

Минобрнауки России

Бузулукский гуманитарно-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования

**Оренбургский государственный университет»**

Кафедра общепрофессиональных и технических дисциплин

**Фонд**  
**оценочных средств**  
по дисциплине «*Электрические машины*»

Уровень высшего образования  
БАКАЛАВРИАТ  
Направление подготовки  
44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)  
(код и наименование направления подготовки)

Энергетика  
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация  
бакалавр  
Формы обучения  
заочная

Год набора 2023

Фонд оценочных средств предназначен для контроля знаний обучающихся по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям) по дисциплине «Электрические машины».

Фонд оценочных средств рассмотрен и утвержден на заседании кафедры

общепрофессиональных и технических дисциплин

*наименование кафедры*

протокол № 6 от 10.02.2023 г.

Заведующий кафедрой

*наименование факультета*



*подпись*

Д.А. Дрючин

*расшифровка подписи*

*Исполнитель:*

ст. преподаватель



А.В. Сидоров

## Раздел 1. Перечень компетенций, с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

| Формируемые компетенции   | Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций   | Виды оценочных средств/<br>шифр раздела в данном документе  |
|---|---|---|
| УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач   | <b>Знать:</b><br>– основы познания и логического мышления, методы научного познания, в том числе методы системного анализа  | <b>Блок А</b> – задания репродуктивного уровня<br>А.0 Фонд тестовых заданий по дисциплине<br>А.1 Вопросы для опроса   |
|   | <b>Уметь:</b><br>– применять философские основы познания и логического мышления, методы научного познания, в том числе методы системного анализа, для решения поставленных задач;<br>– осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников | <b>Блок В</b> – задания реконструктивного уровня<br>В.0 Варианты заданий на выполнение контрольной работы<br>В.1 Типовые задачи<br>В.2 Варианты заданий на практические занятия / заданий для выполнения лабораторных работ |
|   | <b>Владеть:</b><br>– навыками применения системного подхода для решения поставленных задач  | <b>Блок С</b> – задания практико-ориентированного и / или исследовательского уровня<br>С.0 Перечень дискуссионных тем для проведения круглого стола<br>С.1 Задания повышенной трудности                                     |
| ПК*-3 Способен применять методы и технические средства эксплуатационных испытаний и диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования и использовать свойства электротехнических материалов | <b>Знать:</b><br>– области применения, свойства, характеристики и методы исследования электротехнических материалов   | <b>Блок А</b> – задания репродуктивного уровня<br>А.0 Фонд тестовых заданий по дисциплине<br>А.1 Вопросы для опроса   |
|   | <b>Уметь:</b><br>– применять методы и технические средства эксплуатационных испытаний и диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования и использовать свойства электротехнических материалов   | <b>Блок В</b> – задания реконструктивного уровня<br>В.0 Варианты заданий на выполнение контрольной работы<br>В.1 Типовые задачи<br>В.2 Варианты заданий на практические занятия / заданий для выполнения                    |

| Формируемые компетенции  | Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций   | Виды оценочных средств/<br>шифр раздела в данном документе   |
|--|---|--|
|  | <p><b><u>Владеть:</u></b><br/>– навыками применения методов и технических средств эксплуатационных испытаний и диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования для использования в области профессиональной деятельности</p>  | <p>лабораторных работ</p> <p><b>Блок С</b> – задания практико-ориентированного и / или исследовательского уровня</p> <p>С.0 Перечень дискуссионных тем для проведения круглого стола</p> <p>С.1 Задания повышенной трудности</p>   |
| <p>ПК*-7 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин и работать с электроизмерительными приборами</p> | <p><b><u>Знать:</u></b><br/>– режимы работы трансформаторов и электрических машин различных типов</p> <p><b><u>Уметь:</u></b><br/>– использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин и работать с электроизмерительными приборами</p> <p><b><u>Владеть:</u></b><br/>– навыками анализа режимы работы трансформаторов и электрических машин различных типов</p> | <p><b>Блок А</b> – задания репродуктивного уровня</p> <p>А.0 Фонд тестовых заданий по дисциплине</p> <p>А.1 Вопросы для опроса</p> <p><b>Блок В</b> – задания реконструктивного уровня</p> <p>В.0 Варианты заданий на выполнение контрольной работы</p> <p>В.1 Типовые задачи</p> <p>В.2 Варианты заданий на практические занятия / заданий для выполнения лабораторных работ</p> <p><b>Блок С</b> – задания практико-ориентированного и / или исследовательского уровня</p> <p>С.0 Перечень дискуссионных тем для проведения круглого стола</p> <p>С.1 Задания повышенной трудности</p> |



7. На каком законе электротехники основан принцип действия трансформатора?

