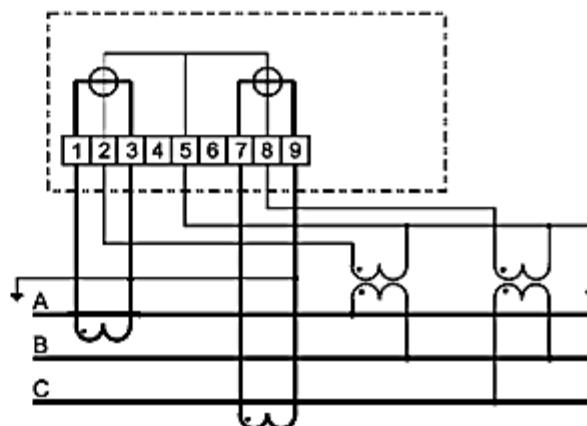


Схема подключения счетчика двухэлементного Альфа А1700 в трехпроводную сеть с тремя трансформаторами напряжения и заземленной фазой В.

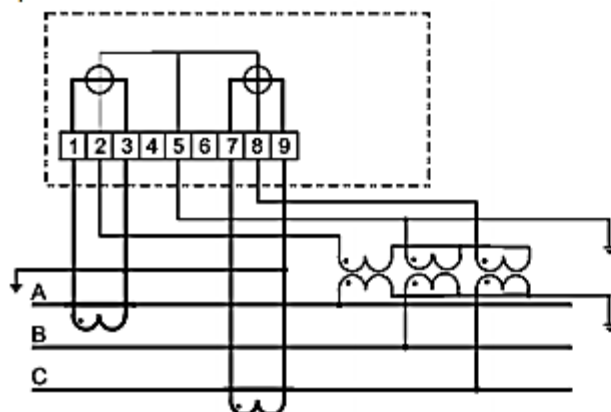


Схема подключения трехэлементного счетчика Альфа А1700 в четырехпроводную сеть 0,4кВ без трансформаторов напряжения

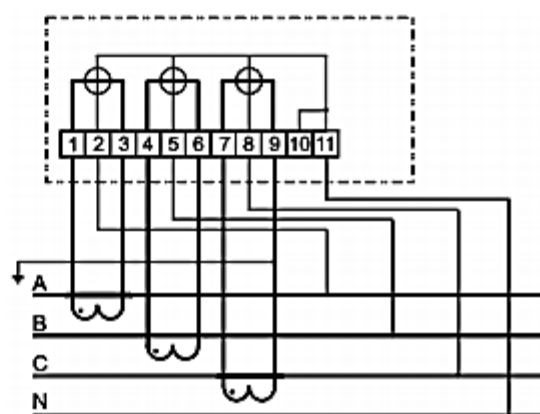


Схема подключения трехэлементного счетчика Альфа А1700 в четырехпроводную сеть с заземленной нейтралью

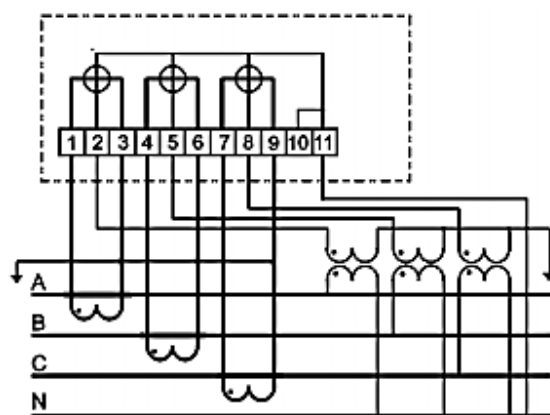
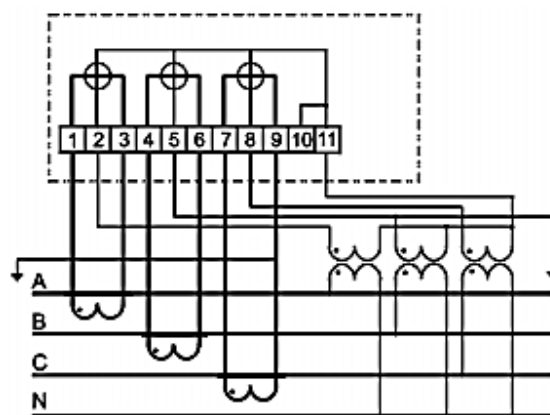


