

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Волжском

Направление подготовки: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Тепловые электрические станции и энергетические системы: оборудование, режимы и качество управления, Эксплуатация и управление режимами электроэнергетических систем, Энерго-, ресурсосбережение и экологическая безопасность промышленных предприятий, Автоматизированные системы управления объектами

Уровень квалификации: магистр

Форма обучения: очная

**Оценочные средства контроля усвоения знаний, умений и
владения (опытом, навыком) по дисциплине**

**Б1.В.06 ЭНЕРГОБАЛАНСЫ В ТЕПЛО- И ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ
СИСТЕМАХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ**

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Коды индикаторов достижения компетенции	Оценочное средство (тип и наименование)
Знать:		
нормативную документацию по эксплуатации электроустановок потребителей и электрических сетей	ПК-1.1	Расчетное задание
принципы математического моделирования объектов и процессов	ПК-1.2	Тест 1, Тест 2, Тест 3, Письменная контрольная работа № 1
Уметь:		
планировать экспериментальные исследования	ПК-1.1	Расчетное задание
заполнять и анализировать эксплуатационную документацию		Письменная контрольная работа № 1 Расчетное задание
анализировать и рассчитывать параметры энергобаланса	ПК-1.2	Тест 1, Тест 2, Тест 3, Расчетное задание
составлять и оформлять техническую документацию		Расчетное задание

Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

А) Для текущего контроля успеваемости:

- Тест № 1. Тема – Потери в электрических сетях. Потери в трансформаторах.
- Тест № 2. Тема – Потери в электрических сетях. Потери в кабельных линиях.
- Тест № 3. Тема – Построение энергобалансов. Потери в воздушных линиях.
- контрольная работа № 1. Тема – Расчёт нагрузочных потерь в участке сети;
- контрольная работа № 2. Тема – Расчёт условно-постоянных потерь в участке сети;
- Расчетное задание.

1. Тест №1.

Тема: Потери в электрических сетях. Потери в трансформаторах.

1. Какое мероприятие влияет на снижение потерь в трансформаторах?
 - а) Замена ответвлений в жилые дома на СИП;
 - б) Замена недогруженных трансформаторов;
 - в) Замена проводов на большее сечение на перегруженных ЛЭП;
 - г) Сокращение продолжительности технического обслуживания и ремонта основного оборудования сетей;
2. Причины дополнительных потерь энергии в трансформаторах?
 - а) Увеличением действующего значения негармонического тока;
 - б) Поток гармонических составляющих;
 - в): Увеличением активного сопротивления проводника;
 - г): Перегревание цепи нейтрали.

3. Потери электроэнергии холостого хода в силовом трансформаторе (автотрансформаторе) определяются на основе?

- а) приведенных в паспортных данных оборудования потерь мощности холостого хода;
- б) число часов работы трансформатора (автотрансформатора) в i-м режиме
- в) напряжения на высшей стороне трансформатора (автотрансформатора) в i-м режиме и номинального напряжения высшей обмотки трансформатора (автотрансформатора);
- г) на основе а, б и в;
- д) на основе а, и в.

4. Напряжение на трансформаторе (автотрансформаторе) определяется с помощью? измерений или с помощью расчета установившегося режима сети в соответствии с законами электротехники

- а) Измерений;
- б) С помощью расчета установившегося режима сети в соответствии с законами электротехники;
- в) Варианты а и б;
- г) Задается оператором производящим расчет.

5. Допускается ли для силовых трансформаторов (автотрансформаторов) потери мощности ХХ определять с учетом их технического состояния и срока службы?

- а) да допускается;
- б) нет не допускается;
- в) допускается путем измерений этих потерь методами, применяемыми на заводах-изготовителях при установлении паспортных данных трансформаторов (автотрансформаторов);
- г) допускается только на заводе изготовителе.

6. Классификация потерь электрической энергии?

7. Отличие технических потерь от коммерческих?

8. Кем определяются потери холостого хода трансформатора впервые?

9. С какой периодичностью рассчитываются потери в трансформаторах?