- На законе электромагнитных сил.
- На законе Ома.
- На законе электромагнитной индукции.
- На первом законе Кирхгофа.
- На втором законе Кирхгофа.

8. Что произойдет с трансформатором, если его включить в сеть постоянного напряжения той же величины?

- Ничего не произойдет.
- Может сгореть.
- Уменьшится основной магнитный поток.
- Уменьшится магнитный поток рассеяния первичной обмотки

9. Что преобразует трансформатор?

- Величину тока.
- Величину напряжения.
- Частоту.
- Величины тока и напряжения.

10. Как передается электрическая энергия из первичной обмотки автотрансформатора во вторичную?

- Электрическим путем.
- Электромагнитным путем.
- Электрическим и электромагнитным путем.
- Как в обычном трансформаторе.

11. Какой магнитный поток в трансформаторе является переносчиком электрической энергии?

- Магнитный поток рассеяния первичной обмотки.
- Магнитный поток рассеяния вторичной обмотки.
- Магнитный поток вторичной обмотки.
- Магнитный поток сердечника.

12. На что влияет ЭДС самоиндукции первичной обмотки трансформатора?

- Увеличивает активное сопротивление первичной обмотки.
- Уменьшает активное сопротивление первичной обмотки.
- Уменьшает ток первичной обмотки трансформатора.
- Увеличивает ток вторичной обмотки трансформатора.
- Увеличивает ток первичной обмотки трансформатора.

13. На что влияет ЭДС самоиндукции вторичной обмотки трансформатора?

- Увеличивает активное сопротивление вторичной обмотки.

Уменьшает активное сопротивление вторичной обмотки.  
 Уменьшает ток вторичной обмотки трансформатора.  
 Увеличивает ток первичной обмотки трансформатора.  
 Уменьшает индуктивное сопротивление вторичной обмотки трансформатора.

14. Какова роль ЭДС взаимоиндукции вторичной обмотки трансформатора?

Является источником ЭДС для вторичной цепи.  
 Уменьшает ток первичной обмотки.  
 Уменьшает ток вторичной обмотки.  
 Увеличивает магнитный поток трансформатора.

15. Выберите формулу закона электромагнитной индукции

$$1) e = W \cdot \frac{d\Phi}{dt} \quad 2) e = -W \cdot \frac{d\Phi}{dt} \quad 3) e = \frac{1}{W} \cdot \frac{d\Phi}{dt}$$

$$4) e = -W \cdot \frac{d\Phi}{dt} \quad 5) e = -\frac{1}{W} \cdot \frac{d\Phi}{dt}$$

16. Выберите правильное написание действующего значения ЭДС вторичной обмотки трансформатора.

$$1) E_2 = 1,11 \cdot W_2 \cdot f \cdot \Phi_m \quad 2) E_2 = 2,22 \cdot f \cdot \Phi_m / W_2$$

$$3) E_2 = 3,33 \cdot W_2 \cdot f \cdot \Phi_m \quad 4) E_2 = 4,44 \cdot W_2 \cdot f \cdot \Phi_m$$

$$E_2 = 4,44 \cdot W_2 \cdot f / \Phi_m$$

17. Как соотносятся по величине напряжение короткого замыкания  $U_{1К}$  и номинальное  $U_{1Н}$  в трансформаторах средней мощности?

$$1) U_{1К} \approx 0,05 \cdot U_{1Н} \quad 2) U_{1К} \approx 0,5 \cdot U_{1Н} \quad 3) U_{1К} \approx 0,6 \cdot U_{1Н}$$

$$4) U_{1К} \approx 0,75 \cdot U_{1Н} \quad 5) U_{1К} \approx U_{1Н}$$

18. Какие параметры Т-образной схемы замещения трансформатора определяются из опыта холостого хода?

