

Министерство науки и высшего образования РФ

Хакасский технический институт – филиал федерального государственного  
автономного образовательного учреждения высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОГЛАСОВАНО  
Заведующий кафедрой ЭЭ



подпись

А. В. Коловский

инициалы, фамилия

«31» августа 2022 г.

Кафедра Электроэнергетики  
полное наименование кафедры, реализующей ОП

### ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине (модулю) Б2.О.14 Электрические машины  
(индекс и наименование практики в соответствии с ФГОС ВО и учебным планом)

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
(код и наименование направления подготовки)

Направленность 13.03.02.07 Электроснабжение  
(код и наименование направленности)

Абакан 2022

# 1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы, описание показателей и критериев оценивания компетенций

Курс	Семестр	Код и содержание компетенции	Результаты обучения (компоненты компетенции)	Оценочные средства
2	3 (экзамен), 4 (курсовой проект, экзамен)	ОПК-4. Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин.	Знать методы анализа и моделирования электрических цепей	Вопросы для подготовки к экзамену
			Уметь использовать методы анализа и моделирования электрических цепей	ОС-1
			Владеть методами моделирования электрических цепей и электрических машин	Индивидуальные задания на курсовой проект

**2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки владений, умений. Знаний, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы с описанием шкал оценивания и методическими материалами, определяющими процедуру оценивания**

## 2.1 Оценочные средства для текущего контроля.

Текущий контроль знаний необходим для проверки усвоения учебного материала и его закрепления. Контроль следует проводить на протяжении всего периода изучения дисциплины. Текущий контроль осуществляется на контрольной неделе и на практических занятиях.

### Оценочное средство 1(ОС-1) – Вопросы для собеседования

Опрос проводится в течение 5 минут. Основная задача опроса – оценить знания студентов в области методик и технических средств эксплуатационных испытаний и диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования.

#### **Вопросы для собеседования:**

1. Принцип работы трансформатора.
2. Что такое коэффициент трансформации?
3. Какой трансформатор называется понижающим?
4. Какой трансформатор называется повышающим?
5. Какая обмотка трансформатора называется обмоткой высшего напряжения (ВН)?
6. Как трансформатор обозначается на схемах?
7. Как реализуется режим холостого хода трансформатора?
8. Как проводится опыт холостого хода трансформатора?
9. Нарисуйте графики типовых характеристик холостого хода.
10. Перечислите основные детали и узлы из которых состоит асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором.
11. Перечислите виды пазов статора асинхронного двигателя.
12. Устройство обмотки короткозамкнутого ротора асинхронного двигателя.
13. Какие бывают формы пазов обмотки короткозамкнутого ротора асинхронного двигателя?
14. Почему магнитопроводы машин переменного тока (в том числе магнитопроводы роторов асинхронных двигателей) выполняются шихтованными?
15. Как влияет изменение напряжения на энергетические показатели двигателя?
16. Как влияет изменение частоты на энергетические показатели двигателя?
17. Как работает асинхронный двигатель при несимметрии сопротивлений фаз ротора?
18. Как влияет несимметрия питающего напряжения на работу асинхронного двигателя?
19. Каковы особенности работы трехфазного асинхронного двигателя при несинусоидальном питающем напряжении?
20. . Каковы достоинства и недостатки однофазных асинхронных двигателей?