Схема подключения трехэлементного счетчика Альфа А1700 в четырехпроводную сеть с изолированной нейтралью и заземленной фазой В



Приложение В. Схемы подключения счетчиков. Продолжение

Схема подключения счетчиков с помощью трех трансформаторов тока

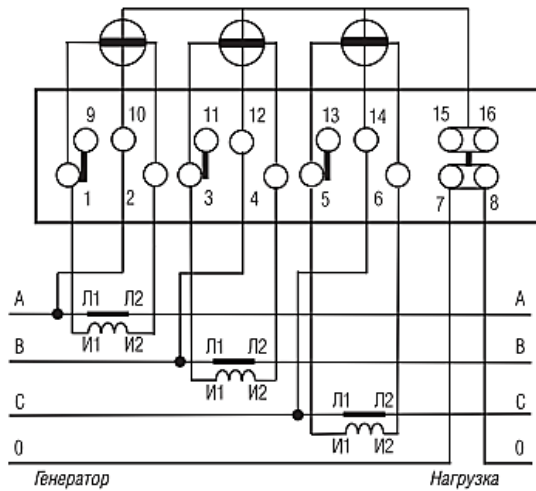


Схема подключения счетчиков с помощью двух трансформаторов тока

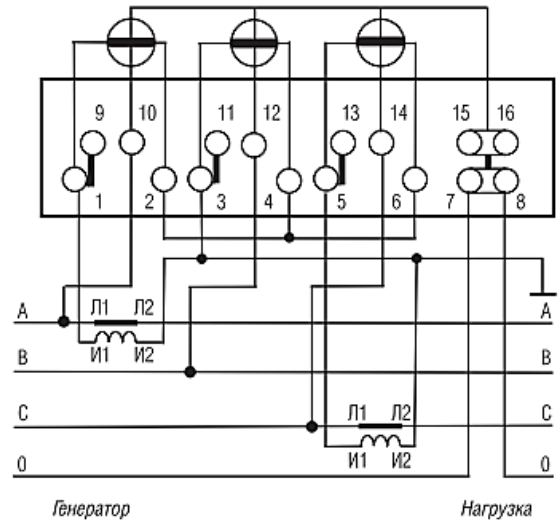
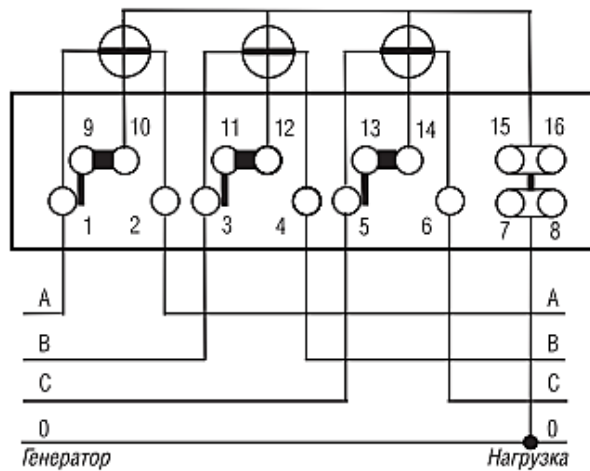