10. Номер документа утверждающего инструкцию по расчету потерь в электрических сетях:

- а) утв. постановлением правительства РФ от 4 мая 2012 года N 442;
- б) утв. приказом Минэнерго РФ от 30 декабря 2008 г. N 326;
- в) утв. постановлением правительства РФ от 27 декабря 2010 г. N 1172;
- г) утв. постановлением правительства РФ от 27 декабря 2004 г. N 861.

По результатам тестирования выставляется:

- 8 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 7 баллов, если правильно выполнено не менее 80% заданий;
- 6 баллов, если правильно выполнено не менее 60% заданий.

2. Тест № 2.

Тема: Потери в электрических сетях. Потери в кабельных линиях.

1. Каким образом производится определение потерь в кабельных линиях?

- а) Потери электроэнергии в изоляции силовых кабелей принимаются в соответствии с данными заводов-изготовителей оборудования;
- б) Рассчитываются оператором;
- в) Потери в кабельных линиях отсутствуют;
- г) При отсутствии данных завода-изготовителя расчетные потери принимаются в соответствии с таблицей из нормативного документа;

2. С какой периодичностью рассчитываются потери в кабельных линиях?

3. Как зависят потери в кабельной линии от длины линии?
 4. Зависят ли потери в кабельной линии от времени года?
 5. Какими методами рассчитываются нагрузочные потери в кабельной линии?
 - а) оперативных расчетов или средних нагрузок;
 - б) смешанным способом;
 - в) методом альтернативных потерь;
 - г) всеми перечисленными
 6. Как определяются удельные потери электроэнергии в изоляции кабелей?
 7. Как изменяется сопротивление кабельной линии с течением времени?
 8. Влияет ли расход электрической энергии в кабельной линии электропередач на величину нагрузочных потерь?
 9. Как изменяется сопротивление кабельной линии при изменении сечения проводника?
 10. Как изменяться потери электроэнергии в кабельной линии при протекании одинаковой мощности и расходе электрической энергии в проводнике большего и меньшего сечения?
- По результатам тестирования выставляется:**
- 8 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
 - 7 баллов, если правильно выполнено не менее 80% заданий;
 - 6 баллов, если правильно выполнено не менее 60% заданий.

3. Тест № 3.

Тема: Построение энергобалансов. Потери в воздушных линиях.

1. Какими методами рассчитываются нагрузочные потери в воздушной линии?
 - а) оперативных расчетов;
 - б) смешанным способом;
 - в) средних нагрузок;
 - г) а и в;
 - д) а, б и в.
2. С какой периодичностью рассчитываются потери в воздушных линиях?
3. Как зависят потери в воздушной линии от длины линии?
4. Зависят ли потери воздушной линии от времени года?
5. Каким образом производится определение потерь в кабельных линиях?
 - а) Потери электроэнергии в изоляции силовых кабелей принимаются в соответствии с данными заводов-изготовителей оборудования;
 - б) Рассчитываются оператором;
 - в) Потери в кабельных линиях отсутствуют;
 - г) При отсутствии данных завода-изготовителя расчетные потери принимаются в соответствии с таблицей из нормативного документа;

6. Исходя из каких данных определяют потери на корону?

а) на основе данных об удельных потерях мощности, приведенных в таблице нормативного документа, и о продолжительностях видов погоды в течение расчетного периода;

б) на основе данных об удельных потерях мощности, приведенных в таблице нормативного документа;

в) на основе данных о продолжительностях видов погоды в течение расчетного периода;

г) на основе статистических данных.

7. К каким периодам погоды (для целей расчета потерь на корону) относят погоду с влажностью - дождь, мокрый снег, туман?

а) хорошей погоды;

б) сырой погоды;

в) влажной погоды;

г) ветреной погоды.

8. Как определяются удельные потери мощности от токов утечки по изоляторам ВЛ?

9. Как изменяется сопротивление воздушной линии с течением времени?

10. Влияет ли расход электрической энергии в линии электропередач на величину нагрузочных потерь?

По результатам тестирования выставляется:

- 8 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 7 баллов, если правильно выполнено не менее 80% заданий;
- 6 баллов, если правильно выполнено не менее 60% заданий.