$$1) r_0, r_1 \quad 2) X_0, r_1 \quad 3) r'_2, X'_2$$

$$4) r_0, X_0 \quad 5) r_1, X_1$$

19. Когда трансформатор имеет максимальное значение КПД?

$$1) P_{ст} = 0, P_{обм} \neq 0 \quad 2) P_{ст} \neq 0, P_{обм} = 0$$

$$P = 0$$

$$3) P_{ст} = 0, P_{обм} \neq 0 \quad 4) P_{ст} \approx P_{обм}$$

20. Выберите режим холостого хода трансформатора.

$$1) U_1 = U_{1Н}, I_1 \neq 0, U_2 \neq 0, I_2 = 0$$

$$2) U_1 = U_{1Н}, I_1 \neq 0, U_2 \neq 0, I_2 \neq 0$$

$$3) U_1 = U_{1Н}, I_1 \neq 0, U_2 = 0, I_2 \neq 0$$

$$4) U_1 = U_{1Н}, I_1 = 0, U_2 \neq 0, I_2 = 0$$

5)  $U_1 = U_{1н}, I_1 = 0, U_2 = 0, I_2 = 0$

21. Какие из ниже перечисленных величин определяются из опыта короткого замыкания трансформатора?

1.  $I_0, I_{1к}$                       2.  $I_{1к}, P_{ст}$                       3.  $U_{1к}, P_{обм}$                       4.  $I_0, P_{ст}$

22. Выберите режим нагрузки трансформатора.

1)  $U_1 = U_{1н}, I_1 \neq 0, U_2 \neq 0, I_2 = 0$

2)  $U_1 = U_{1н}, I_1 \neq 0, U_2 \neq 0, I_2 \neq 0$

3)  $U_1 = U_{1н}, I_1 \neq 0, U_2 = 0, I_2 \neq 0$

4)  $U_1 = U_{1н}, I_1 = 0, U_2 \neq 0, I_2 = 0$

5)  $U_1 = U_{1н}, I_1 = 0, U_2 = 0, I_2 = 0$

23. Какие параметры T-образной схемы замещения трансформатора определяются из опыта короткого замыкания?

- 1)  $r_0, r_1$                       2)  $X_0, r'_2$                       3)  $r'_2, X'_2$                       4)  $r_0, X_0$

24. Что произойдет с током первичной обмотки трансформатора, если на-грузку трансформатора увеличится?

- 1) Не изменится.                      2) Увеличится.  
3) Уменьшится.                      4) Станет равным нулю.

25. Выберите режим короткого замыкания трансформатора.

1)  $U_1 = U_{1н}, I_1 \neq 0, U_2 \neq 0, I_2 = 0$

2)  $U_1 = U_{1н}, I_1 \neq 0, U_2 \neq 0, I_2 \neq 0$

3)  $U_1 = U_{1н}, I_1 \neq 0, U_2 = 0, I_2 \neq 0$

4)  $U_1 = U_{1н}, I_1 = 0, U_2 \neq 0, I_2 = 0$

5)  $U_1 = U_{1н}, I_1 = 0, U_2 = 0, I_2 = 0$

26. Какие из ниже перечисленных величин определяются из опыта холостого хода?

- 1)  $I_0, I_{1к}$                       2)  $I_{1к}, P_{ст}$                       3)  $U_{1к}, P_{обм}$                       4)  $I_0, P_{ст}$

27. Как соотносятся по величине токи холостого хода  $I_0$  и номинальный  $I_{1н}$  в трансформаторах средней мощности?

1)  $I_0 \approx 0,05I_{1н}$                       2)  $I_0 \approx 0,5I_{1н}$                       3)  $I_0 \approx 0,6I_{1н}$

