|  |  |
| --- | --- |
| КГЭУ | МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИФедеральное государственное бюджетное образовательное учреждениевысшего профессионального образования“КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ”(ФГБОУ ВПО «КГЭУ») |

|  |  |
| --- | --- |
|  | **УТВЕРЖДАЮ**  Проректор по УМР  В.А.Дыганов |

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения текущего контроля успеваемости

и промежуточной аттестации студентов

по итогам освоения дисциплины

|  |
| --- |
| Б1.В.ОД16 «ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В ПРОМЫШЛЕННЫХ И КОММУНАЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ» |
|  |

(код, наименование дисциплины)

основной образовательной программы

«Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений»

(наименование ООП)

по направлению подготовки

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

(шифр, наименование направления подготовки)

Квалификация выпускника

бакалавр

(бакалавр, магистр)

Формаобучения

очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Казань – 2015г.

1. **Цель и задачи текущего контроля и промежуточной аттестациистудентов по дисциплине «Энергосбережение в промышленных и коммунальных предприятиях»**

*Цель текущего контроля* – систематическая проверка степени освоения программы дисциплины «Энергосиловое оборудование промышленных предприятий», уровня сформированности знаний, умений, навыков, компетенций на текущих занятиях.

*Задачи текущего контроля:*

1. определение индивидуального учебного рейтинга студентов;
2. своевременное выполнение корректирующих действий по содержанию и организации процесса обучения; обнаружение и устранение пробелов в усвоении учебной дисциплины;
3. подготовки к промежуточной аттестации.

В течение 1 семестра при изучении дисциплины реализуется комплексная система поэтапного оценивания уровня освоения – балльно-рейтинговая система. За каждый вид учебных действий студенты получают определенное количество баллов. В течение семестра студент может набрать от 35 до 60-ти баллов в зависимости от уровня освоения программы образования: базового (35-40 баллов), продвинутого (41-50 баллов) и высокого (51-60 баллов).

*Цель промежуточнойаттестации* – проверка степени усвоения студентами учебного материала за время изучения дисциплины, уровня сформированности компетенций после завершения изучения дисциплины. Промежуточная аттестация проходит в форме экзамена (8 семестр). В экзаменационный билет входит 2 теоретических вопроса и одно практическое задание. При полном ответе на все задания бакалавр получает до 40 баллов.

*Задачи промежуточной аттестации:*

1. определение уровня усвоения учебной дисциплины;
2. определение уровня сформированности элементов общекультурных и профессиональных компетенций.
3. **Основное содержание текущего контроля и промежуточнойаттестациистудентов**

В результате изучения дисциплины «Энергосбережение в промышленных и коммунальных предприятиях» формируются следующие компетенции или их составляющие:

* способность использовать основы правовых знаний в различных сферах деятельности (ОК-4),
* способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7),
* способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования (ПК-3),
* готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-5),
* готовность обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике (ПК-7),
* способность использовать технические средства для измерения и контроля основных параметров технологического процесса (ПК-8).
  1. **Основное содержание текущего контроля**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Коды  компетенций | Совокупность ожидаемых результатов образования студентов в форме компетенций по завершении модуля/  освоения дисциплины | Содержание оценочных заданий для выявления сформированности компетенций у студентов по завершении модуля/освоения дисциплины | | |
| Базовый уровень | Продвинутый уровень | Высокий уровень |
| **Общекультурные компетенции** | | | | |
| ОК-4 | ***Знать:***  правила проведения энергетических обследований | Устный опрос  Расчетно-графическая работа | Устный опрос  Решение типовых задач  Расчетно-графическая работа | Устный опрос  Решение типовых задач  Тест  Расчетно-графическая работа |
| ОК-7 | ***Знать:***  мероприятия по повышению энергоэффективности | Устный опрос  Расчетно-графическая работа | Устный опрос  Решение типовых задач  Расчетно-графическая работа | Устный опрос  Решение типовых задач  Тест  Расчетно-графическая работа |
| **Профессиональные компетенции** | | | | |
| ПК-3 | ***Уметь:***  определять удельные показатели энергопотребления и осуществлять их нормирование | Устный опрос  Расчетно-графическая работа | Устный опрос  Решение типовых задач  Расчетно-графическая работа | Устный опрос  Решение типовых задач  Тест  Расчетно-графическая работа |
| ПК-5 | ***Знать:***  показатели энергоэффективности  ***Уметь:***  составлять энергетические паспорта  ***Владеть:***  методами работы со справочной литературой и нормативными документами | Устный опрос  Расчетно-графическая работа | Устный опрос  Решение типовых задач  Расчетно-графическая работа | Устный опрос  Решение типовых задач  Тест  Расчетно-графическая работа |
| ПК-7 | ***Знать:***  методы оценки экономической эффективности внедрения ресурсосберегающих мероприятий  методы нормирования удельных расходов энергоресурсов | Устный опрос  Расчетно-графическая работа | Устный опрос  Решение типовых задач  Расчетно-графическая работа | Устный опрос  Решение типовых задач  Тест  Расчетно-графическая работа |
| ПК-8 | ***Уметь:***  проводить инструментальный контроль энергопотребления | Устный опрос  Расчетно-графическая работа | Устный опрос  Решение типовых задач  Расчетно-графическая работа | Устный опрос  Решение типовых задач  Тест  Расчетно-графическая работа |

* 1. **Основное содержание промежуточной аттестации студентов**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Коды  компетенций | Совокупность ожидаемых результатов образования студентов в форме компетенций по завершении модуля/  освоения дисциплины | | Содержание оценочных заданий для выявления сформированности компетенций у студентов по завершении модуля/освоения дисциплины | | | | |
| Базовый уровень | | Продвинутый уровень | | Высокий уровень |
| **Общекультурные компетенции** | | | | | | | |
| ОК-4 | ***Знать:***  правила проведения энергетических обследований | Экзамен | | Экзамен | | Экзамен | |
| ОК-7 | ***Знать:***  мероприятия по повышению энергоэффективности | Экзамен | | Экзамен | | Экзамен | |
| **Профессиональные компетенции** | | | | | | | |
| ПК-3 | ***Уметь:***  определять удельные показатели энергопотребления и осуществлять их нормирование | Экзамен | | Экзамен | | Экзамен | |
| ПК-5 | ***Знать:***  показатели энергоэффективности  ***Уметь:***  составлять энергетические паспорта  ***Владеть:***  методами работы со справочной литературой и нормативными документами | Экзамен | | Экзамен | | Экзамен | |
| ПК-7 | ***Знать:***  методы оценки экономической эффективности внедрения ресурсосберегающих мероприятий  методы нормирования удельных расходов энергоресурсов | Экзамен | | Экзамен | | Экзамен | |
| ПК-8 | ***Уметь:***  проводить инструментальный контроль энергопотребления | Экзамен | | Экзамен | | Экзамен | |

**3. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Оценка текущей успеваемости и промежуточной аттестации студентов по итогам освоения дисциплины «Энергосбережение промышленных и коммунальных предприятий» производится при помощи следующих оценочных средств:

**3.1. Входной контроль**

Входной контроль проводится в начале семестра. Он представляют собой контрольный срез знаний из 10 основных вопросов, ответы на которые студент должен знать в результате изучения предыдущих дисциплин. Контроль проводится по оценке остаточных знаний по физике, математике, ТОЭ, электрическим машинам, проектированию электротехнических устройств и др. Поставленные вопросы требуют точных и коротких ответов. Входной контроль проводится в письменном виде на первой лекции семестра в течение 15-20 минут. Итоги входного контроля используются для корректировки методик проведения лекционных и практических занятий, а также для определения уровня освоения программы образования: базового, продвинутого и высокого.

***Перечень вопросов входного контроля:***

1. Назначение силового трансформатора.
2. Законы Ньютона и законы сохранения энергии.
3. Уравнения Максвелла.
4. Определение параметров ВЛ и КЛ.
5. Определение параметров силового трансформатора.
6. Существующие классификации электрических машин
7. Конструкция электрических машин.
8. Режимы работы электроприемников.
9. Понятие реактивной мощности.
10. Основные виды привода силового оборудования.

**3.2. Контроль текущей успеваемости**

Данный вид контроля представляет собой короткие задания, которые выполняются на практических занятиях в течение 10-15 минут. Проверяются знания текущего материала: уравнения, формулировки законов, основные понятия и определения; умения применять эти законы для решения практических задач.

Текущий контроль проводится в течение каждого учебного модуля (семестра), баллы выставляются по окончании учебного модуля (учебного семестра).

Определение уровня сформированности компетенций у студентов по завершении учебного модуля/освоения дисциплины осуществляется согласно балльно-рейтинговой системы по таблице:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Уровень освоения** | **1 модуль** | **2 модуль** | **3 модуль** | **4 модуль** |
| Согласно БРС | До 10 баллов | До 14 баллов | До 16 баллов | До 20 баллов |
| Базовый | 4-6 | 8-10 | 10-12 | 14-16 |
| Продвинутый | 6-8 | 10-12 | 12-14 | 16-18 |
| Высокий | 8-10 | 12-14 | 14-16 | 18-20 |

Для ***базового уровня*** он представляет собой устный опрос, выполнение расчетно-графической работы.

Для ***продвинутого уровня*** он представляет собой устный опрос, решение типовых задач, выполнение расчетно-графической работы.

Для ***высокого уровня*** он включает в себя устный опрос, решение типовых задач, тестирование, выполнение расчетно-графической работы.

**3.2.1. Устный опрос**

Устный опрос проводится в начале лекционных и практических занятий по материалам предыдущих занятий. Количество опрошенных должно быть 100% к началу изучения следующего раздела дисциплины.

Ответы на вопросы должны быть точными и краткими. За правильный ответ студент получает **2 балла.**