21. Какие способы пуска однофазных асинхронных двигателей находят применение?
22. Каковы особенности конструкции однофазных асинхронных двигателей?
23. Почему в однофазных асинхронных двигателях начальный пусковой момент равен нулю?
24. Почему в однофазных асинхронных двигателях энергетические показатели хуже показателей в трёхфазных?
25. Какими способами можно регулировать частоту вращения асинхронного двигателя?
26. По каким законам регулируют частоту тока и питающее напряжение при частотном регулировании асинхронных двигателей?
27. Как влияет несинусоидальность питающего напряжения на энергетические показатели частотно-регулируемого двигателя?
28. Как устроены многоскоростные двигатели?
29. Как изменяется механическая характеристика двигателя при включении в цепь ротора реостата и при изменении питающего напряжения?
30. Каковы недостатки способа прямого пуска асинхронного двигателя?
31. Для чего применяют пуск двигателя с короткозамкнутым ротором при пониженном напряжении и изменяется ли при этом пусковой момент?
32. Какими способами понижают напряжение при пуске?
33. Для чего при пуске двигателя с фазным ротором в цепь обмотки ротора включают реостат?
34. Какова кратность пускового тока?
35. Каковы кратности пускового и максимального моментов асинхронного двигателя?
36. Для чего обмотки машин переменного тока распределяют по пазам?
37. Докажите, что число катушек в катушечной группе равно числу пазов на полюс и фазу.
38. Что представляют собой полюсное деление, зубцовое деление и шаг обмотки?
39. Что такое электрический градус?
40. Почему обмотки электрических машин переменного тока чаще всего делают двухслойными? Каково назначение укорочения шага? Сравните двухслойные обмотки с однослойными.
41. Каковы составляющие потока рассеяния обмотки, лежащей в пазах?
42. Что такое коэффициент заполнения паза?
43. При каких условиях многофазная обмотка электрической машины создает вращающееся магнитное поле?
44. От чего зависит скорость вращения магнитного поля в машине переменного тока?
45. Что такое обмоточный коэффициент, каковы его составляющие и что они учитывают?
46. От чего зависит обмоточный коэффициент в машине переменного тока? Напишите соответствующую формулу.
47. Каковы причины появления высших пространственных гармоник магнитного поля в машинах переменного тока?
48. Чем высшие пространственные гармоники магнитного поля отличаются от основной гармоники?
49. Назовите все способы борьбы с высшими гармониками магнитного поля в машинах переменного тока?
50. Как пульсирующую пространственную волну МДС представить в виде суммы двух волн, вращающихся в противоположные стороны?
51. Поясните принцип действия асинхронного двигателя.
52. Что такое скольжение и почему двигатель называется асинхронным?
53. Как осуществляется разделение потерь холостого хода на составляющие?
54. Для чего вращающийся ротор асинхронного двигателя заменяют неподвижным и как это делается?
55. Чем формулы приведения переменных и параметров ротора отличаются от формул приведения вторичной обмотки трансформатора?
56. Нарисуйте схему замещения асинхронной машины и назовите ее параметры.

57. Назовите все потери мощности в асинхронном двигателе и причины их возникновения.
58. Как потери в обмотке ротора асинхронной машины зависят от скольжения и почему работа асинхронного двигателя при больших скольжениях неэкономична?
59. Почему с увеличением воздушного зазора между статором и ротором асинхронного двигателя возрастает его намагничивающий ток и снижается  $\cos \varphi_1$ ?
60. Как зависит электромагнитный момент асинхронной машины от магнитного потока и тока ротора?
61. От каких параметров зависят максимальный момент асинхронного двигателя и критическое скольжение?
62. Как построить механическую характеристику по каталожным данным?
63. Каковы характерные точки механической характеристики?
64. Как момент асинхронного двигателя зависит от напряжения питания, активного сопротивления цепи ротора, индуктивных сопротивлений обмоток статора и ротора?
65. Что такое критическое скольжение асинхронного двигателя и чем определяется его значение?
66. Синхронный явнополюсный двигатель работает на холостом ходу. Как изменится частота вращения ротора двигателя при обрыве цепи возбуждения?
67. С какой целью понижается напряжение при асинхронном пуске крупных синхронных двигателей?
68. Каким образом осуществляют синхронизацию синхронного двигателя при асинхронном пуске после достижения его ротором подсинхронной скорости?
69. Почему при асинхронном пуске синхронного двигателя его обмотку возбуждения замыкают на сопротивление, в 6 – 10 раз большее сопротивления обмотки возбуждения

#### **Критерии оценивания:**

- собеседование считается пройденным, если обучающийся ответил на вопросы.

В случае отсутствия правильных ответов, необходимо выполнить повторное собеседование.

#### **2.2 Оценочные средства для промежуточной аттестации**

Учебным планом изучения дисциплины предусмотрена сдача экзамена в 3 семестре, защита курсового проекта и сдача экзамена в 4 семестре.

### **1. ЗАДАНИЯ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ**

Выполнение курсового проекта имеет целью закрепления и углубления знаний студентов в части проектирования трансформатора, а также формирование у них соответствующих умений и навыков.

*Обязательные разделы расчетно-пояснительной записки:*

#### **ВВЕДЕНИЕ**

#### **1. ВЫБОР ОСНОВНЫХ РАЗМЕРОВ ТРАНСФОРМАТОРА**

Расчет основных электрических величин трансформатора

1.1. Определение размеров главной изоляции обмоток....

1.2. Выбор материала магнитной системы

1.3. Определение основных размеров трансформатора ....