Контрольная работа № 1.

Тема: Расчёт нагрузочных потерь в участке сети

На рис.1 изображен силовой трансформатор ТМ-100/6/0,4. Определить потери мощности в трансформаторе при передаче 200 кВт · ч электроэнергии потребителю в месяц.

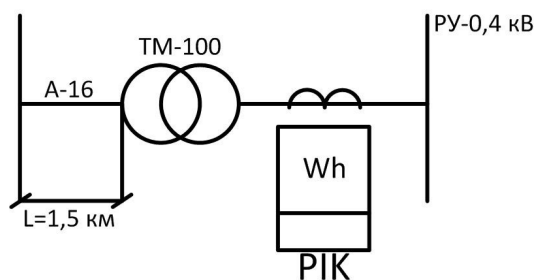


Рис.1

Решение:

1. Определим активное сопротивление трансформатора по формуле (40):

$$R_{\text{ТР}} = \frac{1,97 \cdot 6^2}{100^2} \cdot 10^3 = 7,09 \text{ Ом}.$$

2. Найдем среднее значение токовой нагрузки по формуле (41):

$$I_{\text{ср}} = \frac{200}{\sqrt{3} \cdot 10 \cdot 730 \cdot 0,8} = 0,02 \text{ А.}$$

3. Определим потери мощности по формуле (42):

$$\Delta P_{\text{ср}} = 3 \cdot 0,02^2 \cdot 7,09 \cdot 10^{-3} = 0,008 \text{ Вт.}$$

4. Найдем нагрузочные потери электроэнергии в двухобмоточном трансформаторе по формуле (43):

$$\Delta W_{\text{наг.ТР}} = 0,99 \cdot 0,008 \cdot 730 \cdot 1,333 = 7,71 \text{ Вт} \cdot \text{ч.}$$

5. Определим потери электроэнергии на холостой ход трансформатора по формуле (44):

$$\Delta W_{\text{х.х}} = 0,36 \cdot 730 \cdot \left(\frac{6}{6}\right)^2 = 262,8 \text{ кВт} \cdot \text{ч.}$$

6. Суммарные потери электроэнергии в трансформаторе найдем по формуле (45):

$$\Delta W_{\text{ТР}} = 262,8 + 0,000008 = 262,80 \text{ кВт} \cdot \text{ч.}$$

По результатам контрольной работы выставляется:

- 8 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 7 баллов, если правильно выполнено не менее 80% заданий;
- 6 баллов, если правильно выполнено не менее 60% заданий.

Контрольная работа №2.

Тема: Расчёт условно-постоянных потерь в участке сети

На рис. 1 изображена воздушная линия 6 кВ, указаны марка провода и длина линии. Определить потери мощности в линии.

Таблица 1

Потери электроэнергии по видам электрооборудования

Класс напряжения, кВ	Потери электроэнергии, тыс. кВт·ч в год, по видам оборудования				
	РВ	ОПН	ТТ	ТН	УПВЧ
6	0,009	0,001	0,06	1,54	0,01
10	0,021	0,001	0,10	1,90	0,01
Потери электроэнергии в ТТ напряжением 0,4 кВ принимаются равными 0,05 тыс. кВт·ч/год.					

Решение:

1. Найдем потери электроэнергии в вентильных разрядниках (РВ) в месяц

$$\Delta W_{\text{РВ}} = \frac{\Delta W_{\text{РВ}}}{12} = \frac{9}{12} = 0,75 \text{ кВт} \cdot \text{ч.}$$

2. Найдем потери электроэнергии в ограничителях перенапряжения (ОПН) в месяц

$$\Delta W_{\text{ОПН}} = \frac{\Delta W_{\text{ОПН}}}{12} = \frac{1}{12} = 0,083 \text{ кВт} \cdot \text{ч.}$$

3. Найдем потери электроэнергии в устройства присоединения высокочастотной связи (УПВЧ) в месяц

$$\Delta W_{\text{УПВЧ}} = \frac{\Delta W_{\text{УПВЧ}}}{12} = \frac{10}{12} = 0,83 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

4. Найдем потери электроэнергии от токов утечки по изоляторам (УПИ) в месяц

$$\Delta W_{\text{УПИ}} = \frac{\Delta W_{\text{УПИ}} L}{12} = \frac{440 \cdot 1,5}{12} = 55 \text{ кВт} \cdot \text{ч},$$

где $L = 1,5$ км – длина линии.