***Перечень контрольных вопросов***

1. Чем определяется актуальность энергосбережения в России?
2. Существуют ли нормативные документы, регламентирующие основные направления энергосбережения в России?
3. Какова эффективность работы промышленности и объектов коммунального назначения в нашей стране?
4. Какими средствами достигается экономия энергоресурсов?
5. Перечислите организационные и технические мероприятия по энергосбережению.
6. Что такое энергоаудит, какие задачи он решает?
7. Каковы этапы энергетического обследования предприятий и организаций?
8. Чем определяется правовая база для выполнения энергетических обследований предприятий?
9. Назовите существующие подходы проведения энергоаудита.
10. Какая информация является первичной для проведения энергоаудита?
11. Какое техническое обеспечение необходимо для инструментального обследования объектов?
12. Как производится анализ использования электроэнергии на исследуемых объектах?
13. Как классифицируются энергосберегающие мероприятия?
14. Как рассчитывается срок окупаемости и коэффициент эффективности капиталовложений?
15. Как рассчитывается прирост прибыли за счет внедрения энергосберегающих мероприятий?
16. Назначение целевого энергетического мониторинга.
17. На решение каких задач направлены разработка и анализ энергетических балансов?
18. Назовите основные направления по энергосбережению на малых и средних предприятиях.
19. Каковы основные энергосберегающие мероприятия в бюджетной сфере и сфере ЖКХ?
20. Каковы основные энергосберегающие мероприятия в муниципальных образованиях?
21. Перечислите основные мероприятия по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях энергоснабжающих организаций.
22. В какой последовательности производятся выбор оптимальных параметров системы электроснабжения?
23. Из каких составляющих складываются потери электроэнергии в различных элементах сети?
24. Какие методы оценки экономической эффективности называются простыми (статистическими), а какие методами дисконтирования (интегральными)?
25. Какие параметры сети влияют на выбор режима работы нейтрали проектируемой системы электроснабжения?
26. Назовите мероприятия по снижению потерь электроэнергии в заводских сетях.
27. Какие мероприятия по снижению потерь электроэнергии относятся к организационным?
28. От чего зависят потери электроэнергии в трансформаторных подстанциях?
29. Как рассчитывается экономически целесообразный режим работы трансформаторов?
30. Каковы требования энергоснабжающей организации по потреблению и генерации реактивной мощности?
31. Какие задачи решает компенсация реактивной мощности?
32. Перечислите существующие виды компенсации реактивной мощности.
33. Какие существуют способы компенсации реактивной мощности, их достоинства и недостатки?
34. Перечислите мероприятия по энергосбережению в установках, использующих электродвигатели.
35. Как рассчитывается экономическая эффективность замены малозагруженных двигателей?
36. За счет чего достигается экономия электроэнергии при использовании частотно–регулируемого электропривода?
37. Какими способами возможно достичь экономии электроэнергии в осветительных установках?
38. Какие источники света являются более эффективными? Чем определяется актуальность использования собственных автономных источников энергии на промышленных предприятиях?
39. Что такое когенерация?
40. Какие виды топлива могут использоваться в качестве источника энергии на современных мини–ТЭЦ?
41. Каков потенциал для развития ветроэнергетики в России?
42. Каковы способы получения электричества и тепла от солнечного излучения.
43. Перечислите достоинства и недостатки солнечной энергетики.
44. Какие существуют типы солнечных электростанций?
45. Какими документами регламентируются договорные отношения предприятия и энергоснабжающей организации?
46. Каковы технические условия на присоединение к энергоснабжающей организации?
47. Какую структуру имеет современный розничный рынок электроэнергии в России?
48. Назначение коммерческого и технического учета электроэнергии.
49. Порядок расчета удельных расходов электроэнергии.
50. Кем формируются и регулируются тарифы и цены на электроэнергию в Российской Федерации?
51. На какие тарифные группы разделяются потребители электроэнергии?
52. Опишите методику определения целесообразности использования одноставочного или двухставочного тарифов.
53. Что такое величина заявленного максимума потребляемой мощности?
54. Назначение автоматизированных систем контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ).
55. Какова структура АСКУЭ?
56. Основные элементы АСКУЭ.

**3.2.2. Типовые задачи**

На практических занятиях студентам предлагается решить типовые задачи по изученным разделам дисциплины. За правильно решенную задачу студент получает **от 2 до 4 баллов**.

Комплект типовых задач приведен в **приложении 1**.

**3.2.3. Тестирование**

Тестирование проводится в конце каждого учебного модуля. Тесты содержат от 10 до 20 вопросов в зависимости от учебного модуля (1 модуль – 10 заданий; 2 модуль- 14 заданий; 3 модуль – 16 заданий; 4 модуль – 20 заданий).

Оценка результатов тестирования осуществляется как зачет/незачет. Требуемое количество правильных ответов для высокого уровня приведено в таблице:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Уровень освоения** | **1 модуль** | **2 модуль** | **3 модуль** | **4 модуль** |
| Высокий | 8-10 | 12-14 | 14-16 | 18-20 |

Комплект тестовых заданий приведен в **приложении 2**.

**3.2.4. Расчетно-графические работы**

Данный вид контроля за учебной деятельностью студентов является итоговой оценкой практической и самостоятельной работы за учебный семестр. Выполненная РГР является допуском к промежуточной аттестации и оценивается как «зачтена/не зачтена». Студент не допускается к промежуточной аттестации, если не сдана расчетно-графическая работа, а также в случае недобора баллов согласно балльно-рейтинговой системы (менее 35).

Задание на расчетно-графическую работу выдается студенту в начале семестра на первом практическом задании.

Содержание и варианты заданий для выполнения РГР приведено в **приложении 3**.

* 1. **Промежуточная аттестация**

Экзамен является итоговой формой оценки знаний студентов, приобретённых в течение семестра обучения по дисциплине. При подготовке к сдаче экзамена студентам выдается перечень вопросов. Задание на экзамен выдается в виде трех вопросов (два теоретических и один практический) в форме билетов.

**Критерии оценки:**

*Для базового уровня*: минимум один вопрос задания имеет полное решение;

Варианты:

– минимум один вопроса задания имеет полное решение и два вопроса имеют неполные решения;

– минимум один вопроса задания имеет полное решение, один вопрос имеет неполное решение, на один вопрос начато правильное решение, но не доведено до конца.

*Для продвинутого уровня*: минимум два вопроса задания имеют полные решения;

Варианты:

– минимум два вопроса задания имеют полные решения и один вопрос имеет неполное решение;

– минимум два вопроса задания имеют полные решения, в одном вопросе начато правильное решение, но не доведено до конца.

*Для высокого уровня*: первыедва вопроса задания имеют полные решения,третий вопрос имеет неполное решение (40 баллов).

**Вопросы для подготовки к экзамену:**

1. Формирование оптового и розничного рынков электроэнергии в России. Получение электроэнергии от электроснабжающей организации.
2. Энергетическое обследование предприятий. Энергоаудит. Назначение, этапы и результаты энергоаудита.
3. Основные направления энергосбережения в предприятиях бюджетной сферы.
4. Основные направления энергосбережения в агропромышленном комплексе.
5. Основные направления энергосбережения предприятий сферы ЖКХ.
6. Выявление нерациональных энергозатрат в трансформаторных подстанциях. Расчет экономически целесообразного режима работы трансформаторов. Снижение потерь в трансформаторах путем увеличения их загрузки. Расчет оптимального коэффициента загрузки трансформатора. Расчет степени износа трансформаторов.
7. Компенсация реактивной мощности как средство сокращения затрат. Понятие реактивной мощности. Виды и средства компенсации. Экономические обоснования целесообразности использования компенсирующих устройств.
8. Влияние загрузки двигателей на потери электроэнергии в них.
9. Внедрение частотно-регулируемого электропривода. Устройства плавного пуска. Расчет экономической эффективности при использовании ПЧ.
10. Энергосбережение в системах освещения. Выбор эффективных источников света. Расчет экономии электроэнергии в осветительных установках.
11. Системы учета электроэнергии на промышленных предприятиях.
12. Тарифы на электроэнергию. Тарифные группы потребителей. Существующие варианты тарифов на электроэнергию. Учет уровня потребления реактивной мощности.
13. Автоматизированные системы контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ).
14. Энергосбережение путем внедрения собственных источников энергии на предприятии.
15. Когенерирующие установки для автономного энергоснабжения промышленного предприятия. Мини-ТЭЦ. Альтернативное топливо для Мини-ТЭЦ.
16. Использование ветроэнергетических установок в системах электроснабжения. Типы ветродвигателей. Экономические и экологические аспекты ветроэнергетики. Достоинства и недостатки.
17. Использование солнечной энергии в системах тепло- и электроснабжения. Типы фотоэлектрических элементов.

Разработанные контролирующие материалы позволяют оценить степень усвоения теоретических и практических знаний, приобретенные умения и владение опытом на репродуктивном уровне, когнитивные умения на продуктивном уровне, и способствуют формированию профессиональных и общекультурных компетенций студентов, что является очень важным в деле подготовки высококвалифицированных бакалавров по направлению «Электроэнергетика и электротехника» профиля подготовки «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений».

Фонд оценочных средств по дисциплине разработан в соответствии с требованиями ФГОС ВО, с учетом рекомендаций ПрООП ВПО по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» и профиля «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений».

Автор: \_\_\_\_\_\_\_\_\_ канд. техн. наук, доцент. кафедры ЭХП Денисова А.Р.

подпись ученая степень (звание), расшифровка подписи

Фонд оценочных средств обсужден и одобрен на заседании кафедры Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений от \_\_\_\_\_\_\_\_ 201\_\_ г., протокол №\_\_.

Заведующий кафедрой ЭХП

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ канд. техн. наук, доцент Роженцова Н.В.

подпись ученая степень (звание), расшифровка подписи

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г.

На заседании методического совета института ИЭЭ от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 201\_ г., протокол №\_\_\_\_\_ фонд оценочных средств рекомендован к утверждению.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Директор ИЭЭ | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  (подпись, дата) | \_\_\_\_\_\_ д.т.н., профессор И.В. Ившин |

Согласовано:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Зав. выпускающей кафедрой | | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  (дата, подпись) | | | \_\_\_ к.т.н., доцент Н.В. Роженцова  (должность, уч.ст., ФИО) |
| Эксперты | | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  (подпись, дата) | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | | |

**Приложение 1**

**Перечень типовых задач**

**КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ**

**Задача 1.**

Необходимо рассчитать освещенность от источника света со световым потоком 90 люменов (Лампа накаливания 15 Вт) на расстоянии 3 метра от освещаемой поверхности, затем на расстоянии 1 метра от освещаемой поверхности. Сделать вывод.

**Методика расчёта**: расчет производиться по формуле E = I/d2 (где где E – освещенность в люксах (ЛК - люксов на м2), которая равна силе света (световой поток в люменах), деленной на квадрат расстояния до точечного источника).

**Задача 2.**

**Описание**: Наиболее привычный способ освещения своих домов – это использование стандартных ламп накаливания. Они широко распространены и имею довольно приемлемую цену. Но пользователи отмечают частный уровень перегорания ламп по многим причинам. Наиболее приоритетным вариантом повышения эффективности освещения считается замена ламп накаливания на компактные люминесцентные лампы (КЛЛ). Эти меры дают ряд преимуществ. Замена ламп производиться по следующей схеме (таблица 1).

Таблица 6.1 - Сравнение потребляемой мощности ламп накаливания с КЛЛ при эквивалентном световом потоке

|  |  |
| --- | --- |
| Мощность КЛЛ, Вт | Мощность ламп накаливания, Вт |
| 3 | 15 |
| 5 | 25 |
| 7 | 40 |
| 11 | 60 |
| 15 | 75 |
| 20 | 100 |
| 23 | 120 |

**Задание**

Не учитывая стоимость монтажа и демонтажа лампы, рассчитать экономию от замены 100 Вт лампы накаливания (сила света – около 1200 люменов) на ее 20 Вт аналог – компактную люминесцентную лампу (КЛЛ - сила света – около 1200 люменов). Кол-во ламп = 50 штук. Расчётный период – в течение года (с предположением работы лампы по 8 часов в сутки).

Тариф – 3,41 рубля за кВт/ч.

Сделать вывод о преимуществах замены ламп.

Сравнительные характеристики ламп, необходимые для расчета, приведены в таблице 2.

Таблица 6.2 - Сравнительные характеристики ламп

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Показатель | Лампа накаливания  100 Вт | КЛЛ 20 Вт |
| Срок службы | 1000 часов | 12 000 часов |
| Стоимость | 15 рублей | 150 рублей |
| Сила света | 1200 люменов | 1200 люменов |

**Задача 3.**

**Замена ртутных ламп на индукционные или светодиодные лампы**

**Описание:** Индукционная лампа - это тип газоразрядной лампы, принцип работы которого основан на электромагнитной индукции и газовом разряде для генерации видимого света. Основное отличие от существующих газоразрядных ламп является безэлектродная конструкция – отсутствие термокатодов и нитей накаливания, что значительно увеличивает срок службы.

**Сфера применения:**

Освещение площадей, улиц, дорог;

Освещение промышленных объектов и спортивных сооружений;

Освещение прочих открытых пространств.

**Основные преимущества:**

Срок службы: от 80 000 до 100 000 часов;

Срок окупаемости капитальных затрат до 2 – 2,5 лет;

Экономия электроэнергии: 3 – 10 раз;

Стабильность горения при пониженных температурах;

Стабильное горение при нестабильном энергоснабжении (120 – 285 В);

Не требуют утилизации.