Схема непосредственного подключения счетчиков

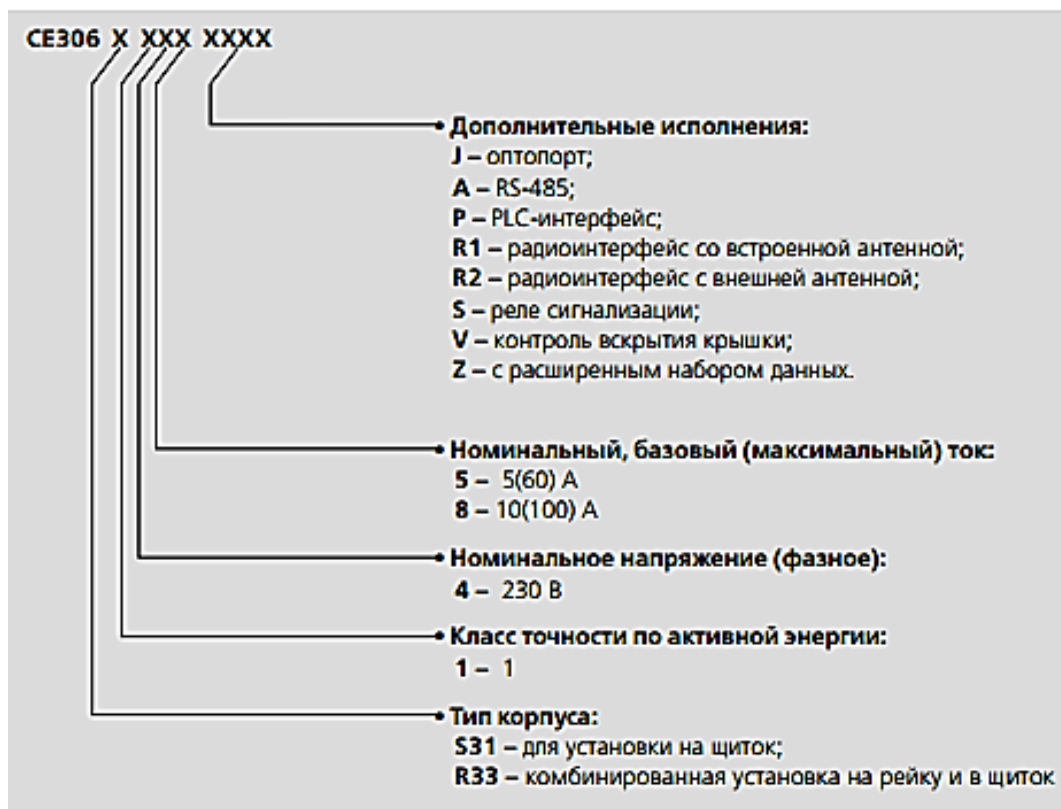


Приложение С. Структура условного обозначения

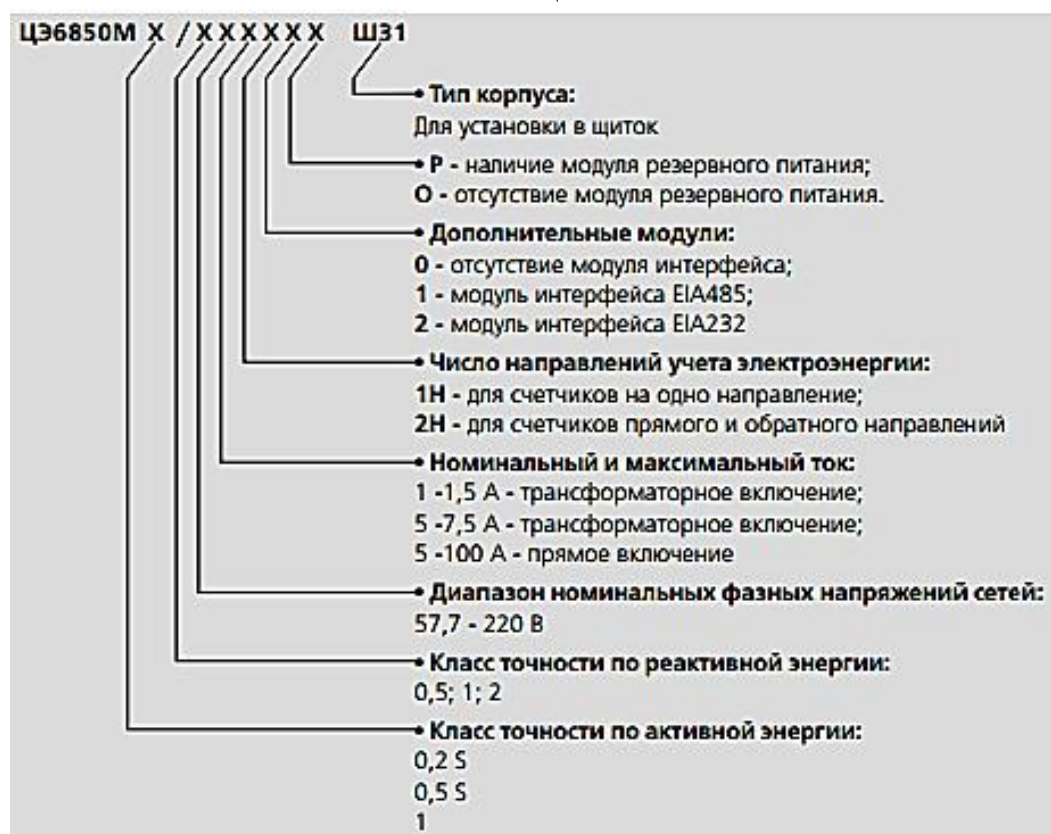
Обозначение модификаций счетчиков Альфа А1700