4)  $I_0 \approx 0,7I_{1н}$                       5)  $I_0 \approx 0,8I_{1н}$

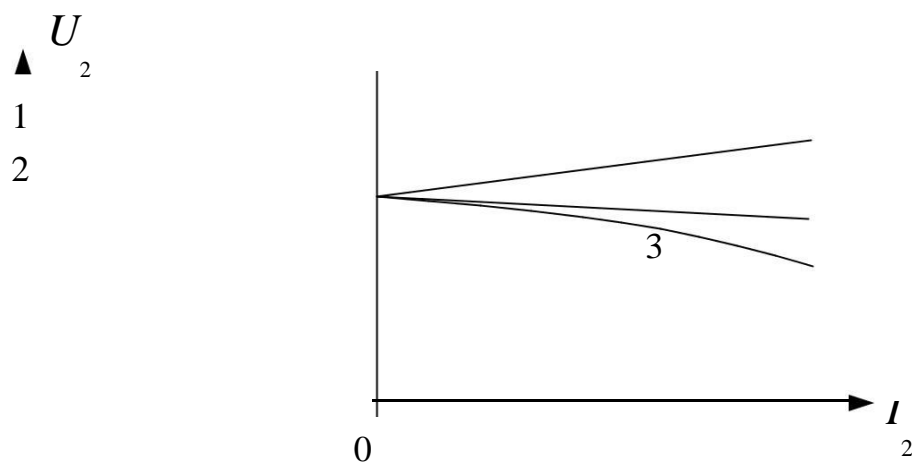
28. Какой режим работы соответствует опыту холостого хода трансформатора?

1)  $U_1 = U_{1н}, I_1 \neq 0, U_2 \neq 0, I_2 = 0$



- 2)  $U_1 = U_{1н}, I_1 \neq 0, U_2 \neq 0, I_2 \neq 0$
- 3)  $U_1 = U_{1к}, I_1 = I_{1н}, U_2 = 0, I_2 = I_{2н}$
- 4)  $U_1 = U_{1н}, I_1 = 0, U_2 \neq 0, I_2 = 0$
- 5)  $U_1 = U_{1н}, I_1 = 0, U_2 = 0, I_2 = 0$

29. На рисунке показаны внешние характеристики однофазного трансформатора для различных видов нагрузки. Выберите комбинацию характеристик, которая соответствует следующей последовательности: активной, активно-индуктивной и активно-емкостной нагрузкам.



- |            |            |            |
|------------|------------|------------|
| 1) 1, 2, 3 | 2) 1, 3, 2 | 3) 2, 1, 3 |
| 4) 3, 1, 2 | 5) 2, 3, 1 |            |

30. Какой режим работы соответствует опыту короткого замыкания трансформатора?

- 1)  $U_1 = U_{1н}, I_1 \neq 0, U_2 \neq 0, I_2 = 0$
- 2)  $U_1 = U_{1н}, I_1 \neq 0, U_2 \neq 0, I_2 \neq 0$
- 3)  $U_1 = U_{1к}, I_1 = I_{1н}, U_2 = 0, I_2 = I_{2н}$
- 4)  $U_1 = U_{1к}, I_1 = 0, U_2 \neq 0, I_2 = 0$
- 5)  $U_1 = U_{1к}, I_1 = I_{1н}, U_2 = 0, I_2 = 0$

31. Выберите правильное написание уравнения баланса напряжения для первичной обмотки трансформатора.

- 1)  $U_1 = -E_1 - I_1 \cdot r_1 + I_1 \cdot j \cdot X_1$
- 2)  $U_1 = E_1 - I_1 \cdot r_1 - I_1 \cdot j \cdot X_1$
- 3)  $U_1 = -E_1 + I_1 \cdot r_1 + I_1 \cdot j \cdot X_1$
- 4)  $U_1 = -E_1 + I_1 \cdot r_1 - I_1 \cdot j \cdot X_1$
- 5)  $U_1 = E_1 + I_1 \cdot r_1 - I_1 \cdot j \cdot X_1$

32. Выберите правильное написание уравнения внешней характеристики трансформатора.

$$U'_2 = U_{1H} - I'_2 \cdot r_K \cdot \cos\phi_2 + I'_2 \cdot X_K \cdot \sin\phi_2$$

$$U'_2 = U_{1H} + I'_2 \cdot r_K \cdot \cos\phi_2 - I'_2 \cdot X_K \cdot \sin\phi_2$$

$$U'_2 = U_{1H} + I'_2 \cdot r_K \cdot \cos\phi_2 + I'_2 \cdot X_K \cdot \sin\phi_2$$

$$U'_2 = -U_{1H} + I'_2 \cdot r_K \cdot \cos\phi_2 + I'_2 \cdot X_K \cdot \sin\phi_2$$

$$U'_2 = U_{1H} - I'_2 \cdot r_K \cdot \cos\phi_2 - I'_2 \cdot X_K \cdot \sin\phi_2$$