***Сравнение индукционных уличных светильников с уличными светильниками с натриевыми и ртутными лампами***

Таблица 6.3 - Характеристики индукционной, ртутной и натриевой ламп

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Параметр /Лампа** | **Индукционная**  **лампа** | **Натриевая**  **лампа (ДНаТ)** | **Ртутная**  **лампа (ДРЛ)** |
| **1. Светоотдача** | >80 lm/W; | >40…100 lm/W; | >30…50 lm/W; |
| **2. Снижение уровня светового потока после 2000 часов** | <4% | <30% | <45% |
| **3. Срок службы** | 60 000-150 000 часов | 3 000-20 000 часов | 3 000-6 000 часов |
| **4. Температура лампы** | <85°С | >250°С | >250°С |
| **5. Индекс цветопередачи** | ~80Ra | ~30 Ra | ~25 Ra |
| **6. Повторный запуск через** | немедленно | 5-15 минут | 5-15 минут |
| **7. Стробоскопический эффект (мерцания)** | отсутствуют | есть | есть |

Комментарии:

***1.*Светоотдача** показывает отношение излучаемого источником светового потока к потребляемой им мощности. Эта величина описывает, сколько света производит лампа из потребляемой энергии. Чем выше показатель в люменах на ватт (lm/W), тем эффективнее лампа, и больше света она дает. Показатель светоотдачи индукционной лампы намного превышает светоотдачу ламп ДРЛ и ДНаТ. 

**2.**После 2000 часов работы **снижение уровня светового потока** индукционных ламп составляет всего 4%, а уровень светового потока ламп ДНаТ и ДРЛ уже после 2000 часов снижается почти в 2 раза.

**3. Срок службы индукционных ламп**составляет до 150 000 часов, что объясняется особой безэлектродной конструкцией ламп, благодаря которой индукционная лампа не может «перегореть» в отличии от ламп ДНаТ и ДРЛ.

**4. Температура индукционной лампы**при работе составляет меньше 85°С, почти вся энергия, используемая индукционной лампой идет на освещение, а не на нагрев, как у ламп ДНаТ и ДРЛ. Это позволяет индукционным лампам экономить электроэнергию. Индукционная лампа при одинаковой освещенности потребляет на 40-60% меньше электроэнергии, чем натриевая лампа.

**5. Индекс цветопередачи** показывает насколько естественно передаются цвета предметов при искусственном освещении. Эталоном цветопередачи является солнечный свет, индекс цветопередачи которого равен 100 (Ra=100). Соответственно, чем выше уровень цветопередачи, тем более комфортным является освещение. Цветопередача индукционных ламп больше >80Ra, что улучшает зрительное восприятие объектов (в сравнение индекс цветопередачи ДРЛ (Ra>25) и ДНаТ (Ra>30).

**6. Мгновенный запуск** индукционных ламп делает минимальными потери электричества, что также позволяет экономить электроэнергию. На включение натриевой и ртутной ламп требуется несколько минут. Кроме того, мгновенный запуск индукционных ламп позволяет создать интеллектуальные осветительные системы с применением датчиков освещения и движения.

**7. Отсутствие стробоскопического эффекта (мерцаний)** индукционных ламппозволяет избежать зрительных помех и значительно уменьшить напряжение на глаза.

***Варианты замены уличных светильников с лампами ДНаТ и ДРЛ  
 на индукционные уличные светильники***

Таблица - Варианты замены ламп ДНаТ и ДРЛ на индукционные лампы

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Тип** | **ДРЛ** | | | | **ДНаТ** | | |
| **ДРЛ-125** | **ДРЛ-250** | **ДРЛ-400** | **ДНаТ-100** | **ДНаТ-150** | **ДНаТ-250** | **ДНаТ-400** |
| Номинальная мощность, Вт | 125 | 250 | 400 | 100 | 150 | 250 | 400 |
| Потребляемая активная мощность, Вт | 140 | 280 | 450 | 115 | 170 | 290 | 460 |
| **Вес светильника (кг)** | **4,31** | **5,22** | **5,98** | **4,58** | **5,17** | **6,03** | **6,98** |
| **Уличный светильник с индукционной лампой** | | | | | | | |
| **Индукционная лампа (аналог) Вт** | **80** | **150** | **250** | **60** | **80** | **150** | **200** |
| **Вес светильника (кг)** | **4,9** | **9,5** | **9,5** | **4,9** | **4,9** | **9,5** | **9,5** |

**Задача:**

Рассчитать затраты на использование индукционных ламп, ртутных и светодиодных ламп по отдельности и провести сравнительный анализ затрат (по указанной схеме расчета).

Данные: лампы используются для производственных помещений.

Временной период взят в количестве 10 лет. Цена (тариф) 1 кВт электроэнергии для промышленного предприятия - 3,19 руб./кВт ч с учетом ежегодной инфляции 10%. При расчете берется только первоначальная стоимость ламп без учета расходов на монтаж. Также будем считать что замена ламп будет производится силами самого предприятия (в случае с лампами ДРЛ необходимость замены ламп в течение срока эксплуатации достигает 10-ти раз).

Если же замена ламп будет осуществляться сторонней организацией, то дополнительные затраты могут оказаться совсем не маленькими (хорошо если высота подвеса лампы небольшая и не нужно привлекать дополнительное снаряжение для замены ламп). Срок окупаемости ламп будет рассчитываться исходя из режима работы лампы - 12 часов в сутки.

1. *Произвести расчет затрат использования ртутных ламп ДРЛ-250.*

Таблица 6.5 - Расчет окупаемости при использовании индукционных ламп   
ДРЛ - 250

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Эксплуат. лет** | **Потребление электроэнер-гии** | **Цена  за1 кВт. по тарифу** | **Стоимость потребл. электроэн.** | **Цена  лампы с учетом  замены и утилизации** | **Итого затрат (руб)** |
| **1** |  |  |  |  |  |
| **2** |  |  |  |  |  |
| **3** |  |  |  |  |  |
| **4** |  |  |  |  |  |
| **5** |  |  |  |  |  |
| **6** |  |  |  |  |  |
| **7** |  |  |  |  |  |
| **8** |  |  |  |  |  |
| **9** |  |  |  |  |  |
| **10** |  |  |  |  |  |
| **Итого** | **x** | **x** | **x** | **x** |  |

**Потребление электроэнергии:** потребление электроэнергии рассчитывается на каждый год на 10 лет из расчета номинальной мощности ДРЛ-250 лампы при 12 часовой работе лампы 365 дней в году. Расчет идет в кВт (250 Вт = 0.25 кВт в час).

**Цена за 1 кВт. По тарифу:** 1 кВт электроэнергии для промышленного предприятия - 3,19 руб./кВт ч с учетом ежегодной инфляции 10%.

**Стоимость потребл. электроэнергии:** показатель, рассчитанный из стоимости кВт по тарифу за каждый год и ежегодного потребления электроэнергии

**Цена лампы с учетом замены и утилизации:** предполагаем, что цена лампы с учетом замены и утилизации каждый год будет составлять около 90 руб.

1. *Произвести расчет затрат использования индукционной лампы 150 Вт.*

**Цена лампы с учетом замены и утилизации:** предполагаем, что цена первоначальная цена лампы составляет 7000 руб, но лампа не требует дальнейшей замены в течение всего рассчитываемого срока

1. *Произвести расчет затрат использования светодиодных ламп СКУ-70.*

**Потребление электроэнергии:** лампа светодиодная (СКУ - 70) – 120 Вт. Пример светодиодной лампы, схожий по техническим характеристикам с индукционной лампой в 120-150 Вт, ДРЛ-250, ДНат-150.

**Цена лампы с учетом замены и утилизации:** предполагаем, что цена первоначальная цена лампы составляет 16000 руб, но лампа не требует дальнейшей замены в течение всего рассчитываемого срока

*d****)*** *Построить сводную таблицу затрат для каждого вида проанализированной лампы в течение всего рассматриваемого периода (каждый год из расчёта произведенных затрат). Название: таблица затрат с нарастающим итогом.Проанализировать период окупаемости замененных ламп.*

*e) Построить график затрат для каждого вида лампы и отметить на нем нем точки окупаемости индукционной и светодиодной ламп по сравнению с ДРЛ.*

**Задача 4**

В соответствии с 261 ФЗ в Вашей организации был проведен энергоаудит. В Вашем учреждении норма освещенности 120 Люксов (Лк). Высота потолков составляет 10 метров.

В Ваших помещениях использованы лампы ДРЛ 250 Вт со световым потоком 12000 Лм. Изначальный расчет при установке этих ламп производился под норматив в 120 Лк. Было установлено 15 ламп. Но при работе в стандартном светильнике эти источники света выдают световой поток в сторону освещаемой поверхности всего 6500 Лм без использования эффективной системы отражателей. А после ~ 2000 ч. работы световой поток обычно уменьшается еще до 3250 Лм. Срок работы ламп уже более 2000 часов, лампы еще находятся в рабочем состоянии.

Встал вопрос о замене ламп. Наиболее приемлемый заменитель, рассмотренный в примере выше – это индукционная лампа.

***Задание:***

1. Приблизительно рассчитайте какой показатель освещенности был получен, при проведении энергоаудита;
2. Руководство решило заменить ДРЛ лампы с мощностью 250 Вт на индукционные лампы мощностью 150 Вт – световой поток – 12 750 Лм. Стоимость лампы с учетом замены – 7000 рублей. Рассчитайте, подходят ли данные лампы под имеющиеся нормативы. Вводим предположение, что световой поток на освещаемой поверхности полностью соответствует заявленному;
3. При соответствии ламп установленным нормативам рассчитайте стоимость замены ламп, стоимость ежегодного потребления энергии этими лампами при тарифе 3,41 руб за кВт/ч. и сравните с ежегодным потреблением энергии при использовании ДРЛ ламп (расчетный период – 1 год, работа ламп – 12 часов в сутки).

**Задача 5**

**Описание**: Система использования датчиков движения.

Специалисты провели анализ систем освещения с использованием датчиков движения. Результаты содержат показатели уменьшения работы ламп в офисных помещениях на 3 часа (из 8 часов работы).

**Задача**:

a) Произвести расчет экономии от установки датчиков движения в офисном помещении при следующих условиях:

* расчетный период – 365 дней, офис работает 5 дней в неделю (работа ламп – 8 часов в сутки).
* тариф – 2.5 рубля за кВт/ч;
* кол-во и вид установленных ламп: 1000 ламп – КЛЛ 20 Вт

**Задача 6**

В РФ был принят основополагающий закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (далее – Закон № 261-ФЗ). Но реализация всех мер, прописанных в законе, далека от понятия «эффективностb».

Перечислите и проанализируйте ряд причин, которые по Вашему мнению являются основными преградами для исполнения данных мероприятий по повышению энергоэффективности, в частности в сфере освещения, и дайте Ваши рекомендации по повышению эффективности исполнения положений этого закона.

**Задача 7**

На практике выделяют несколько основных групп моделей ГЧП, отличающихся правовыми, организационными, экономическими аспектами (таблица 1).