| | AV | 10 | RAL | P24 | BG | N | 4 |
|--|----|----|-----|-----------|----|---|---|
| Счетчик Альфа А1700 | AV | | | | | | |
| Класс точности | | | | | | | |
| Класс точности 1,0 | | 10 | | | | | |
| Измерение энергии и наличие функций | | | | | | | |
| Измерение активной энергии и мощности в многотарифном режиме | | | T | | | | |
| Измерение активной и реактивной энергии и мощности в многотарифном режиме | | | R | | | | |
| Измерения в двух направлениях | | | A | | | | |
| Наличие графика нагрузки | | | L | | | | |
| Телеметрические выходы | | | | | | | |
| Без реле | | | | 0 | | | |
| Наличие двух групп по четыре полупроводниковых реле на две системы учета (Наличие одной группы с четырьмя полупроводниковыми реле) | | | | P24 (P14) | | | |
| Наличие четырех телеметрических входов для учета потребления от других датчиков | | | | U | | | |
| Цифровые модули | | | | | | | |
| RS-232 | | | | | S | | |
| RS-485 (содержит в себе интерфейс RS-232) | | | | | B | | |
| GSM-модем (только при наличии модуля RS-232 или RS-485) | | | | | G | | |
| Реле | | | | | | | |
| Наличие возможности управления нагрузкой по одному из каналов группы реле P14 или P24 | | | | | | N | |
| Число элементов (тип линии) | | | | | | | |
| Двухэлементный счетчик (трехпроводная линия) | | | | | | | 3 |
| Трехэлементный счетчик (четырепроводная линия) | | | | | | | 4 |

Приложение С. Структура условного обозначения. Продолжение
 Обозначение модификаций многотарифных счетчиков СЕ306



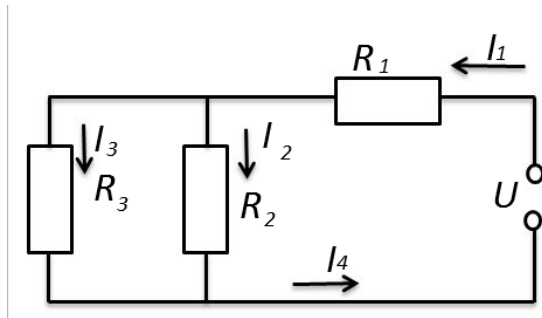
Обозначение модификаций микропроцессорных многофункциональных
 счетчиков ЦЭ6850 М



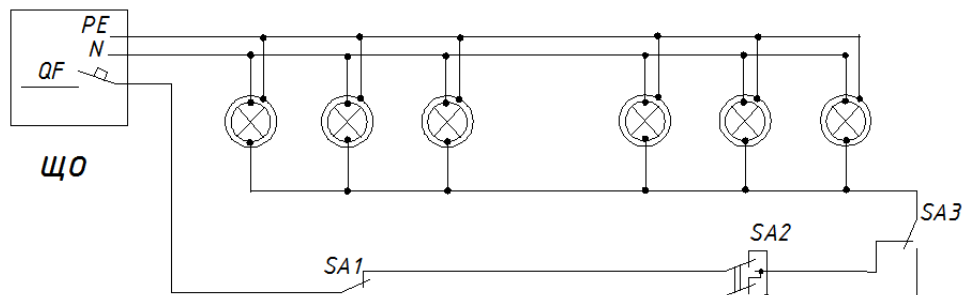
Контроль знаний

Рекомендуемые материалы входного контроля

1. Охарактеризуйте понятие проводника
2. Охарактеризуйте понятие диэлектрика
3. Дайте определение номинальному режиму работы аппарата
4. Дайте определение рабочему режиму работы аппарата
5. Укажите, какой аппарат следует использовать, чтобы защитить цепь от перегрузки
6. Укажите, какой аппарат следует использовать, чтобы защитить цепь от короткого замыкания
7. Укажите корни квадратного уравнения $X^2+X+6=0$
8. Проведите анализ схемы



