

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева»

УТВЕРЖДАЮ

Директор

_____ ..
« ___ » _____ 20__ г.

Фонд оценочных средств дисциплины

Электрические трансформаторы

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль) Электроэнергетические системы и сети

Присваиваемая квалификация
"Бакалавр"

Формы обучения
очная

1 Паспорт фонда оценочных средств

№	Наименование разделов дисциплины	Содержание (темы) раздела	Код компетенции	Знания, умения, навыки, необходимые для формирования соответствующей компетенции	Форма текущего контроля знаний, умений, навыков, необходимых для формирования соответствующей компетенции
1	Введение. Раздел 1. Режимы работы и процессы, происходящие в трансформаторах.	<p>Значение трансформаторов для электроэнергетики. Краткая история развития трансформаторов и задачи трансформаторостроения на современном этапе.</p> <p>Тема 1.1. Области применения и конструкции трансформаторов. Принцип действия и номинальные характеристики трансформаторов.</p> <p>Тема 1.2. Холостой ход трансформаторов и электромагнитные процессы в трансформаторе на холостом ходу. Режим короткого замыкания.</p> <p>Тема 1.3. Нагрузочные режимы трансформатора. Электрические схемы замещения трансформаторов. Приведение электрических величин вторичных обмоток к первичной обмотке.</p> <p>Тема 1.4. Эксплуатационные характеристики трансформаторов при нагрузке. Определение параметров и потерь из опытов холостого хода и короткого замыкания. Зависимость напряжения и КПД от нагрузки. Регулирование напряжения в трансформаторах.</p> <p>Тема 1.5. Параллельная работа трансформаторов. Условия включения на параллельную работу. Уравнительные токи. Распределение нагрузки между трансформаторами.</p>	<p>ПК 5 - готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности</p> <p>ПК-6 - владеть способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности</p>	<p>Знать: устройство и режимы работы трансформатора; технические характеристики трансформаторов и их маркировку.</p> <p>Уметь: моделировать и рассчитывать магнитные и тепловые поля в трансформаторах; проводить опыты холостого хода и короткого замыкания трансформатора;</p> <p>обосновывать принятые решения при проектировании трансформаторов.</p> <p>Владеть: методами работы с научной и справочной литературой или другими нормативными материалами.</p> <p>Знать: моделирование магнитных и тепловых полей с использованием прикладного программного обеспечения; основы проектирования трансформаторов; математические и физические модели для расчета характеристик трансформаторов.</p> <p>Уметь: производить расчет параметров трансформаторов;</p> <p>рассчитывать магнитную систему трансформатора, выбирать и рассчитывать обмотки.</p> <p>Владеть: методами оценки принятых решений при проектировании трансформатора;</p> <p>методами расчета параметров холостого хода и короткого замыкания трансформатора.</p>	<p>1. Отчет по лабораторной работе 1</p> <p>2. Отчет по лабораторной работе 2</p> <p>3. Отчет по лабораторной работе 3</p> <p>4. Отчет по лабораторной работе 4</p> <p>5. Отчет по лабораторной работе 5</p> <p>6. Отчет по лабораторной работе 6</p> <p>6. Отчет по лабораторной работе 7</p> <p>6. Отчет по лабораторной работе 8</p> <p>6. Отчет по лабораторной работе 9</p>

2	Раздел 2. Специальные трансформаторы.	Тема 2.1. Автотрансформаторы. Конструктивные особенности и схемы автотрансформаторов. Преимущества и недостатки, области применения.	ПК 5 - готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности	<p>Знать: устройство и режимы работы трансформатора; технические характеристики трансформаторов и их маркировку.</p> <p>Уметь: обосновывать принятые решения при проектировании трансформаторов.</p> <p>Владеть: методами работы с научной и справочной литературой или другими нормативными материалами.</p>	Отчет по лабораторной работе 10
3	Раздел 3. Технология изготовления и испытания трансформаторов.	Тема 3.1. Испытания трансформаторов. Методы определения электрических величин: сопротивления обмоток и изоляции, определение потерь и КПД трансформатора.	ПК 5 - готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности	<p>Знать: инструкции по эксплуатации трансформаторов;</p> <p>способы измерения основных физических величин, встречающихся при эксплуатации и испытаниях трансформаторов;</p> <p>программу монтажа и приемосдаточных испытаний трансформаторов при вводе их в работу.</p> <p>Уметь: проводить испытания трансформаторов перед пуском в эксплуатацию.</p> <p>Владеть: нормативно-технической документацией на испытания трансформатора.</p>	Отчет по лабораторной работе 11

2. Типовые контрольные задания или иные материалы

2.1. Оценочные средства при текущем контроле

В отчете по лабораторной работе следует представить следующие основные компоненты:

- цели лабораторной работы;
- результаты опытных и расчетных данных в виде таблиц и графиков;
- выводы по результатам опытов и расчетов.