Таблица 1– Основные группы моделей ГЧП

| **Наименование** | **Описание модели, права собственности** |
| --- | --- |
| ***А.*** *Модели BOT, предполагающие закрепление объекта за инвестором на стадии эксплуатации на праве собственности или аналогичном по значению вещном праве* | |
| **СобственноМодельBOT***(build, operate, transfer)* | Предполагает строительство и эксплуатацию объекта инвестором с последующей передачей государству. |
| **МодельBOO** *(build, own, operate)* | Предполагает строительство объекта инвестором, регистрация его на свое имя и последующая эксплуатация на праве собственности. |
| **МодельBOOТ***(build, own, operate, transfer)* | Предполагает строительство объекта инвестором, регистрация на свое имя, эксплуатация на праве собственности и последующая передача (продажа) государству. |
| **Модель BLТ** *(build, lease, transfer)* **-** (в Германии – модель-А) | Предполагает строительство объекта инвестором, эксплуатация на праве аренды и передача в пользу государства. |
| *В. Модели ВТО, предполагающие передачу права собственности на объект государству и осуществление инвестором эксплуатации на ином правовом основании, обычно арендном.* | |
| **СобственноМодельBTO***(build, transfer, operate)* | Предполагает строительство объекта инвестором, передача его государству и последующая эксплуатация. |
| **МодельBTL** *(build, transfer, lease)* | Предполагает строительство объекта инвестором с передачей государству по завершении строительства и последующая эксплуатация на праве аренды. |
| *С. Модели* ROT*предполагающие осуществление инвестором реконструкции существующих объектов, а не строительство новых* | |
| **СобственноМодель ROT** *(rehabilitate, operate, transfer)* | Предполагает, что инвестор реконструирует, эксплуатирует и передает объект государству. |
| **МодельBRO** *(buy, rehabilitate, operate)* | Предполагает, что инвестор приобретает, реконструирует и эксплуатирует объект |
| **МодельLDO** *(lease, develop, operate)* | Предполагает, что инвестор берет объект в аренду, модернизирует (реконструирует) его и осуществляет последующую эксплуатацию. |
| *D. Модели, не предполагающие участия инвестора на этапе эксплуатации объекта* | |
| **Модель D&B** *(design and build)* | Предполагает проектирование и строительство объекта инвестором |
| **Модель DBM***(design, build, maintain)* | Предполагает проектирование, строительство и последующее обслуживание объекта инвестором |
| **Модель«turnkey contracts»** | Предполагает полностью строительство «под ключ» |
| *E. Модели, направленные исключительно на эксплуатацию уже существующих объектов* | |
| **Модель O&M** *(operation and maintenance)* | Предполагает эксплуатацию и обслуживание объекта инвестором. |
| **Модель S&M***(service and management)* | Предполагает сервисное обслуживание и управление процессом эксплуатации на объекте. |

Анализ характерных особенностей механизмов реализации инвестиционных проектов и распределения последующих прав собственности – основа выбора модели ГЧП в каждом конкретном случае.

Основой реализации проекта в рамках выбранной модели ГЧП является план-график мероприятий, примерная форма которого представлена в таблице 2.

Таблица 2 - План-график мероприятий по энергосбережению, выполняемых за счет внебюджетных источников финансирования при реализации ГЧП

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Адрес объек-та | № п/п | Мероприя-тия по энергосбе-режению | Обоснование целесообраз-ности включения в программу | Источник финанси-рования | Годовые объемы выполнения мероприятий по энергосбережению, тыс.руб. | | | | | |
| 20.. г. | 20.. г. | 20.. г. | 20..г. | 20.. г. | 20.. г. |
|  | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| …….. | 5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Разработка и реализация проектов с использованием моделей ГЧП – основа привлечения внебюджетных инвестиций в сферу ЖКХ.

**Задача 8**

Рассчитайте чистый дисконтированный доход энергосберегающих мероприятий.

Одним из показателей, на основании оценки которого формируется заключение об эффективности и целесообразности проведения энергосберегающих мероприятий, является чистый дисконтированный доход энергосберегающих мероприятий (ЧДД), определяемый по формуле:



где *d* – процентная ставка (в долях единицы);

*t* – период приведения (количество лет);

*Т* – срок эксплуатации энергосберегающих мероприятий;

К – инвестиции в энергосберегающие мероприятия (руб.);

ΔЭ– ежегодный средний дополнительный доход за счет экономии энергоресурсов в течение всего срока эксплуатации энергосберегающих мероприятий (руб./год).

Если величина ЧДД положительна, можно сделать вывод о целесообразности включения предлагаемых энергосберегающих мероприятий в планируемый перечень, если – отрицательна, мероприятия необходимо пересмотреть или доработать.

Результаты расчета определяются ключевыми параметрами: стоимостью энергосберегающих мероприятий (К) и величиной экономии энергоресурсов в течение всего срока эксплуатации энергосберегающих мероприятий (ΔЭ).

Экономическая обоснованность – одна из важнейших характеристик наилучших доступных технологий энергосбережения для зданий и сооружений.

**Приложение 2**

**Перечень тестовых заданий**

***Модуль 1***

***1. Задание***

Отметьте три правильных ответа

Существуют следующие типы программ энергосбережения:  
☑ Законодательно-обусловленные   
☑ Территориально-сопряженные   
□ Эколого-экономические  
☑ Проблемно-ориентированные

***2. Задание***

Отметьте правильный ответ

По состоянию на 2010 год, общее количество программ энергосбережения в России составляло:

□ Менее 60

□ Менее 100

☑ Более 600

□ Более 1000

***3. Задание***

Отметьте правильный ответ

Основным результатом начального этапа разработки региональной программы энергосбережения является:

☑ Анализ и сопоставление комплекса выявленных особенностей региона, а также предварительное определение формата (типа) программы

□ Прогнозирование потребления топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) и энергоемкости валового регионального продукта (ВРП)

□ Выбор приоритетных направлений энергосбережения, формирование структуры программы.

□ Формирование источников финансирования мероприятий программы

***4. Задание***

Отметьте правильный ответ

Оценка потенциала энергосбережения может быть вы­полнена следующими показателями:

□ Только валовыми (суммарными)

□ Только удельными

☑ Валовыми (суммарными) и удельными

□ Удельными и стоимостными

***5. Задание***

Отметьте правильный ответ

Базовым механизмом определения потенциала энергосбережения является анализ:

☑ Топливно-энергетического баланса

□ Уровня валового регионального продукта

□ Нормативно-правовой базы, регламентов и стандартов

□ Структуры производства

***6. Задание***

Отметьте правильный ответ

Финансовый потенциал энергосбережения представляет собой:

□Часть технического потенциала, реализация которого экономически целесообразна при использовании основных критериев экономической эффективности: нормы дисконтирования, альтернативная стоимость (экспортная цена природного газа), экологических и других косвенных эффектов и внешних факторов

☑ Экономический потенциал в части, которую целесообразно реализовать при использовании критериев принятия инвестиционных решенийи в рамках существующих рыночных условий, цен и ограничений

□ Часть экологического потенциала, который оценивается исходя из предположения, что весь имеющийся парк устаревшего и неэффективного оборудования мгновенно заменяется на лучшие существующие образцы техники

***7. Задание***

Отметьте правильный ответ

Целевой показатель снижения энергоемкости валового внутреннего продукта России к 2020 г. по сравнению с 2007 г. составляет:

□ 20%

□ 30%

☑ 40%

□ 50%

***8. Задание***

Отметьте правильный ответ

Энергоемкость валового регионального продукта (ВРП) по потреблению энергоресурсов представляет собой:

☑ Отношение потребления энергоресурсов к ВРП +

□ Отношение ВРП к потребленным энергоресурсам

□ Отношение производства первичной энергии к ВРП

□ Отношение ВРП к производству первичной энергии

***9. Задание***

Отметьте правильный ответ

Заключительным этапом разработки региональной программы энергосбережения является:

□ Формирование топливно-энергетического баланса (ТЭБ) региона

□ Формирование концепции программы энергосбережения

☑ Комплексный мониторинг энергопотребления и энергосбережения в регионе +

□ Формирование набора взаимосвязанных мероприятий энергосбережения

***10. Задание***

Отметьте правильный ответ

Потенциал энергосбережения в России оценивается экспертами в пределах:

□ 15-25%

□ 25-30%

□ 30-35%

☑ 40-45%+

***11. Задание***

Отметьте правильный ответ

Укажите дату утверждения и номер Постановления правительства РФ «Об утверждении правил осуществления государственного контроля за соблюдением законодательства об энергосбережении»

□ № 20 от 25.01.2011г.

☑ № 318 от 25.04.2011г.

□ № 19 от 25.01.2011г.

□ № 491 от 13.08.2006г.

***12. Задание***

Отметьте правильный ответ

Сроки проведения плановых проверок по энергосбережению

□ 3 раза в 2 года

□ 1 раз в 2 года

☑ 2 раза в 3 года

□ 3 раза в 3 года

***13. Задание***

Отметьте правильные ответы

Какие формы государственного контроля применяются в области энергосбережения

☑ плановые и неплановые документарные проверки

□ квартальные проверки

☑ выездные проверки

□ полугодовые проверки

***14. Задание***

Отметьте правильный ответ

В соответствии с каким законом осуществляется государственный контроль требований по энергосбережению

□ «О недрах»

□ «О коллективных договорах и соглашениях»

☑ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей»

□ «О безопасности»

***15. Задание***

Отметьте правильные ответы

Что является основанием для проведения внеплановых проверок

требований по энергосбережению

□ приказ руководителя контролирующего органа

☑ нарушение прав потребителей (в случае обращения граждан, права которых нарушены)

□ нарушение правил эксплуатации приборов контроля энергоресурсов

☑ истечение срока исполнения ранее выданного предписания об устранении выявленного нарушения

***16. Задание***

Отметьте правильный ответ

Могут ли проводиться проверки совместно с другими федеральными органами

□ нет

□ возможно при согласовании с руководством организации

□ на усмотрение контролирующего органа

☑ да

***17. Задание***

Отметьте правильные ответы

Какой документ оформляется в результате проверки

□ акт выполненных работ

☑ акт проверки

□ акт обнаруженных нарушений

□ акт устранения недостатков

***18. Задание***

Отметьте правильный ответ

В скольких экземплярах оформляется документ о проверке организации

□ 1

□ 4

☑ 2

□ 3

***19. Задание***

Отметьте правильный ответ

В случаи отказа от ознакомления с документом проверки руководством организации, документ доставляется

□ органами полиции

□ органами судебных приставов

☑ заказным почтовым отправлением с уведомлением о вручении

□ не доставляется

***20. Задание***

Отметьте правильные ответы

В случае не согласия с результатами проверки, в течение какого времени представляется возражение в письменной форме

☑ 15 дней со дня получения документа

□ 10 дней со дня получения документа

□ 5 дней со дня получения документа

□ 7 дней со дня получения документа

***Модуль 2***

*1. Задание*

Отметьте правильные ответы

Источники инвестиций на макроэкономическом уровне класифицируютсяна:

☑ внутренние

☑ внешние

□ государственные

□ частные

*2 . Задание*

Отметьте правильные ответы

Внутренними источниками инвестиций на микроэкономическом уровне являются:

☑ прибыль

☑ амортизационные отчисления

□ средства населения

□ средства регионального бюджета

*3. Задание*

Отметьте правильный ответ

Заемнымиисточниками финансирования инвестиционного проекта являются:

☑ кредиты

□ амортизационные отчисления, прибыль

□ кредиты, эмиссия акций

*4. Задание*

Отметьте правильный ответ

Вторичная эмиссия ценных бумаг относится к источникам инвестиций:

☑ внутренним

□ внешним

*5. Задание*

Отметьте правильные ответы

Меры стимулирующего характера включают возмещение части затрат на уплату процентов по кредитам и займам:

+полученным в российских кредитных организациях на осуществление инвестиционной деятельности

+полученным в кредитных организациях на реализацию инвестиционных проектов в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности (в соответствии с планом мероприятий по энергосбережению и повышению энергоэффективности Правительства РФ от 01.12.2009 г.)