9. Укажите, какой источник света является самым энергозатратным
10. Обозначьте основные методы расчета потерь мощности в системах электроснабжения из нижеперечисленных:
11. Определите световой поток лампы необходимой для обеспечения нормируемой освещенности $E=150$ лк в помещении площадью 20 м^2 . Коэффициент запаса принять равным 1.4, коэффициент неравномерности – 1.1, коэффициент использования светового потока – 92.
12. Перечислите условия выбора предохранителей
13. Проведите анализ схемы



Входной контроль осуществляется по ранее преподаваемым дисциплинам: «Электроснабжение промышленных предприятия и гражданских зданий», «Электрическое освещение», «Электрические аппараты», «Теоретические основы электротехники», «Математика»

Рекомендуемые материалы тематического контроля №1
по теме «Топливо-энергетический комплекс РБ»

7. Дайте определение понятиям энергосбережение, нетрадиционные и возобновляемые источники энергии.
8. Дайте определение понятиям энергетика, топливо-энергетические ресурсы.
9. Дайте определение понятиям эффективное использование топливо-энергетических ресурсов, вторичные энергетические ресурсы.
10. Охарактеризуйте потребность РБ в электроэнергии.
11. Охарактеризуйте собственные запасы горючих полезных ископаемых на территории РБ.
12. Охарактеризуйте объемы топливо-энергетических ресурсов РБ.
13. Поясните, в чем суть Республиканской энергетической программы, какими нормативными документами она регламентируется.
14. Поясните, в чем основная суть «Закона РБ от энергосбережения».
15. Перечислите основные положения директивы президента РБ №3 «Экономия и бережливость – главные факторы экономической безопасности государства»
16. Поясните основную суть энергетического мониторинга.
17. Поясните основную суть энергетического аудита.
18. Перечислите основные задачи организации энергоменеджмента.
19. Перечислите основные способы экономии электрической энергии на производстве.
20. Перечислите основные способы экономии газа и воды на производстве.
21. Перечислите основные способы экономии тепла на производстве.

Рекомендуемые материалы тематического контроля №2
по теме «Энергетический баланс и определение потерь мощности и
электроэнергии в электрических сетях»

1. Дайте определение понятию энергобаланса
2. Дайте определение понятию приходная часть энергобаланса
3. Дайте определение понятию расходная часть энергобаланса
4. Перечислите основные виды энергобаланса
5. Поясните главную цель энергобаланса
6. Перечислите основные задачи энергобаланса
7. Приведите формулу для расчета потерь в линии 10кВ методом графического интегрирования, поясните основные величины
8. Приведите формулу для расчета потерь в линии до 1кВ методом среднеквадратического тока, поясните основные величины
9. Приведите формулу для расчета потерь в трансформаторе методом максимальной нагрузки и времени максимальных потерь, поясните основные величины
10. Дайте определение времени максимальных потерь
11. Дайте определение времени использования максимальной нагрузки
12. Дайте определение среднеквадратическому току
13. Дайте определение вторичным энергетическим ресурсам
14. Перечислите основные виды вторичных энергетических ресурсов
15. Охарактеризуйте использование ВЭР в промышленности