Для собеседования по результатам выполнения лабораторной работы предусмотрен перечень

контрольных вопросов.

Контрольные вопросы к лабораторной работе №1:

1. Принцип работы трансформатора.
2. Дать понятие коэффициента трансформации
3. Опыт холостого хода трансформатора.
4. Параметры холостого хода трансформатора.
5. Опыт короткого замыкания трансформатора.
6. Параметры короткого замыкания трансформатора.
7. Составляющие потерь холостого хода.
8. Виды магнитных потерь и способы их снижения.

Контрольные вопросы к лабораторной работе №2:

1. Конструктивные элементы магнитопроводов трансформаторов.
2. Схемы взаимного расположения конструктивных элементов трансформатора.
3. Виды магнитных систем по способу сборки.
4. Преимущества способа шихтовки «step lap».
5. Маркировка холоднокатаной стали.
6. Достоинства аморфной стали.
7. Что такое коэффициент заполнения площади круга?
8. Дать понятие коэффициента заполнения сечения стержня сталью.
9. Дать понятие активного сечения стержня или ярма.
10. Способы прессовки стержней трансформатора.

Контрольные вопросы к лабораторной работе №3:

1. Виды схем соединения обмоток трансформатора.
2. Маркировка выводов обмоток однофазного трансформатора.
3. Маркировка выводов обмоток трехфазного трансформатора.
4. Обозначение схем соединения обмоток.
5. Дать понятие о схеме «зигзаг».
6. Преимущества и недостатки схемы «зигзаг».
7. Дать понятие группы соединения обмоток.
8. Сколько групп соединения обмоток у однофазного трансформатора?
9. Какие группы соединения обмоток наиболее распространены у трехфазных трансформаторов?

Контрольные вопросы к лабораторной работе №4:

1. Формы сечения витков обмоток трансформатора.
2. Виды междуслойной изоляции.
3. Виды обмоток трансформатора.
4. В каких обмотках выполняется транспозиция проводов и с какой целью?
5. Виды цилиндрических обмоток.
6. На какой обмотке выполняются регулировочные ответвления и почему?
7. Преимущества расположения обмотки НН внутри обмотки ВН.
8. Последовательность расчета цилиндрической обмотки.
9. Последовательность расчета винтовой обмотки.

Контрольные вопросы к лабораторной работе №5:

1. Характеристики трансформатора.
2. Дать понятие КПД трансформатора.
3. Способы уменьшения потерь в стали трансформатора.
4. Что влияет на величину потерь в стали?
5. Внешняя характеристика трансформатора.
6. Условия включения трансформаторов на параллельную работу.
7. Что произойдет, если при включении трансформаторов на параллельную работу не совпадет фазировка обмоток?
8. Дать понятие напряжение короткого замыкания.
9. Какие параметры трансформатора определяются в опыте холостого хода?
10. Какие параметры трансформатора определяются в опыте короткого замыкания?

Контрольные вопросы к лабораторной работе №6:

1. Почему в трансформаторах необходимо регулировать напряжение?
2. Внешняя характеристика трансформатора.
3. Способы регулирования напряжения в трансформаторе.
4. Ручное регулирование напряжения.
5. Диапазон и ступени регулирования напряжения устройством ПБВ.
6. Диапазон и ступени регулирования напряжения устройством РПН.

7. Схема и принцип работы РПН.
8. Вольтодобавочный трансформатор, принцип работы и область применения.
9. Линейные регулировочные трансформаторы, принцип работы и область применения.

Контрольные вопросы к лабораторной работе №7:

1. Последовательность проведения опыта холостого хода.
2. Составляющие потерь холостого хода.
3. Факторы, влияющие на потери холостого хода.
4. Дать понятие тока холостого хода трансформатора.
5. Алгоритм расчета потерь холостого хода трансформатора.
6. Алгоритм расчета тока холостого хода.
7. Почему коэффициент трансформации определяется при проведении опыта холостого хода.
8. Способы уменьшения потерь холостого хода.
9. Зависят ли потери холостого хода от нагрузки трансформатора?
10. Параметры холостого хода трансформатора.