□полученным в зарубежных кредитных организациях на осуществление инвестиционной деятельности

*6. Задание*

Отметьте правильные ответы

Налогоплательщики вправе применять к основной норме амортизации специальный коэффициент (статья 36 ФЗ № 261):

+в отношении амортизируемых основных средств, относящихся к объектам, имеющим высокую энергетическую эффективность

+в соответствии с перечнем объектов, установленным Правительством РФ

+к объектам, имеющим высокий класс энергетической эффективности, если в отношении таких объектов в соответствии с законодательством РФ предусмотрено определение классов их энергетической эффективности

□ к любым объектам основных средств предприятия, реализующего программу энергосбережения

*7. Задание*

Отметьте правильный ответ

По каким видам налогов предоставляется инвестиционный налоговый кредит (ИНК):

□только по налогу на прибыль

□только по всем региональным налогам

+только по налогу на прибыль и по всем региональным и местным налогам

□по всем региональным и местным налогам

*8. Задание*

Отметьте правильные ответы

Перечень объектов и технологий, имеющих высокую энергетическуюэффективность, осуществление инвестиций в создание которых является основанием для предоставления инвестиционного налогового кредита*(Постановление Правительства РФ от 25 октября 2010 г. № 857)*:

+*Конденсационные котлы*

+*Тепловые насосы*

□*Газотурбинные установки*

+*Когенерационные установки (до 25 МВт)*

□ ртутные лампы высокого давления

+*Светодиодные лампы*

□ компактные люминесцентные лампы;

□металлогалогеновые лампы

*9. Задание*

Отметьте правильный ответ(не менее 2-х)

Ограничения (условия) по предоставлению гарантий РФ по кредитам на реализацию проектов энергоэффективности (ПРИЛОЖЕНИЕ № 10 к государственной программе Российской Федерации «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года»):

+Гарантия предоставляется в обеспечение исполнения обязательств принципала по возврату части полученного кредита в размере до 50 процентов фактически предоставленной принципалу суммы, привлекаемых принципалом в российском банке;

□; объем государственной поддержки не должен превышать 50 процентов полной стоимости проекта

+; не менее 15 процентов полной стоимости проекта должны быть профинансированы принципалом из собственных средств

□не менее 25 процентов полной стоимости проекта должны быть профинансированы принципалом из собственных средств

+ объем государственной поддержки не должен превышать 75 процентов полной стоимости проекта

+50 процентов - для обеспечения исполнения обязательств по проектам по повышению энергетической эффективности в жилищно-коммунальной сфере со сроками окупаемости не более 5 лет, в том числе с использованием механизма энергосервисного контракта;

+50 процентов - по проектам по повышению энергетической эффективности в промышленности.

*10. Задание*

Отметьте правильные ответы

Ограничения (условия) по предоставлению субсидий из федерального бюджета (ПРИЛОЖЕНИЕ № 9 к государственной программе Российской Федерации «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года»):

+Доля финансирования проекта из федерального бюджета от стоимости каждого инвестиционного проекта не может превышать доли финансирования этого проекта из бюджета субъекта РФ

+Суммарный объем средств из федерального бюджета, получаемых каждым субъектом РФ, в каждом году не может превышать 500 млн. руб.

□Суммарный объем средств из федерального бюджета, получаемых каждым субъектом РФ, в каждом году не может превышать 100 млн. руб.

+Заявка на получение субсидий должна соответствовать определенным требованиям

*11. Задание*

Отметьте правильные ответы

Виды энергосервисных контрактов:

+Разделение доходов от экономии

+Быстрая окупаемость

□На основе перфоманс-контракта, общепринятая в мире

□Традиционная, общепринятая в России

+Гарантирование экономии

*12. Задание*

*Дополните*

………….. – *договор на внедрение энергосберегающих технологий, предметом которого является осуществление исполнителем действий, направленных на энергосбережение и повышение энергетической эффективности использования энергетических ресурсов заказчиком.*

Ответ: Энергосервисный контракт

*13. Задание*

Дополните

*Налогоплательщики вправе применять к основной норме амортизации специальный коэффициент, но не выше…….*

*Ответ 2*

*14. Задание*

Дополните

Минимальный размер предоставляемой государственной гарантии ……. млн. руб.

Ответ: 500

*15. Задание*

Отметьте правильный ответ

Объем предоставление государственных гарантий по кредитам на реализацию проектов по энергосбережению и повышению энергетической эффективности, привлекаемым организациями на 2011-2020 г. составляет:

□100 млн.руб. (1,13% от потребности во внебюджетных источниках финансирования)

+100 млрд. руб. (1,13% от потребности во внебюджетных источниках финансирования)

□ 200 млрд.руб. (5% от потребности во внебюджетных источниках финансирования)

*16. Задание*

Отметьте правильный ответ, но не менее двух

Основные схемы взаимодействия со специализированными сервисными компаниями в области энергетики по реализации проектов в сфере энергосбережения:

+Привлечение специализированной энергоаудиторской компании для разработки и обоснования энергосберегающих мероприятий и проектов

+На основе перфоманс-контракта, общепринятая в мире

□Гарантирование экономии

*17. Задание*

Отметьте правильные ответы

Преимущество данного вида контрактов:

+Стоимостная эффективность

+Отсутствие риска для заказчика

+Нет финансовых вложений со стороны заказчика

□Нет верных вариантов

*18. Задание*

Отметьте правильные ответы

Содержание фаз жизненного цикла проекта:

+прединвестиционная,

+инвестиционная

+эксплуатационная (или производственная)

□ликвидационная

*19. Задание*

Определите верную последовательность

Этапы (стадии) прединвестиционных исследований:

□формирование инвестиционного замысла (идеи), или поиск инвестиционных концепций (opportunitystudies);

□предпроектные, или подготовительные, исследования инвестиционных возможностей (pre-feasibilitystudies);

□технико-экономические обоснование проекта (ТЭО), или оценка его технико-экономической и финансовой приемлемости (feasibilitystudies);

□подготовка оценочного заключения и принятие решения об инвестировании (finalevaluation).

Ответ: сейчас верно

*20. Задание*

Отметьте правильный ответ

Исследование рынка.Основы проектной стратегии. Данные пункты относятся к следующему разделу ТЭО:

□Раздел 1.  Основная идея проекта

+Раздел 2. Анализ рынка и стратегия маркетинга

□Раздел 5. Планирование процесса осуществления проекта

*21. Задание*

Дополните

Дисконтированием называется процедура приведения разновременных затрат и результатов на …… расчетного периода.

Ответ: Начало

*22. Задание*

Укажите неизвестный компонент:



☑ норма дисконта Е

□инвестиционные расходы К

□коэффициент диконтирования α

*23. Задание*

Отметьте правильный ответ

По способу учета фактора времени методы экономической оценки инвестиций делятся на:

☑ статические (простые) и динамические

□ количественные и качественные

□ простые и сложные

□ абсолютные и относительные

*24. Задание*

Отметьте правильный ответ

Критерий эффективности инвестиционного проекта:

□ЧДД>0, ИД>0

□ЧДД<0, ИД<0

+ЧДД>0, ИД>1

*25. Задание*

Название формулы:



☑Внутренняя норма доходности

□Индекс доходности

□Чистый дисконтированный доход

***Модуль 3***

1. Выберите неверный ответ

Принципы правового регулирования в области энергосбережения направлены на:

□ эффективное и рациональное использование энергетических ресурсов;

□ системность и комплексность осуществления мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности;

□ планирование энергосбережения и повышения энергетической эффективности;

□ использование энергетических ресурсов с учетом ресурсных, производственно-технологических, экологических и социальных аспектов;

☑ сокращение штатного персонала.

1. Выберите правильный ответ, но не менее 3-х

Основные цели информационно-аналитического обеспечения энергосбережения:

☑ правовое регулирование;

☑ реализацию мероприятий в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности;

☑ развития инновационной деятельности на всей территории России;

□ повышение налоговых сборов в региональные бюджеты;

□ снижение тарифов на электроэнергию.

1. Выберите правильный ответ, но не менее 2-х

Информационно-аналитическое обеспечение деятельности предприятия в рамках реализации закона должно идти по двум основным направлениям:

☑ на основе количественных данных;

☑ на основе качественных данных;

□ на основе усредненных данных;

□ на основе минимальных данных.

1. Выберите не правильный ответ

Причины развития информационно-аналитического обеспечения энергосбережения:

□ сложность реализации положений закона, требующих разработки значительного количества нормативных подзаконных документов;

□ безальтернативность инновационного развития в сфере энергосбережения;

□ необходимость оперативно отслеживать информацию о реализации требований закона на уровне бюджетных организаций;

□ необходимо иметь достоверные и оперативные данные характеризующие развитие предприятия;

☑ необходимость отчета перед фискальными органами.

1. Выберите правильный ответ

Информационная карта предприятия - это:

☑ формализованное отображение социально-экономических, производственных, инвестиционных и инновационных процессов;

□ финансовый прогноз работы предприятия на следующий год;

□ прогнозный объема сбыта продукции.

1. Выберите не правильный ответ

Проблемы, препятствующие повышению энергетической эффективности:

□ недостатки в статистическом учете объемов потребляемой энергии и энергоресурсов;

□ неполноценный учет потребления всех видов энергии;

□ отсутствие единой государственной политики в области энерго-ресурсосбережения;

□ отсутствие целенаправленной системной пропаганды для изменения отношения общества к проблеме энергоэффективности;

☑ низкая стоимость энергоресурсов.

1. Выберите правильный ответ, но не менее 4-х

Барьеры на пути повышения энергоэффективности:

□ недостаток силы воли;

☑ недостаток мотивации;

☑ недостаток информации;

☑ недостаток финансовых ресурсов;

☑ недостаток организации и координации.

1. Выберите правильный ответ

Формирование и представление отчета о степени соответствия деятельности компании требованиям стандарта с указанием несоответствий и рекомендациями по их устранению – это:

☑ оценочный аудит;

□ рамочный аудит;

□ целевой аудит.

1. Выберите правильный ответ, но не менее 2-х

Основными критериями выполнения мероприятий являются:

☑ целевые показатели в области энергосбережения;

□ повышения энергетической эффективности;

□ снижение времени работы предприятия.

1. Выберите не правильный ответ

Дополнительными источниками информации для расчета целевых показателей являются:

□ топливно-энергетический баланс за предыдущие годы;

□ сведения о состоянии инженерной инфраструктуры, в том числе теплоснабжения, газоснабжения, электроснабжения и водоснабжения;

□ сведения об оснащенности приборами учета потребленных энергоресурсов;

☑ сведения о контрагентах.

11. Стимулирование энергосбережения в учреждениях на всех уровнях власти предусматривает прежде всего:

+ Материальное поощрение руководителей и сотрудников учреждений, наиболее успешно внедряющих механизмы энергосбережения.

+ Не материальное поощрение руководителей и сотрудников учреждений, наиболее успешно внедряющих механизмы энергосбережения.

-Наказание руководителей и сотрудников учреждений, не внедряющих механизмы энергосбережения.

12. Мероприятия по энергосбережению в рамках учреждений:

+ не должны приводить к ухудшению качества предоставления государственных (муниципальных) услуг или нарушению действующих санитарных норм.

+ должны привести к снижению потребления энергоресурсов на предприятии.

-должны привести к наказанию лиц эксплуатирующих энергозатратное оборудование.

13. Энергосервисный контракт это

+форма стимулирования энергосбережения в рамках государственных (муниципальных) учреждений.

- нормативно-правовой документ включающий перечень энергосберегающих мероприятий, механизмы поощрения и наказания лиц ответственных за их выполнение.

- форма наказания ответственных за энергосбережение сотрудников в рамках функционирования государственных (муниципальных) учреждений.