5. Найдем условно-постоянные потери в воздушной линии

$$\begin{aligned} \Delta W_{\text{УП.ВЛ}} &= \Delta W_{\text{РВ}} + \Delta W_{\text{ОПН}} + \Delta W_{\text{УПВЧ}} + \Delta W_{\text{УПИ}} = \\ &= 0,75 + 0,83 + 0,083 + 55 = 56,663 \text{ кВт} \cdot \text{ч}. \end{aligned}$$

6. Определим активное сопротивление воздушной линии, используя табл. 2.

Таблица 2

Конструктивные и расчётные данные голых медных, алюминиевых и сталеалюминиевых проводов

Медные провода (М)			Алюминиевые провода (А)			Сталеалюминиевые провода (АС)		
Номинальное сечение, мм ²	Расчётный диаметр, мм	Активное сопротивление, Ом/км	Номинальное сечение, мм ²	Расчётный диаметр, мм	Активное сопротивление, Ом/км	Номинальное сечение, мм ²	Расчётный диаметр, мм	Активное сопротивление, Ом/км
10	3,5	1,840	16	5,1	1,98	25	6,6	1,38
16	5,0	1,200	25	6,4	1,28	35	8,4	0,85
25	6,3	0,740	35	7,5	0,92	50	9,6	0,65
35	7,5	0,540	50	9,0	0,64	70	11,4	0,46
50	8,9	0,390	70	10,7	0,46	95	13,5	0,33
70	10,7	0,280	95	12,4	0,34	120	15,2	0,27
95	12,5	0,200	120	14,0	0,27	150	17,0	0,21
120	14,0	0,158	150	15,8	0,21	185	19,0	0,17

$$R_{\text{ВЛ}} = \frac{r_0 L (1 + 0,004 \cdot (\Theta - 20))}{n_{\text{ц}}},$$

где $r_0 = 1,98$ – удельное активное сопротивление на 1 км провода А-16, Ом/км; $\Theta = 20$ – средняя температура провода в расчетном периоде, °С; $n_{\text{ц}} = 1$ – количество параллельных цепей, шт.

$$R_{\text{ВЛ}} = \frac{1,98 \cdot 1,5 \cdot (1 + 0,004 \cdot (20 - 20))}{1} = 2,97 \text{ Ом}.$$

7. Найдем потери мощности в воздушной линии при средних нагрузках, используя значение средней токовой нагрузки:

$$\Delta P_{\text{ср}} = 3 \cdot 0,02^2 \cdot 2,97 \cdot 10^{-3} = 0,003 \text{ Вт}.$$

8. Определим нагрузочные потери в воздушной линии по формуле:

$$\Delta W_{\text{наг.ВЛ}} = 0,99 \cdot 1,333 \cdot 730 \cdot 0,003 = 2,89 \frac{\text{Вт} \cdot \text{ч}}{\text{мес}}.$$

9. Найдем потери электроэнергии в воздушной линии

$$\Delta W_{\text{ВЛ}} = \Delta W_{\text{уп.ВЛ}} + \Delta W_{\text{наг.ВЛ}} = 0,00289 + 56,663 = 56,66 \approx 57 \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{мес}}.$$

По результатам контрольной работы выставляется:

- 8 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 7 баллов, если правильно выполнено не менее 80% заданий;
- 6 баллов, если правильно выполнено не менее 60% заданий.

Расчетное задание.

Тема: Составление баланса и расчета потерь в электросетевом комплексе (по вариантам)

Расчетное задание выполняется в форме домашнего задания.