#### **2. РАСЧЕТ ОБМОТОК**

2.1. Выбор материала и конструкции обмоток .....

2.2. Расчет обмотки НН

2.3. Расчет обмоток ВН

#### **3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ**

- 3.1. Расчет потерь короткого замыкания
- 3.2. Расчет напряжения короткого замыкания .....
- 3.3. Проверка обмоток трансформатора на механическую прочность при коротком замыкании
- 4. РАСЧЕТ МАГНИТНОЙ СИСТЕМЫ ТРАНСФОРМАТОРА
  - 4.1. Определение размеров и массы магнитной системы
  - 4.2. Определение потерь холостого хода трансформатора
  - 4.3. Определение тока холостого хода трансформатора
- 5. ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ ТРАНСФОРМАТОРА .....
- 5.1. Вводные замечания
- 5.2. Тепловой расчет обмоток
- 5.3. Тепловой расчет бака трансформатора
- 5.4. Окончательный расчет превышений температуры

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Список использованных источников.

*Графическая часть:*

Графическая часть должна быть выполнена в объеме трёх листов формата А1:

Лист 1 (А1) – Общий вид трансформатора.

Лист 2 (А1) – магнитопровод трансформатора.

Лист 3 (А1) – чертежи изоляторов вводов, схема регулировочных ответвлений.

Пояснительная записка и чертежи должны удовлетворять требованиям стандарта СТУ 7.5-07-2021.

В отдельных случаях студентам, проявившим склонность к научно-исследовательской работе, может быть рекомендована, в рамках курсового проектирования, выдача заданий по НИРС. Темы курсовых проектов утверждаются на заседании кафедры.

#### Критерии оценки курсового проекта

- **«ОТЛИЧНО»** выставляется обучающемуся, если:

1. Пояснительная записка и чертежи оформлены в соответствии с СТУ 7.5-07-2021
2. Полностью раскрыта тема индивидуального задания
3. Курсовой проект выполнен в полном объеме
4. Структура курсового проекта соответствует требуемой
5. Защита курсового проекта без замечаний

- **«ХОРОШО»** выставляется обучающемуся, если:

1. Курсовой проект оформлен в соответствии с СТУ 7.5-07-2021
2. Присутствуют ошибки при формировании проекта, которые незначительно влияют на результаты
3. Курсовой проект выполнен в стандартном объеме
4. Структура курсового проекта соответствует требуемой
5. При раскрытии темы индивидуального задания имеются несерьезные ошибки
6. При защите продемонстрировано недостаточное понимание темы индивидуального задания, имеются неточности в ответах

- **«УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО»** выставляется обучающемуся, если:

1. Курсовой проект оформлен в соответствии с СТУ 7.5-07-2021, имеются некоторые неточности
2. Присутствуют грубые ошибки в разделах курсового проекта
3. Курсовой проект выполнен в минимально допустимом объеме
4. Структура курсового проекта соответствует требуемой
5. При раскрытии темы индивидуального задания имеются ошибки

6. При защите продемонстрировано недостаточное понимание темы индивидуального задания, имеются серьёзные ошибки в ответах

- «**НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО**» выставляется обучающемуся, если:

1. Оформление курсового проекта не соответствует СТУ 7.5-07-2021
2. Тема индивидуального задания не соответствует выданной преподавателем
3. Не учтены требования к структуре курсового проекта
- 4.