14. Взаимодействие федеральных органов исполнительной власти и органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в процессе реализации мероприятий Программы осуществляется в следующих формах:

+мониторинг исполнения региональных программ в области энергосбережения и повышения энергоэффективности

+определение порядка предоставления из федерального бюджета субсидий бюджетам субъектов Российской Федерации на реализацию региональных программ в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

- представления ежемесячных, квартальных и годовых отчетов по реализации мероприятий Программы в вышестоящие инстанции.

15. Пилотная площадка для реализации программы «Энергоэффективный квартал», как пропаганда энергосбережения ставит цели:

+ модернизация микрорайонов и кварталов на всей территории страны.

+ экономии потребления энергоносителей для отопления, водо- и энергоснабжения.

- наказания лиц, ответственных за срыв программы энергосбережения.

16. В начале 90-х годов в США было принято положение о том, что энергосбережение, проводимое энергокомпаниями у потребителя дает им право

+ на получение 30% средств получаемых от экономии.

- на получение 50% средств получаемых от экономии.

- на получение 90% средств получаемых от экономии.

17. За реализацию холодильника с наивысшим классом энергоэффективности розничному продавцу в *США* выплачивалось вознаграждение

+50 долларов.

-100 долларов

-1000 долларов.

18. Компенсационные вознаграждения производителям энергоэффективной техники в странах ЕС и США применяются для:

+ стимулирования производителя к выпуску энергоэффективной техники.

+ утилизации устаревшей неэффективной техники.

- выплаты премии за разработку проектов повышенной энергоэффективности.

19. Обучение в сфере энергоэффективности, энергосбережения и энергобезопасности направлено для:

+ органов государственной власти, на федеральном, региональном, муниципальном уровне.

+ ответственных за энергоэффективность на промышленных предприятиях, в бюджетных и муниципальных учреждениях;

- учащихся и преподавателей вузов, школ, для населения.

20. Основные требования к пропаганде энергосбережения, направленной на информационное воздействие на конечного потребителя:

+ пропаганда должна преподносить информацию слушателю так, чтобы он не только точно знал, что и как сделать, но и захотел передать эти сведения своим знакомым;

+ нести в себе элемент сенсационности.

- нести сенсационную информацию, иногда противоречащую известным законам, нормам и правилам.

***Модуль 4***

***1. Задание***

Отметьте три правильных ответа

Энергетическое обследование может проводиться в отношении:

☑ продукции

☑ технологического процесса

□ энергетического ресурса

☑ юридического лица

***2. Задание***

Отметьте правильный ответ

Деятельность по проведению энергетического обследования вправе осуществлять:

☑ лица, являющиеся членами саморегулируемых организаций

□ министерство энергетики РФ

□ органы местного самоуправления

***3. Задание***

Отметьте правильный ответ

По результатам энергетического обследования проводившее его лицо составляет:

□ технический паспорт

☑ энергетический паспорт

□ отчёт о проделанной работе

***4. Задание***

Отметьте три правильных ответа

Проведение энергетического обследования является обязательным для следующих лиц:

☑ органы государственной власти, органы местного самоуправления, наделенные правами юридических лиц

□ организации, совокупные затраты которых на потребление ТЭР превышают пять миллионов рублей за календарный год

☑ организации, совокупные затраты которых на потребление ТЭР превышают десять миллионов рублей за календарный год

☑ организации, осуществляющие регулируемые виды деятельности

***5. Задание***

Отметьте правильный ответ

Лица, для которых энергетическое обследование является обязательным, должны организовать и провести первое энергетическое обследование до:

□ 31 декабря 2011 года

□ 31 августа 2012 года

☑ 31 декабря 2012 года

***6. Задание***

Отметьте правильный ответ

Предварительный этап энергетического обследования служит для составления:

☑ программы энергетического обследования

□ энергобаланса предприятия

□ энергетического паспорта

***7. Задание***

Отметьте два правильных ответа

Инструментальное обследование проводится с целью:

☑ восполнения информации, недостающей для оценки эффективности энергоиспользования

☑ возникновения сомнения в достоверности предоставленной информации

□ определения надежности работы оборудования

***8. Задание***

Отметьте три правильных ответа

Измерения при инструментальном обследовании подразделяются на следующие типы:

☑ балансовые измерения

☑ однократные измерения

□ количественные измерения

☑ регистрация параметров

***9. Задание***

Отметьте два правильных ответа

Методы анализа эффективности энергоиспользования делятся на:

☑ физические

□ технологические

☑ финансово-экономические

***10. Задание***

Отметьте правильный ответ

Метод физического анализа эффективности энергоиспользования оперирует следующими величинами:

☑ натуральными

□ технологическими

□ финансовыми

***11. Задание***

Отметьте правильный ответ

Участок спектра электромагнитных колебаний в диапазоне длин волн от 380 до 770 нм (1 нм = 10-9 м), регистрируемых человеческим глазом

☑ Видимое излучение

□ Световой поток

□ Сила света

□ Освещенность

***12. Задание***

Отметьте правильный ответ

Мощность лучистой энергии, оцениваемая по производимому ею зрительному ощущению

□ Видимое излучение

☑ Световой поток

□ Сила света

□ Освещенность

***13. Задание***

Отметьте правильный ответ

Пространственная плотность светового потока

□ Видимое излучение

□ Световой поток

☑ Сила света

□ Освещенность

***14. Задание***

Отметьте правильный ответ

Поверхностная плотность светового потока

□ Видимое излучение

□ Световой поток

□ Сила света

☑ Освещенность

***15. Задание***

Отметьте правильный ответ

Поверхностная плотность силы света в заданном направлении

☑ Яркость

□ Световой поток

□ Сила света

□ Освещенность

***16. Задание***

Отметьте правильный ответ

Единица измерения освещенности

☑ люкс

□ люмен

□ кандела

□ ватт

***17. Задание***

Отметьте правильный ответ

Формула для определения коэффициент пульсации освещенности *К*п

□*К*п  = (*А*макс- *А*мин)/2*А*ср·100%

□*К*п  = (*F*макс- *F*мин)/2*F*ср·100%

☑*К*п  = (*Е*макс- *Е*мин)/2*Е*ср·100%

□*К*п  = (*G*макс- *G*мин)/2*G*ср·100%

**Приложение 3**

**Содержание и варианты заданий для выполнения РГР**

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ И

## ОФОРМЛЕНИЮ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

РГР состоит из трех частей, которые необходимо выполнить каждому студенту. Студент выполняет по каждой из частей вариант задания, обозначенный последней цифрой его учебного шифра в зачетной книжке.

При выполнении контрольной работы необходимо строго придерживаться указанных ниже правил. Работы, выполненные без соблюдения этих правил, не засчитываются и возвращаются студенту для переработки.

1. Каждая РГР работа должна быть выполнена отдельно, набрана в редакторе Word и распечатана.

2. В заголовке работы на обложке работы должны быть ясно написаны фамилия студента, его инициалы, номер зачетки, название дисциплины. Здесь же следует указать название учебного заведения. В конце работы следует проставить дату ее выполнения и расписаться.

3. В работу должны быть включены все задачи, указанные в задании, строго по положенному варианту. Расчетные работы, содержащие не все задачи задания, а также задачи не своего варианта, не засчитываются.

4. Решения задач надо располагать в порядке номеров, указанных в заданиях, сохраняя номера задач.

5. Перед решением каждой задачи надо выписать её условие.

6. Решения задач следует излагать подробно и аккуратно, объясняя и мотивируя все действия по ходу решения и делая необходимые чертежи.

7. После получения прорецензированной незачтенной работы студент должен исправить все отмеченные рецензентом ошибки и недочеты и выполнить все рекомендации рецензента.

В случае незачета работы и отсутствия прямого указания рецензента на то, что студент может ограничиться предоставлением исправленных решений отдельных задач, вся работа должна быть выполнена заново.

### ЧАСТЬ 1. ЭКОНОМИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ПРИ ВЫБОРЕ ЭКОНОМИЧЕСКИ ЦЕЛЕСООБРАЗНОГО РЕЖИМА РАБОТЫ ТРАНСФОРМАТОРОВ

### 1. Снижение потерь в трансформаторах путем увеличения их загрузки

Для уменьшения энергозатрат следует обращать внимание на потери электроэнергии, обусловленные ее передачей и трансформацией. Экономически целесообразный режим работы трансформаторов на подстанциях относится к эффективным мероприятиям по снижению потерь электроэнергии.

Эксплуатация систем электроснабжения в неноминальном режиме приводит к увеличению доли потерь, связанных с недозагрузкой трансформаторов. Потери в трансформаторах состоят из постоянной (потери в стали) и нагрузочной (в обмотках, коммутаторах и соединительных шинах) составляющих.

Наиболее экономичный режим работы трансформаторов соответствует нагрузке 60–70 % от номинальной мощности и характеризуется коэффициентом загрузки [1]:

,

где – фактическое значение полной мощности, проходящее через трансформатор в нормальном режиме; – номинальная мощность одного трансформатора подстанции;  – количество трансформаторов в подстанции.

Согласно «Правил устройства электроустановок» (ПУЭ), коэффициент загрузки трансформаторов зависит от категории по бесперебойности питания нагрузки и может находиться в пределах [1]:

– для потребителей I категории;

– для потребителей II категории;

– для потребителей III категории.

Работа малозагруженных трансформаторов (с < 0,3) является экономически не выгодной из-за собственных потерь в каждом из трансформаторов. Необходимо выключать недозагруженные трансформаторы, увеличивая их степень загрузки.

Согласно выражениям для определения потерь мощности в трансформаторе, приведенным ниже, можно видеть, что коэффициент загрузки имеет непосредственное влияние на уровень потерь.

Потери активной электроэнергии в трансформаторе рассчитываются по формуле, кВт ∙ ч:

.

Приведенные потери мощности холостого хода трансформатора, кВт:

.

Приведенные потери мощности короткого замыкания, кВт:

,

здесь – потери мощности холостого хода, в расчетах следует принимать по каталогу равными потерям в стали;  – потери мощности короткого замыкания; в расчетах следует принимать равными по каталогу потерям мощности в металле обмоток трансформатора; – коэффициент изменения потерь, зависящий от передачи реактивной мощности (для промышленных предприятий, когда величина его не задана энергосистемой, следует принимать в среднем равным 0,07), кВт/кВАр;  – полное число часов присоединения трансформатора к сети;  – число часов работы трансформатора под нагрузкой за учетный период (при односменной работе  = 2400 ч, при двух –  = 5400 ч, при трех –  = 8400 ч);

Постоянная составляющая потерь реактивной мощности холостого хода трансформатора, кВАр:



где  – номинальная мощность трансформатора, кВА; – напряжение короткого замыкания , %;  – ток холостого хода, %.

Реактивная мощность, потребляемая трансформатором при полной нагрузке, кВАр:



Потери реактивной электроэнергии за учетный период, кВт ∙ ч в год:



Потери полной электроэнергии за учетный период, кВт ∙ ч в год:



Экономический эффект при замене трансформатора большей мощности на трансформатор меньшей мощности за счет уменьшения потерь, руб. в год:



где – значение потерь полной мощности заменяемого трансформатора; – значение потерь полной мощности нового трансформатора; – стоимость электроэнергии.

Срок окупаемости реконструкции трансформаторной подстанции, лет:



где  – единовременные капитальные вложения на реконструкцию подстанции (стоимость одного трансформатора умноженная на их количество);  – экономический эффект, получившийся при реконструкции подстанции.

### 2. Расчет экономически целесообразного режима работы трансформаторов

Экономически целесообразный режим работы трансформаторов определяется в зависимости от суммарной нагрузки числа параллельно включенных трансформаторов, обеспечивающих минимум потерь электроэнергии в этих трансформаторах [1]:

,

где *n* – число включенных трансформаторов одинаковой мощности.