I. Исходные данные для задания: Параметры участка электрической сети.

II. Технология выполнения задания: требуется составить специальную аналитическую форму баланса с выделением полезного расхода и потерь энергии. В приходной части выделить поэлементно все поступающие потоки энергии, в расходной части – полезную составляющую и потери энергии по элементам. Рассчитать фактический и допустимый небаланс на ПС. Рассчитать технические потери в трансформаторах (нагрузочные и условно-постоянные потери). Рассчитать нагрузочные потери в линиях 10 кВ. Выявить небаланс подстанции по секциям шин 10 кВ. Составить акт о составлении баланса электроэнергии на подстанции 100/10 кВ.

Минимальный объем - 15 стр.

По результатам расчетного задания выставляется:

- 20 баллов, если правильно выполнено не менее 90% заданий.
- 15 баллов, если правильно выполнено не менее 80% заданий;
- 10 баллов, если правильно выполнено не менее 60% заданий.

В) Для промежуточного контроля:

Экзамен

Вопросы к экзамену:

1. Основы построения энергобалансов
2. Теплоэнергетические системы и энергобалансы промышленных предприятий (ТЭСПП)
3. Правила анализа энергобалансов
4. Основные энергоресурсы ТЭСПП и энергосберегающие мероприятия
5. Основные определения и классификация технологических процессов
6. Расчет потерь электроэнергии в электрических сетях (основные определения)
7. Расчет потерь электроэнергии в электрических сетях (методы расчета)
8. Системы энергоснабжения и балансы в электроэнергетике
9. Топливо-энергетический баланс промышленного предприятия
10. Первичная информация по разработке и анализу энергобалансов промышленных предприятий
11. Системы теплоснабжения. Классификация потребителей тепла.
12. Системы водоснабжения, водоподготовки промышленного предприятия
13. Система технического водоснабжения
14. Системы воздухообеспечения промышленного предприятия
15. Система обеспечения продуктами разделения воздуха промышленного предприятия
16. Системы газоснабжения промышленного предприятия
17. Структура системы газоснабжения промышленного предприятия
18. Энергетический баланс промышленного предприятия
19. Топливо-энергетические балансы промышленного предприятия
20. Основы построения систем мониторинга энергобалансов промышленного предприятия
21. Построение информационной системы энергобалансов промышленной системы
22. Основные этапы математического моделирования ТЭСПП

23. Вторичные энергоресурсы промышленного предприятия
24. Энергосбережение в низких и высокотемпературных технологиях
25. Использование теплоты горячего кокса
26. Использование физической теплоты заготовок
27. Энергетический менеджмент
28. Энергетический аудит и приборное обеспечение
29. Понятие и практика применения энергосервисных контрактов.
30. Энергобаланс с применением нетрадиционных и возобновляемых источников энергии
31. Обзор законодательных актов по энергосбережению и расчету потерь

Критерии выставления оценки на зачете:

Оценка «отлично» - от 90 до 100 баллов.

Студент обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученного модуля, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную, и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. В процессе обучения студент проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученного модуля (дисциплины), в полном объеме выполнил все виды предусмотренного программой контроля, безупречно ответил не только на все основные вопросы, но и на дополнительные вопросы в рамках основной программы модуля, правильно выполнил практическое задание.

Оценка «хорошо» - от 76 до 89 баллов.

Студент обнаружил полное знание материалов изученного модуля, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, предусмотренную программой. Студент показал систематический характер знаний по модулю, выполнил более половины видов предусмотренного программой контроля, ответил на все вопросы, правильно выполнил практическое задание, но допустил при этом не принципиальные ошибки.

Оценка «удовлетворительно» - от 60 до 75 баллов.

Студент обнаружил знание материала изученного модуля в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Студент выполнил не менее половины видов предусмотренного программой контроля, допустил погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнил практическое задание, но по указанию экзаменатора выполнил другие практические задания из того же раздела модуля.

Оценка «неудовлетворительно» - менее 60 баллов.

Студент обнаружил серьезные пробелы в знаниях основного материала изученного модуля, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Студент выполнил менее половины видов предусмотренного программой контроля, не ответил на все вопросы и дополнительные вопросы, и неправильно выполнил практическое задание.