Рекомендуемые материалы обязательной контрольной работы

1. Охарактеризуйте топливно-энергетический комплекс РБ.
2. Охарактеризуйте потребность РБ в электроэнергии.
3. Перечислите основные направления энергетической политики РБ, какими нормативными документами она регламентируется.
4. Опишите основной принцип управления энергоресурсами и пути оптимизации энергопотребления.
5. Перечислите цели и задачи и опишите пути организации энергоменеджмента на предприятии.
6. Опишите основные стадии и технологии энергосбережения на предприятии.
7. Дайте понятие энергобаланса, перечислите основные цели и задачи энергобаланса.
8. Перечислите способы определения потерь мощности в электрических сетях.
9. Поясните, в чем суть определения потерь мощности методом среднеквадратического тока.
10. Поясните, в чем суть определения потерь мощности методом максимальной нагрузки..
11. Поясните, в чем суть определения потерь мощности методом графического интегрирования.
12. Охарактеризуйте основные источники вторичных энергоресурсов.
13. Охарактеризуйте основные мероприятия по энергосбережению в сельском хозяйстве.
14. Охарактеризуйте основные мероприятия по энергосбережению на промышленных предприятиях.
15. Перечислите основные методы экономии электроэнергии, используемой на освещение, на промышленных предприятиях.

Рекомендуемый ПЕРЕЧЕНЬ творческих работ

Темы рефератов:

1. Объемы топливных ресурсов РБ.
2. Запасы полезных ископаемых на территории РБ.
3. Основные направления энергетической политики РБ.
4. Управление энергоресурсами и их оптимизация.
5. Совершенствование существующих систем энергосбережения на промышленных предприятиях.
6. Понятие об энергобалансе.
7. Альтернативные виды топлива.
8. Возобновляемые виды энергии.
9. Ветроэнергетика в РБ.
10. Использование солнечной энергии.
11. Использование водородной энергетики.
12. Атомная энергетика. Достоинства и недостатки.
13. Энергосберегающие мероприятия в сельском хозяйстве.
14. Основные методы и приборы регулирования тепловой энергии.
15. Приборы учета и контроля энергопотребления.
16. Автоматизированные системы управления энергопотреблением.
17. Определение себестоимости энергии.
18. Виды тарифов на электроэнергию.
19. Закон РБ «Об энергосбережении»
20. Декрет президента РБ «Экономия и бережливость – главные факторы экономической безопасности государства»

Лекции-презентации:

1. Объемы топливных ресурсов РБ.
2. Запасы полезных ископаемых на территории РБ.
3. Альтернативные виды топлива.
4. Возобновляемые виды энергии.
5. Ветроэнергетика в РБ.
6. Использование солнечной энергии.
7. Использование водородной энергетики.
8. Основные методы и приборы регулирования тепловой энергии.
9. Приборы учета и контроля энергопотребления.
10. Автоматизированные системы управления энергопотреблением.

Литература

1. Лохницкий, И.А. Основы энергосбережения/ И.А. Лохницкий. – Минск: РИПО, 2014
2. Донская, С.А. Основы энергосбережения / С.А. Донская. – Минск: МИТСО, 2009
3. Свидерская, О.В. Основы энергосбережения / О.В. Свидерская. – Минск: Акад. упр. При Президенте РБ, 2006. – 228 с.
4. Пospelова, Т.Г. Основы энергосбережения / Т.Г. Пospelова. – Минск: УП «Технопринт», 2000. – 353 с.
5. Хутская, Н.Г. Основы энергосбережения: цикл лекций / Под ред. Н.Г. Хутской. – Минск: Технология, 1999. – 100 с.
6. Самойлов, М.В. Основы энергосбережения: Учеб.пособие / М.В. Самойлов, В.В. Паневчик, А.Н. Ковалёв. – Минск: БГЭУ, 2002. – 198 с.
7. Стриха, И.И. Энергосбережение в промышленности и энергетике / И.И. Стриха, И.И. Рысейкина. – Минск: Энергопресс, 2012. – 280 с.
8. Сибикин, М.Ю., Сибикин, Ю.Д. Технология энергосбережения: учебник / М.Ю. Сибикин, Ю.Д. Сибикин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ФОРУМ, 2010. – 352 с.
9. Русан, В.И. Возобновляемая энергетика и энергоэффективность / В.И. Русан, Ю.С. Почанин, В.П. Нистюк / под. ред. Русан В.И. – Минск: Энергопресс, 2015. – 384 с.
10. Добыш, Г.Ф. Основы энергосбережения в сельскохозяйственном производстве: учебное пособие / Г.Ф. Добыш [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2015. – 343 с.