В условиях эксплуатации оптимальным коэффициентом загрузки трансформатора считают такой, который обеспечивает максимальный приведенный КПД, т.е.



Однако, в условиях эксплуатации не всегда возможно регулировать нагрузку трансформатора для получения оптимального коэффициента загрузки, поскольку нагрузка зависит от условий технологического процесса производства.

При выборе оптимальной мощности трансформаторов необходимо использовать основной экономический критерий, а именно: минимум приведенных годовых затрат. Применение этого критерия позволяет, учитывая эффективность капиталовложений в трансформаторы, с одной стороны, избежать излишних потерь электроэнергии, а с другой – омертвления материальных ценностей и трудовых затрат. При этом условия эксплуатации наивыгоднейшим образом сочетаются с параметрами трансформаторов.

Приведенные затраты на один трансформатор в зависимости от нагрузки определяются по выражению6



где  – нормативный коэффициент;  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, = 0,15 (из расчета срока окупаемости капиталовложений 6 лет – = 1/6 = 0,15);  – нормативный коэффициент амортизационных отчислений, = 0,06 (из расчета 6 % в год); *К* – единовременные капитальные вложения в один трансформатор;  – стоимость (тариф) 1 кВт ∙ ч электроэнергии.

С целью сопоставления  трансформаторов различной мощности можно использовать удельные приведенные затраты, т.е. приведенные затраты, отнесенные к передаваемой мощности *S*:

 (1)

На основании выражения (1) получен оптимальный коэффициент загрузки, соответствующий минимуму приведенных затрат [1]:



### 3. Расчет степени износа трансформаторов

Расчет степени износа подстанций предприятия осуществляется по выражению [1]:

,

где  – износ трансформатора на сегодняшний день; – год (дата) ввода трансформатора в эксплуатацию.

Трансформаторные подстанции, исчерпавшие свой рабочий ресурс, как правило, имеют высокие потери в обмотках и низкие изоляционные характеристики. Массовый выход из строя этих трансформаторов может привести к простою оборудования основного производства и значительному материальному ущербу на предприятии.

**ЧАСТЬ 2. Экономия электроэнергии при использовании устройств компенсации реактивной мощности**

### 1. Понятие реактивной мощности

В электрических цепях, содержащих комбинированные сопротивления (нагрузку), в частности, активную (лампы накаливания, электронагреватель и др.) и индуктивную (электродвигатели, распределительные трансформаторы, сварочное оборудование, люминесцентные лампы и др.) составляющие, общую мощность, забираемую от сети, можно выразить векторной диаграммой (рис. 1) [1].

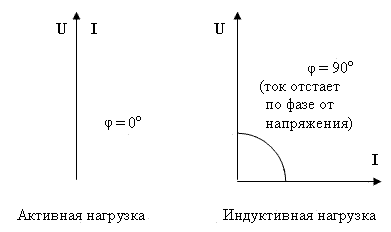


Рис. 1. Векторная диаграмма активной

и индуктивной нагрузки

Отставание тока по фазе от напряжения в индуктивных элементах обуславливает интервалы времени (см. рис. 2), когда напряжение и ток имеют противоположные знаки: напряжение положительно, а ток отрицателен и наоборот. В эти моменты мощность не потребляется нагрузкой, а подается обратно по сети в сторону генератора. При этом электроэнергия, запасаемая в каждом индуктивном элементе, распространяется по сети, не рассеиваясь в активных элементах, а совершая колебательные движения (от нагрузки к генератору и обратно). Соответствующую мощность называют *реактивной*.

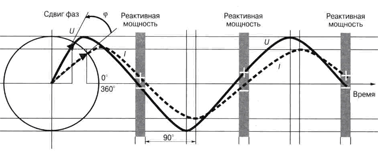


Рис. 2. Отставание тока по фазе от напряжения

в индуктивных элементах

Полная мощность складывается из активной мощности, совершающей полезную работу, и реактивной мощности, расходуемой на создание магнитных полей и создающей дополнительную нагрузку на силовые линии питания. Соотношение между полной и активной мощностью (рис. 3), выраженное через косинус угла между их векторами, называется *коэффициентом* (фактором) *мощности*.



где – активная мощность (кВт); – полная мощность (кВА); – реактивная мощность (кВАр); cos φ – коэффициент мощности.

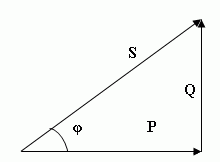


Рис. 3. Соотношение между полной

и активной мощностью

Активная энергия преобразуется в полезную – механическую, тепловую и другие виды энергии. Реактивная же энергия не связана с выполнением полезной работы, а расходуется на создание электромагнитных полей в электродвигателях, трансформаторах, индукционных печах, сварочных трансформаторах, дросселях и осветительных приборах. Таким образом, основными потребителями реактивной мощности на коммунальных промышленных предприятиях являются:

– асинхронные двигатели (45–65 %);

– трансформаторы всех степеней трансформации (20–25 %);

– электропечные установки (8 %);

– воздушные линии электропередачи и другие электроприемники (вентильные преобразователи, сварочное оборудование, люминесцентные лампы, реакторы и т.п.) (10 %).

Реактивная мощность при синусоидальном напряжении однофазной сети равна:

,



в трехфазной сети – как алгебраическая сумма фазных реактивных мощностей.

Реактивная мощность *Q* пропорциональна реактивному току, протекающему через индуктивный элемент:

,

где  – реактивный (индуктивный) ток,  *U* – напряжение сети.

Таким образом, полный ток, питающий нагрузку, складывается из активной и индуктивной составляющих:

.

В зависимости от вида используемого оборудования нагрузка подразделяется на *активную*, *индуктивную* и *емкостную*. Наиболее часто потребитель имеет дело со смешанными активно-индуктивными нагрузками. Соответственно, из электрической сети происходит потребление как активной, так и реактивной энергии.

### 2. Основы компенсации реактивной мощности

В последние годы наблюдается значительный рост производства и развитие инфраструктуры городов. В связи с этим увеличивается число и мощности электроприемников, использующихся на производствах в основных технологических и вспомогательных циклах, а объекты инфраструктуры применяют все большее количество осветительных аппаратов для рабочего освещения, рекламы и дизайна. Соответственно, увеличивается потребляемая электрическая мощность [1].

При передаче потребителям активной *Р* и реактивной *Q* мощностей в системе электроснабжения имеют место потери активной мощности. Потери активной мощности пропорциональны квадрату реактивной мощности, и при снижении реактивной мощности эти потери уменьшаются. Поэтому, потребление всей реактивной мощности от энергоснабжающей организации нецелесообразно, так как ток, вызванный реактивной мощностью, дополнительно нагружает линии электропередачи. Передача реактивной мощности по сети снижает пропускную способность всех элементов системы электроснабжения. Это приводит к увеличению сечений проводов и кабелей, к увеличению мощности генераторов, трансформаторов, повышению активных потерь, а также падению напряжения (из-за увеличения реактивной составляющей тока питающей сети) и, соответственно, к увеличению капитальных затрат на внешне- и внутриплощадочные сети.

В связи с этим реактивную мощность необходимо получать (генерировать) непосредственно у потребителя.

Снижение реактивной мощности, циркулирующей между источником тока и приемником, а следовательно, снижение реактивного тока в генераторах и сетях называют *компенсацией реактивной мощности* (КРМ). Эту функцию выполняют установки КРМ. Установки КРМ – электроприемники с емкостным током, которые при работе формируют опережающую реактивную мощность (ток по фазе опережает напряжение) для компенсации отстающей реактивной мощности, генерируемой индуктивной нагрузкой.

Компенсация реактивной мощности, или повышение коэффициента мощности электроустановок промышленных предприятий, имеет большое народнохозяйственное значение и является частью общей проблемы повышения КПД работы систем электроснабжения и улучшения качества отпускаемой потребителю электроэнергии.

КРМ является одним из основных направлений сокращения потерь электроэнергии и повышения эффективности электроустановок промышленных предприятий с одновременным повышением качества электроэнергии непосредственно в сетях предприятий.

*Цели регулирования реактивной мощности* очень кратко можно сформулировать следующим образом:

1. Стабилизация напряжения на высоковольтных шинах предприятий и сетей.
2. Известно, что просадка напряжения на шинах равна:

.

Если за счет регулирования изменение реактивной мощности  будет практически равно 0, то просадка напряжения на шинах при неизменном значении  будет также практически равна нулю. Такой режим можно обеспечить, организовав непрерывный переток реактивной мощности между емкостной и индуктивной составляющими компенсирующего устройства.

1. Подавление высших гармоник, присутствующих в сети от работы многочисленных преобразователей частоты и напряжения, причем, по мере развития промышленности доля таких преобразователей, как известно, неумолимо растет.
2. Улучшение коэффициента мощности предприятий .
3. Снижение фликера – низкочастотных колебаний (*f* ≤ 50 Гц), оказывающих вредное воздействие на здоровье человека (на зрение).

Правильная компенсация реактивной мощности *позволяет*:

* снизить общие расходы на электроэнергию;
* уменьшить нагрузку элементов распределительной сети (подводящих линий, трансформаторов и распределительных устройств), тем самым продлевая их срок службы;
* снизить тепловые потери тока и расходы на электроэнергию;
* снизить влияние высших гармоник;
* подавить сетевые помехи, снизить несимметрию фаз;
* добиться большей надежности и экономичности распределительных сетей.

Кроме того, в существующих сетях:

* исключить генерацию реактивной энергии в сеть в часы минимальной нагрузки;
* снизить расходы на ремонт и обновление парка электрооборудования;
* увеличить пропускную способность системы электроснабжения потребителя, что позволит подключить дополнительные нагрузки без увеличения стоимости сетей;
* обеспечить получение информации о параметрах и состоянии сети, а во вновь создаваемых сетях – уменьшить мощность подстанций и сечения кабельных линий, что снизит их стоимость.

Чем ниже коэффициент мощности cos φ при одной и той же активной нагрузке электроприемников, тем больше потери мощности и падение напряжения в элементах систем электроснабжения. Поэтому следует всегда стремиться к получению наибольшего значения коэффициента мощности.

Значения коэффициента мощности нескомпенсированного оборудования приведены в табл. 1, а усредненные значения коэффициента мощности для систем электроснабжения различных предприятий – в табл. 2. В оптимальном режиме показатель должен стремиться к единице и соответствовать нормативным требованиям.

Уровень компенсируемой реактивной мощности  определяется как разность реактивных мощностей нагрузки предприятия  и представляемой предприятию энергосистемой  [1]:







Таблица 1

**Значения коэффициента мощности**

**нескомпенсированного оборудования**

|  |  |
| --- | --- |
| Тип нагрузки | Примерный коэффициент мощности |
| Асинхронный электродвигатель до 100 кВт | 0,6–0,8 |
| Асинхронный электродвигатель 100–250 кВт | 0,8–0,9 |
| Индукционная печь | 0,2–0,6 |
| Сварочный аппарат переменного тока | 0,5–0,6 |
| Электродуговая печь | 0,6–0,8 |
| Лампа дневного света | 0,5–0,6 |

Таблица 2

**Усредненные значения коэффициента мощности**

**для систем электроснабжения различных предприятий**

|  |  |
| --- | --- |
| Тип нагрузки | Примерный коэффициент мощности cos φ |
| 1 | 2 |
| Хлебопекарное производство | 0,6–0,7 |
| Мясоперерабатывающее производство | 0,6–0,7 |
| Мебельное производство | 0,6–0,7 |
| Лесопильное производство | 0,55–0,65 |
| Молочные заводы | 0,6–0,8 |
| Механообрабатывающие заводы | 0,5–0,6 |
| Авторемонтные предприятия | 0,7–0,8 |
| Пивоваренные заводы | ~ 0,6 |
| 1 | 2 |
| Деревообрабатывающие предприятия | ~ 0,6 |
| Цементные заводы | ~ 0,7 |
| Горные разрезы | ~ 0,6 |
| Сталелитейные заводы | ~ 0,6 |
| Табачные фабрики | ~ 0,8 |
| Порты | ~ 0,5 |

Таким образом, видно, что при отсутствии компенсации реактивной мощности потребитель переплачивает за потребление реактивной энергии 30-40% общей стоимости.