Контрольные вопросы к лабораторной работе №8:

1. Параметры короткого замыкания трансформатора.
2. Последовательность проведения опыта короткого замыкания.
3. Составляющие потерь короткого замыкания.
4. Дать понятие напряжения короткого замыкания.
5. Алгоритм расчета потерь короткого замыкания.
6. Зависят ли потери короткого замыкания от тока нагрузки?
7. Алгоритм расчета напряжения короткого замыкания.
8. Оценка термической стойкости обмоток трансформатора.

Контрольные вопросы к лабораторной работе №9:

1. Что такое конвекция масла?
2. Каково назначение радиаторов в трансформаторе?
3. Преимущество высокого расположения радиаторов?
4. Система охлаждения трансформатора М (устройство и принцип работы).
5. Система охлаждения трансформатора Д (устройство и принцип работы).
6. Система охлаждения трансформатора МЦ, ДЦ (устройство и принцип работы).
7. Система охлаждения трансформатора НМЦ, НДЦ (устройство и принцип работы).
8. Система охлаждения трансформатора Ц, НЦ (устройство и принцип работы).
9. Система охлаждения трансформатора С (устройство и принцип работы).
10. Назвать достоинства и недостатки «сухих» трансформаторов.
11. Перечислить достоинства и недостатки трансформаторов, заполненных негорючей или малогорючей жидкостью.
12. К каким последствиям могут привести перегрузки трансформатора?
13. В каких пределах допускаются перегрузки силовых трансформаторов?
14. Структура условного обозначения силовых трансформаторов.

Контрольные вопросы к лабораторной работе №10:

1. Особенности автотрансформаторов.
2. Почему автотрансформаторы применяют для связи сетей с близкими номинальными напряжениями?
3. Назвать достоинства и недостатки автотрансформаторов.
4. Назначение электропечных трансформаторов.
5. Особенности конструкции электропечных трансформаторов.
6. Структура условного обозначения электропечных трансформаторов.
7. Назначение преобразовательных трансформаторов.
8. Особенности конструкции преобразовательных трансформаторов.
9. Особенности опыта КЗ преобразовательных трансформаторов.
10. Структура условного обозначения преобразовательных трансформаторов.
11. Назначение регулировочных трансформаторов.
12. Устройство и принцип работы регулировочных трансформаторов.
13. Назначение фазоповоротных трансформаторов.
14. Устройство и принцип работы фазоповоротных трансформаторов.

Контрольные вопросы к лабораторной работе №11:

1. Объем испытаний силовых трансформаторов.
2. Какие внутренние повреждения и дефекты трансформатора могут быть выявлены в результате испытания трансформаторного масла?
3. Что называют областью «риска» и «дефекта»?

4. Определение $\text{tg}\delta$ трансформаторного масла.
5. Что называют анализом растворенных в масле газов? Основные этапы его проведения.
6. Идентификация вида дефекта по результатам АРГ.
7. Перечислить диэлектрические характеристики твердой изоляции трансформатора.
8. Оценка технического состояния трансформатора по результатам испытания его изоляции.

5.2.2 Оценочные средства при промежуточной аттестации

Защита курсовой работы проводится публично. Студент, выполнивший курсовую работу, делает доклад на 5 - 7 минут, отражая в нем цель работы, последовательность расчета трансформатора и выводы по полученным результатам. Затем отвечает на вопросы.

Контрольные вопросы к защите курсовой работы:

1. Последовательность расчета трансформатора.
2. Принцип маркировки трансформаторов.
3. Способы регулирования напряжения в трансформаторах.
4. Сравнительный анализ сухих и масляных трансформаторов.
5. Преимущества трансформаторов с обмоткой по схеме "зигзаг".
6. Системы охлаждения трансформаторов.
7. Основные размеры трансформатора.
8. Алгоритм расчета потерь холостого хода трансформатора.
9. Почему обмотки трансформатора имеют одну высоту?
10. Составляющие потерь короткого замыкания трансформатора.
11. Какие токи КЗ и с какой целью рассчитываются при проектировании трансформатора?
12. Виды обмоток трансформатора.
13. Что влияет на выбор вида обмотки?
14. Виды магнитных потерь в трансформаторе.
15. Что влияет на магнитные потери в трансформаторе?
16. Что влияет на потери короткого замыкания?
17. Дать понятие напряжения короткого замыкания.
18. Дать понятие тока холостого хода.
19. Почему предпочтительнее расположение обмотки НН внутри обмотки ВН?
20. Что влияет на величину испытательного напряжения?
21. Что относится к главной изоляции трансформатора?
22. Виды изоляции трансформатора по назначению.
23. В каких обмотках делается транспозиция проводов и с какой целью?
24. Назначение маслорасширителя.
25. Каким образом осуществляется непрерывная регенерация трансформаторного масла?
26. Преимущества герметичных трансформаторов.
27. Дать понятие азотной и пленочной защиты трансформатора.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с учебным планом в виде экзамена.