## 2. ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ ЗА 3 СЕМЕСТР

1. Роль электрических машин в современной технике.
2. Конструкция трансформаторов: устройство магнитопроводов.
3. Конструкция обмоток трансформаторов. Цилиндрические обмотки, винтовые, непрерывные катушечные спиральные.
4. Конструкция бака, расширителя, выхлопной трубы, термосифонного фильтра.
5. Уравнения ЭДС и МДС трансформатора.
6. Уравнение ЭДС и МДС трансформатора при синусоидальных напряжениях и токах.
7. Приведённый трансформатор. Приведенная ЭДС  $E_2'$ . Приведённый вторичный ток  $I_2'$ , приведенные сопротивления.
8. Схема замещения трансформатора.
9. Холостой ход однофазного трансформатора. Простейший трансформатор.
10. Опыт холостого хода однофазного трансформатора.
11. Короткое замыкание трансформатора. Уравнение ЭДС и МДС при коротком замыкании. Схема замещения, треугольник короткого замыкания.
12. Опыт короткого замыкания трансформатора.
13. Трёхфазные трансформаторы. Схемы и группы соединения обмоток трёхфазных трансформаторов. Определение группы соединений опытным путём методом вольтметра.
14. Холостой ход трансформатора при соединении  $Y/Y_0$ .
15. Холостой ход трансформатора при соединении  $\Delta/Y$  и  $Y/\Delta$ .
16. Простейший трансформатор. Работа трансформатора под нагрузкой. Упрощенная векторная диаграмма.
17. Векторная диаграмма действительного трансформатора при нагрузке.
18. Определение изменения вторичного напряжения  $\Delta U$  трансформатора.
19. Коэффициент полезного действия трансформатора
20. Несимметричные режимы работы трехфазных трансформаторов. Метод симметричных составляющих.
21. Однофазное короткое замыкание трансформатора при соединении обмоток  $Y/Y_0$ .
22. Параллельная работа трансформаторов. Условия включения трансформаторов на параллельную работу.
23. Параллельная работа трансформаторов при разных коэффициентах трансформации при холостом ходе и под нагрузкой.
24. Переходные режимы трансформаторов. Ток включения.
25. Внезапное короткое замыкание трансформатора.
26. Перенапряжения в трансформаторах.
27. Специальные типы трансформаторов.
28. Законы электромеханики.
29. Конструкция асинхронных машин.
30. Устройство обмоток электрических машин переменного тока.
31. Круговые диаграммы асинхронного двигателя. Обоснование круговых диаграмм.
32. ЭДС обмотки переменного тока с полным шагом, с сокращённым шагом, распределенной обмотки.
33. Магнитодвижущая сила обмоток переменного тока. МДС однофазной обмотки.
34. МДС трехфазной обмотки асинхронного двигателя.
35. Принцип действия асинхронного двигателя.
36. Асинхронная машина при неподвижном роторе. Индукционный регулятор.

37. Асинхронная машина при вращающемся роторе
38. Приведение асинхронной машины с вращающимся ротором к машине с неподвижным ротором.
39. Энергетическая диаграмма асинхронного двигателя.
40. Уравнение ЭДС и МДС асинхронной машины.
41. Уравнение ЭДС и МДС асинхронной машины с приведённой обмоткой ротора
42. Векторная диаграмма асинхронной машины.
43. Т- схема замещения асинхронной машины.
44. Г- схема замещения асинхронной машины.
45. Электромагнитный момент асинхронной машины.
46. Максимальный электромагнитный момент асинхронной машины, пусковой момент.
47. Относительный момент асинхронной машины. Формула Клосса.
48. Паразитные моменты асинхронного двигателя.
49. Рабочие характеристики асинхронного двигателя.
50. Способы пуска трёхфазных асинхронных двигателей.
51. Асинхронные двигатели с улучшенными пусковыми свойствами. Двигатели с глубоким пазом.
52. Асинхронный двигатель с двойной клеткой.
53. Регулирование частоты вращения асинхронных двигателей.
54. Однофазные асинхронные двигатели.
55. Тормозные характеристики асинхронных двигателей.

### 3. ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ ЗА 4 СЕМЕСТР

1. Конструкция синхронных машин с явнополюсным и неявнополюсным ротором.
2. Охлаждение синхронных машин. Непосредственная система охлаждения.
3. Системы возбуждения синхронных машин.
4. Реакция якоря в явнополюсном синхронном генераторе.
5. Векторная диаграмма явнополюсного синхронного генератора.
6. Характеристики синхронного генератора.
7. Энергетическая диаграмма синхронного генератора.
8. Параллельная работа синхронных генераторов. Условия включения генератора на параллельную работу с сетью.
9. Режимы параллельной работы синхронной машины с сетью (компенсатор, генератор, двигатель).
10. Угловая характеристика синхронного генератора.
11. V -образные характеристики синхронного генератора.
12. Асинхронные режимы синхронных машин.
13. Качания синхронных машин.
14. Несимметричные режимы работы синхронного генератора. Однофазное к.з. Векторная диаграмма с.г. при однофазном к. з.
15. Двухфазное к. з. синхронного генератора. Векторная диаграмма.
16. Внезапное к.з. синхронного генератора при  $\psi_{a0} = 0$ .
17. Внезапное к. з. синхронного генератора при  $\psi_{a0} = \psi_{\max}$ .
18. Синхронный компенсатор.
19. Синхронный двигатель. Особенности конструкции. Способы пуска.
20. Достоинства и недостатки синхронного двигателя.
21. Рабочие характеристики синхронного двигателя.
22. Векторная диаграмма синхронного двигателя.
23. Конструкция машин постоянного тока.
24. ЭДС обмотки якоря машины постоянного тока.
25. Реакция якоря в генераторе при положении щеток на геометрической нейтрали.
26. Магнитная цепь машины постоянного тока. Метод расчета магнитной цепи.
27. Количественный учёт влияния поперечной реакции якоря.
28. Коммутация машин постоянного тока. Уравнение коммутации.