31 августа 2006 года вышло постановление Правительства РФ № 530, которым утверждены изменения «Правил недискриминационного доступа к услугам по передаче электрической энергии и оказания этих услуг». Согласно вышеуказанным правилам потребители электрической энергии должны соблюдать значения соотношения потребления активной и реактивной мощностей, определенных в договоре в соответствии с порядком, утвержденным Минтопэнерго России. А согласно приказу от 22 февраля 2007 года № 49 «О порядке расчета значений соотношения потребления активной и реактивной мощностей для отдельных энергопринимающих устройств электрической энергии» были определены предельные значения коэффициента реактивной мощности для потребителей, присоединенных к сетям напряжением ниже 220 кВ (табл. 3).

Таблица 3

**Предельные значения коэффициента реактивной мощности**

|  |  |
| --- | --- |
| Положение точки присоединения потребителя  к электрической сети | tg φ |
| напряжением 110 кВ (154 кВ) | 0,5 |
| напряжением 35 кВ (60 кВ) | 0,4 |
| напряжением 6–20 кВ | 0,4 |
| напряжением 0,4 кВ | 0,35 |

КРМ – одно из наиболее доступных, эффективных и простых способов снижения потерь электроэнергии как для потребителя, так и для электросетевой компании, а также снижения себестоимости выпускаемой потребителями продукции.

Снизить потребление реактивной мощности, а следовательно, и потери активной мощности, можно двумя способами:

– *без применения компенсирующих устройств* (*КУ*) [1],

– *с применением КУ*.

### 3. Мероприятия, связанные с применением компенсирующих устройств

* применение в качестве КУ синхронных двигателей в режиме перевозбуждения (cos φ >1);
* применение синхронных компенсаторов в электрических сетях напряжением 110/35 и 110/6;
* применение в качестве КУ батарей конденсаторов.

Для повышения пропускной способности воздушных линий начинают применять управляемые шунтирующие реакторы, статические тиристорные компенсаторы и статические компенсирующие устройства. Последние позволяют существенно увеличить передаваемую по линии мощность сверхнатурального значения.

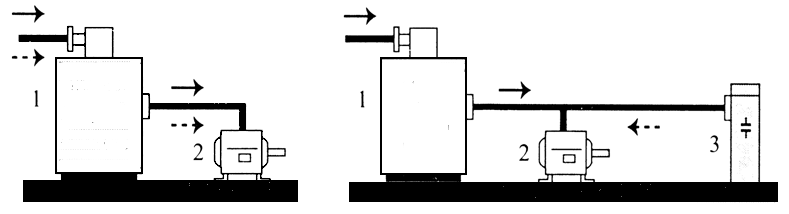


Рис. 4. Схема компенсации реактивной мощности электродвигателя

(1 – трансформатор, 2 – электродвигатель, 3 – конденсатор)

Наиболее действенным и эффективным способом снижения потребляемой из сети реактивной мощности является применение *конденсаторных установок*. КУ подключают параллельно нагрузке для снижения доли реактивного тока в системе «генератор–нагрузка» (рис. 4). Реактивная мощность при этом уже не перемещается между генератором и нагрузкой, а совершает локальные колебания между реактивными элементами – индуктивными обмотками нагрузки и компенсатором. Такая компенсация реактивной мощности позволяет передать в нагрузку большую активную мощность при той же номинальной полной мощности генератора.

*Основные достоинстваКУ* следующие:

* малые потери активной мощности (0,3–0,45 кВтна 100 кВАр);
* отсутствие вращающихся частей и их малая масса (нет необходимости в фундаменте);
* простая и дешевая эксплуатация по сравнению с другими КУ;
* возможность изменения их мощности при необходимости;
* возможность установки в любой точке сети.

На практике коэффициент мощности после компенсации находится в пределах от 0,93 до 0,99.

Срок окупаемости конденсаторных установок можно оценить следующим образом:

*t*ок = З1/(З2 – З3),

где З1 – стоимость конденсаторной установки, руб.; З2 – затраты на электроэнергию без компенсации, руб./мес.; З3 – затраты на электроэнергию при применении конденсаторных установок, руб./мес.

В установках напряжением до 1 кВ конденсаторы включаются в сеть и отключаются от сети с помощью автоматических выключателей (автоматов) или рубильников.

В установках напряжением выше 1 кВ для включения и отключения конденсаторов служат высоковольтные выключатели или выключатели нагрузки.

В системах промышленного электроснабжения применяются, как правило, комплектные конденсаторные установки.

**Часть 3. Экономия электроэнергии в двигательном электроприводе**

### 1. Сводка общих мероприятий по энергосбережению в установках, использующих электродвигатели

* 1. Мощность двигателя должна соответствовать нагрузке.
  2. При часто повторяющемся режиме работы на холостом ходу двигатель должен легко выключаться.
  3. Необходимо эффективно защищать крыльчатку системы обдува двигателя для устранения его возможного перегрева и увеличения доли потерь.
  4. Проверять качество эксплуатации трансмиссии – на эффективность работы системы влияет смазка подшипников и узлов трения; применять правильно тип трансмиссии.
  5. Рассмотреть возможность применения электронных регуляторов скорости вращения в двигателях, часть времени работающих не на полной нагрузке.
  6. Экономически оценить возможность применения энергоэффективных (ЭЭ) двигателей.
  7. Качественно проводить ремонт двигателей, отказаться от приме­нения неисправных или плохо отремонтированных двигателей.

### 2. Перечень мероприятий, позволяющих повысить cos φ

1. Увеличение загрузки асинхронных двигателей. При снижении до 40 % мощности, потребляемой асинхронным двигателем, переключать обмотки с «треугольника» на «звезду». Мощность двигателя при этом снижается в 3 раза.
2. Применение ограничителей времени работы асинхронных двигателей и сварочных трансформаторов в режиме холостого хода (хх).
3. Замена асинхронных двигателей синхронными.
4. Нагрузка трансформаторов должна составлять более 30 % номинальной мощности.
5. Использовать устройства для компенсации реактивной мощности, такие как:

* синхронные двигатели в режиме перевозбуждения;
* комплектные конденсаторные батареи;
* статические компенсаторы (управляемые тиристорами реакторы или конденсаторы).

Такие компенсаторы должны быть приближены к источникам реактивной мощности. Потребителями реактивной мощности являются: асинхронные двигатели (45–60 %); электропечные установки (8 %); вентильные преобразователи (10 %); трансформаторы всех ступеней трансформации (20–25 %).

### 3. Расчет целесообразности и экономической эффективности замены малозагруженных двигателей

При нагрузке электродвигателя в переделах 45–70 % номинальной мощности целесообразность его замены двигателем меньшей мощности должна быть обоснована. С этой целью определяют суммарные потери активной мощности в системе электроснабжения и в электродвигателе до замены  и после замены  двигателя. Если окажется, что <, то такая замена целесообразна:

,

где  – реактивная мощность, потребляемая электродвигателем из сети при холостом ходе, кВАр;  – ток холостого хода двигателя, А;  – номинальное напряжение двигателя, В;  – коэффициент загрузки двигателя; *Р* – средняя загрузка двигателя, кВт;  – номинальная активная мощность двигателя, кВт;  – реактивная мощность двигателя при номинальной нагрузке, кВАр;  – КПД двигателя при полной нагрузке;  – номинальный коэффициент реактивной мощности двигателя (определяется по паспортной величине cos φ);  – коэффициент изменения потерь, кВт/кВАр.

Потери активной мощности при холостом ходе двигателя определяются, кВт:

.

Прирост активной мощности в двигателе при 100%-ной нагрузке определяются, кВт:

,

где  – расчетный коэффициент, зависящий от конструкции двигателя и определяемый из выражения:

,

где  – потери холостого хода активной мощности, потребляемой двигателем при загрузке 100% (в процентах).

Потери электроэнергии за весь период работы составят:

,

где  – время работы, часов в год.

Проблемы, связанные с заменой малозагруженных двигателей двигателями меньшей мощности, возникают в условиях эксплуатации на промышленных предприятиях при выборе рационального режима работы агрегатов и установок (например, насосов водоснабжения и канализации) и создании систем регулирования с целью экономии электроэнергии при резко изменяющемся графике нагрузки. В таких случаях появляется необходимость замены: например, вместо двух двигателей одинаковой большой мощности установить один двигатель большой, а второй – малой номинальной мощности и варьировать этими мощностями в зависимости от графика нагрузки. Целесообразность такой замены следует подтвердить технико-экономическими расчетами. Еще одним вариантом решения данной проблемы является использование частотно-регулируемого электропривода.

Стоимость сэкономленной электроэнергии равна за год:



где  – цена 1 кВт ∙ ч электроэнергии, руб.

Срок окупаемости можно определить, лет:

,

где  – капитальные затраты на приобретение оборудования, выполнение строительно-монтажных работ и наладок оборудования.

### 4. Внедрение частотно-регулируемого электропривода

Частотно-регулируемый электропривод (ЧРП) – это электродвигатель, оснащенный регулируемым преобразователем частоты. Предназначен ЧРП для оптимизации режимов работы двигателей с переменной нагрузкой. В частности, эффективен и быстро окупается в насосных и вентиляционных системах, большую часть времени работающих на пониженных подачах, в которых регулирование осуществляется с помощью регулирующих задвижек. При использовании ЧРП устраняются потери энергии в регулирующем устройстве, насос работает в зоне с более высоким КПД. Таким образом, можно добиться значительного снижения затрат предприятия, связанных с потреблением электроэнергии, увеличения межремонтного цикла и уменьшения больших пусковых моментов электродвигателей.

Установка устройств ЧРП на электродвигатели имеет смысл в тех случаях, когда на него подается переменная нагрузка. Например, насосы в водопроводно-канализационном хозяйстве в разное время суток работают с разной производительностью: в ночное время производительность уменьшается, а в дневное – увеличивается. Кроме того, насосы и связанные с ними части установок, такие как трубопроводы, клапаны и резервуары, всегда рассчитывают по максимальному количеству передаваемой жидкости, учитывая растущую потребность в будущем, повышенную производительность при особых ситуациях (например, при осушении и заполнении резервуаров), аварийные ситуации. Регулирование объема воды на таких насосах в настоящее время осуществляется дроссельными заслонками. Данный способ регулирования является самым неэкономичным, так как КПД электродвигателя насоса в данном режиме намного меньше номинального значения. Предлагается установить преобразователь частоты и запитать электродвигатель от преобразователя.

Рассчитать экономию энергии для одного насоса при установке устройства ЧРП можно по выражению, кВт ∙ ч в год:



где – средняя производительность насоса, м3/с;  – коэффициент полезного действия насоса (двигателя);  – коэффициент полезного действия передачи между двигателем и механизмом (= 0,95 %);  – номинальный напор насоса, м;  – фактический напор насоса, м.

Годовая экономия денежных средств при этом рассчитывается , руб в год:



Срок окупаемости будет определяться, лет:



где  – капитальные затраты на приобретение устройства ЧРП.