Обучающийся допускается к аттестации по дисциплине в случае выполнения им рабочей программы дисциплины: выполнения и защиты лабораторных работ, выполнения и защиты курсовой работы.

Экзамен принимает лектор. Аттестация проводится в форме собеседования по вопросам экзаменационного билета. Экзаменатору предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы сверх билета.

Основой для определения оценки служит уровень усвоения обучающимся материала, предусмотренного рабочей программой дисциплины.

Перечень вопросов к экзамену:

1. Принцип работы трансформатора.
2. Основные характеристики трансформаторов.
3. Схемы и группы соединения обмоток трансформатора.
4. Внешняя характеристика трансформатора.
5. Виды магнитных систем силовых трансформаторов.
6. Виды обмоток трансформатора.
7. Опыт и потери холостого хода трансформатора.
8. Опыт и потери короткого замыкания трансформатора.
9. Схема замещения трансформатора.
10. Технические (паспортные) характеристики трансформаторов.
11. Дать понятие напряжения короткого замыкания трансформатора.
12. Системы охлаждения силовых трансформаторов.

13. Способы регулирования напряжения в силовых трансформаторах.
14. Схема и принцип работы РПН.
15. Классификация изоляции трансформаторов по назначению.
16. Способы сборки и прессовки стержней трансформатора.
17. Дать понятие коэффициента β и на какие характеристики трансформатора он оказывает влияние?
18. Принцип маркировки силовых трансформаторов.
19. Дать понятие азотной и пленочной защиты трансформаторов.
20. Основные конструктивные элементы масляного трансформатора и их назначение.
21. Дать понятие транспозиции проводов в обмотках трансформатора.
22. Факторы, влияющие на выбор типа обмотки трансформатора.
23. Дать понятие трехобмоточного трансформатора и с расщепленной обмоткой.
24. Преимущества герметичных трансформаторов.
25. Новые технологии, используемые в трансформаторостроении.
26. Последовательность расчета трансформатора.
27. Основные размеры трансформатора.
28. Последовательность расчета обмотки НН трансформатора.
29. Последовательность расчета обмотки ВН трансформатора.
30. Классы нагревостойкости изоляции, используемой в трансформаторах.
31. Главная изоляция трансформаторов.
32. Расчет потерь короткого замыкания трансформатора.
33. Механические силы, действующие на обмотки трансформатора.
34. Дать понятие установившегося и ударного токов короткого замыкания. Зачем нужны значения этих токов при расчете трансформатора?
35. Способы повышения механической прочности обмоток трансформатора.
36. Какие параметры трансформатора определяются при окончательном расчете его магнитной системы?
37. Составляющие потерь холостого хода трансформатора.
38. Что влияет на величину потерь холостого хода трансформатора?
39. Расчет потерь холостого хода трансформатора.
40. Ток холостого хода трансформатора и его расчет.
41. Задачи теплового расчета трансформатора.
42. Условия включения трансформаторов на параллельную работу.
43. Трансформаторы с симметрирующим устройством.
44. Специальные трансформаторы.
45. Испытание трансформаторного масла на пробой.
46. Полный анализ трансформаторного масла.
47. Хроматографический анализ газов, растворенных в масле.
48. Оценка состояния и испытание изоляции трансформаторов.

5.2.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Критерии оценки защиты лабораторных работ:

Оценка	Критерий оценки
«отлично»	Правильное оформление отчета, корректность всех результатов расчетов (опытов). Полный и правильный ответ на контрольные вопросы.
«хорошо»	Несущественные недочеты в оформлении отчета и/или результатах расчетов (опытов). При ответе на контрольные вопросы допущены небольшие неточности.
«удовлетворительно»	Недочеты в оформлении отчета и/или результатах расчетов (опытов). Ответ на контрольные вопросы неполный, допущены неточности и неправильные формулировки в ответе.
«неудовлетворительно»	Наличие существенных недочетов в отчете. Отсутствие ответа на контрольные вопросы или допущение существенных ошибок при ответе.

5.2.3.2. Промежуточная аттестация

Критерии оценки защиты курсового проекта и экзамена:

Оценка	Критерий оценки
--------	-----------------

«отлично»	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
«удовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
«неудовлетворительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.