29. Классическая теория коммутации. Замедленная и ускоренная коммутации.
30. Методы улучшения коммутации машин постоянного тока.
31. Настройка и наладка коммутации. Метод подпитки добавочных полюсов.
32. Генераторы постоянного тока. Классификация генераторов по способам возбуждения.

Уравнение ЭДС генератора.

33. Энергетическая диаграмма генераторов постоянного тока.
34. Характеристики генератора независимого возбуждения.
35. Условия самовозбуждения генератора параллельного возбуждения. Характеристики.
36. Параллельная работа генераторов. Условия включения, перевод нагрузки.
37. Двигатели постоянного тока. Способы пуска двигателя.
38. Уравнение ЭДС двигателей постоянного тока.
39. Электромагнитный момент двигателя постоянного тока.
40. Способы пуска двигателя параллельного возбуждения.
41. Рабочие характеристики двигателя параллельного возбуждения.
42. Регулирование частоты вращения двигателя параллельного возбуждения
43. Двигатель последовательного возбуждения.
44. Регулирование частоты вращения двигателя последовательного возбуждения.
45. Торможение двигателей постоянного тока,
46. Специальные машины постоянного тока.

### Критерии для выставления экзамена

– **«ОТЛИЧНО»** выставляется обучающемуся, овладевшему элементами компетенции, проявившему всесторонние и глубокие знания программного материала по дисциплине, освоившему основную и дополнительную литературу, обнаружившему творческие способности в понимании, изложении и практическом использовании усвоенных знаний.

– **«ХОРОШО»** выставляется обучающемуся, овладевшему элементами компетенции, проявившему полное знание программного материала по дисциплине, освоившему основную рекомендованную литературу, обнаружившему стабильный характер знаний и умений и способному к их самостоятельному применению и обновлению в ходе последующего обучения и практической деятельности.

– **«УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО»** выставляется обучающемуся, овладевшему элементами компетенции в объеме, необходимом для последующего обучения и предстоящей практической деятельности, знакомому с основной рекомендованной литературой, допустившему неточности в ответе, но в основном обладающему необходимыми знаниями для их устранения при корректировке со стороны экзаменатора.

– **«НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО»** выставляется обучающемуся, не овладевшему ни одним из элементов компетенции, т.е. обнаружившему существенные пробелы в знании основного программного материала по дисциплине, допустившему принципиальные ошибки при применении теоретических знаний, которые не позволяют ему продолжить обучение или приступить к практической деятельности без дополнительной подготовки по данной дисциплине.

### 3. ПРОЦЕДУРА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Сдача экзамена производится по расписанию экзаменационной сессии. На экзамене обучающемуся следует подробно и аргументировано изложить ответы на поставленные преподавателем вопросы и предоставить решение задачи. Обучающийся должен быть готов и к дополнительным (уточняющим) вопросам, которые может задать преподаватель. Также учитывается активность обучающегося в течение всего семестра и степень освоения изучаемого материала. Результаты экзамена (оценка) вносятся в аттестационную ведомость, а также в зачетную книжку.

Оценка по курсовому проекту выставляется на основании результатов защиты на комиссии обучающимся при непосредственном участии руководителя курсового проектирования с возможным присутствием других обучающихся из учебной группы и преподавателей кафедры. Результаты защиты (оценка) вносятся в аттестационную ведомость курсового проекта, а также в зачетную книжку с указанием темы курсового проекта.



Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических возможностей (подбираются индивидуально в зависимости от возможностей здоровья студента):

Категории студентов	Виды оценочных средств	Форма контроля и оценки результатов обучения
С нарушением слуха	Курсовой проект, контрольные вопросы для экзамена	Преимущественно письменная проверка
С нарушением зрения	Контрольные вопросы для экзамена, курсовой проект (в ограниченном объеме)	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушением опорно-двигательного аппарата	Контрольные вопросы для экзамена, курсовой проект	Письменная проверка

Разработчик



подпись

А. С. Торопов

инициалы, фамилия