Перечень ТНПА

СТБ 6.38-2016 Унифицированные системы документации Республики Беларусь. Система организационно-распорядительной документации. Требования к оформлению документов;

СТБ 2255-2012 СПДС Основные требования к документации строительного проекта;

ГОСТ 2.105-95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам;

ГОСТ 2.106-96 ЕСКД. Текстовые документы;

ГОСТ 2.701-2008 ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению;

ГОСТ 2.702-2011 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем;

ГОСТ 2.705-70 ЕСКД. Правила выполнения электрических схем обмоток и изделий с обмотками;

ГОСТ 2.709-89 ЕСКД. Обозначения условные проводов и контактных соединений электрических элементов, оборудования и участков цепей в электрических схемах;

ГОСТ 2.710-81 ЕСКД. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах;

ГОСТ 2.711-82 ЕСКД. Схема деления изделия на составные части;

ГОСТ 2.721-74 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения;

ГОСТ 2.722-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Машины электрические;

ГОСТ 2.723-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Катушки индуктивности, дроссели, трансформаторы, автотрансформаторы и магнитные усилители;

ГОСТ 2.726-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Токосъёмники;

ГОСТ 2.727-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Разрядники, предохранители;

ГОСТ 2.728-74 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Резисторы, конденсаторы;

ГОСТ 2.729-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Приборы электроизмерительные;

ГОСТ 2.732-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Источники света;

ГОСТ 2.745-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Электронагреватели, устройства и установки электротермические;

ГОСТ 2.746-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах.

Генераторы и усилители квантовые;

ГОСТ 2.747-68 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Размеры условных графических обозначений;

ГОСТ 2.755-87 ЕСКД. Обозначения условные графические в электрических схемах. Устройства коммутационные и контактные соединения;

ГОСТ 2.756-76 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Воспринимающая часть электромеханических устройств;

ГОСТ 2.767-89 ЕСКД. Обозначения условные графические в электрических схемах. Реле защиты;

ГОСТ 2.768-89 ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Источники электрохимические, электротермические и тепловые;

ГОСТ 2.730-73 ЕСКД Обозначения условные графические в схемах. Приборы полупроводниковые;

ГОСТ 29322-2014 Напряжения стандартные;

ГОСТ 21128-83 Системы электроснабжения, сети, источники, преобразователи и приемники электрической энергии. Номинальные напряжения до 1000 В;

ГОСТ 21.210-2014 СПДС. Условные графические изображения электрооборудования и проводок на планах;

ГОСТ 21.501-2011 СПДС. Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений;

ГОСТ 21.608-2014 СПДС. Правила выполнения рабочей документации внутреннего электрического освещения;

ГОСТ 21.613-2014 СПДС. Правила выполнения рабочей документации силового электрооборудования;

СТБ 2096-2010 Автоматизированные системы контроля и учета электрической энергии. Общие технические требования;

ГОСТ 31819.21-2012 Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Частные требования. Часть 21. Статические счетчики активной энергии классов точности 1 и 2;

ГОСТ 31819.22-2012 Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Частные требования. Часть 22. Статические счетчики активной энергии классов точности 0,2S и 0,5S;

ГОСТ 31819.23-2012 Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Частные требования. Часть 23. Статические счетчики реактивной энергии;

ТКП 339-2011 (02230) Электроустановки на напряжение до 750 кВ. Линии электропередачи воздушные и токопроводы, устройства распределительные и трансформаторные подстанции, установки

электросиловые и аккумуляторные, электроустановки жилых и общественных зданий. Правила устройства и защитные меры электробезопасности. Учет электроэнергии. Нормы приемо-сдаточных испытаний;

ТКП 181-2009 (02230) Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей

ТКП 427-2012 (02230) Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок

ТКП 121-2008 (02250) Пожарная безопасность. Электропроводка и аппараты защиты внутри зданий. Правила устройства и монтажа

ТКП 45-2.04-153-2009 (02250) Естественное и искусственное освещение. Строительные нормы проектирования

ТКП 45-4.04-149-2009 (02250) Системы электрооборудования жилых и общественных зданий. Правила проектирования

Инструкция по делопроизводству в государственных органах и организациях Республики Беларусь, утвержденной Постановлением Министерства юстиции Республики Беларусь 19 января 2009 г. № 4.