33. Выберите правильное написание уравнение баланса ЭДС для вторичной обмотки трансформатора.

$$E'_2 = -I'_2 \cdot r_2 + I'_2 \cdot j \cdot X_2 + U'_2$$

$$E'_2 = I'_2 \cdot r_2 - I'_2 \cdot j \cdot X_2 - I'_2 \cdot z_H$$

$$E'_2 = -I'_2 \cdot r_2 - I'_2 \cdot j \cdot X_2 - I'_2 \cdot z_H$$

$$E'_2 = I'_2 \cdot r_2 + I'_2 \cdot j \cdot X_2 + U'_2$$

$$E'_2 = U'_2 - I'_2 \cdot r_2 - I'_2 \cdot j \cdot X_2$$

34. Выберите правильное написание коэффициента трансформации трансформатора.

$$1) K = \frac{W_1}{W_2} = \frac{E_1}{E_2} \approx \frac{U_1}{U_{2xx}}$$

$$2) K = \frac{W_1}{W_2} \approx \frac{E_1}{E_2} = \frac{U_1}{U_{2xx}}$$

$$3) K \approx \frac{W_1}{W_2} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{U_{2xx}}{U_1}$$

$$4) K = \frac{W_1}{W_2} \approx \frac{E_1}{E_2} \approx \frac{U_{2xx}}{U_1}$$

$$K \approx \frac{W_1}{W_2} \approx \frac{E_1}{E_2} \approx \frac{U_{2xx}}{U_1}$$

35. Выберите правильное написание уравнения баланса МДС трансформатора.

$$I_{00} \cdot W_1 = I_{11} \cdot W_1 - I_{22} \cdot W_2$$

$$I_{00} \cdot W_1 = I_{11} \cdot W_1 + I_{22} \cdot W_2$$

$$I_{11} \cdot W_1 = I_{00} \cdot W_1 + I_{22} \cdot W_2$$

$$I_{11} \cdot W_1 = I_{00} \cdot W_1 - I_{22} \cdot W_2$$

$$I_{22} \cdot W_2 = I_{00} \cdot W_1 + I_{11} \cdot W_1$$

36. В каком режиме работает измерительный трансформатор напряжения?

В режиме холостого хода.

В режиме близком к режиму холостого хода.

В номинальном режиме.

В режиме короткого замыкания.

В режиме близком к режиму короткого замыкания.

37. Что произошло с нагрузкой трансформатора, если ток первичной обмотки уменьшился?

Осталась неизменной.

Увеличилась.

Сопротивление нагрузки стало равным нулю.

38. В каком режиме работает измерительный трансформатор тока?

В режиме холостого хода.

В режиме близком к режиму холостого хода.

В номинальном режиме.

В режиме короткого замыкания.

В режиме близком к режиму короткого замыкания.

39. В трансформаторе, понижающем напряжение с 220 В до 6,3 в, можно использовать проводники сечениями  $S_1=1 \text{ мм}^2$  и  $S_2=9 \text{ мм}^2$ . Как правильно использовать провод с сечением  $S_1=1 \text{ мм}^2$ :

Только в обмотке высшего напряжения (220 В).

Только в обмотке низшего напряжения (6,3 В).

Обе обмотки намотать проводом сечением  $S_2=9 \text{ мм}^2$ .

Обе обмотки намотать проводом сечением  $S_2=1 \text{ мм}^2$ .

40. Два трансформатора одинаковой мощности  $Tr_1$  и  $Tr_2$ , подключенные к одной питающей сети переменного тока, включены параллельно и работают на общую нагрузку. Коэффициенты трансформации обоих трансформаторов одинаковы, а напряжение короткого замыкания трансформатора  $Tr_1$  больше, чем напряжение короткого замыкания трансформатора  $Tr_2$  ( $U_{1к1} > U_{1к2}$ ). Что будет происходить с трансформаторами:

Будут перегреваться оба трансформатора.

Будет перегреваться  $Tr_2$ .

Оба трансформатора будут нормально работать.

Будет перегреваться  $Tr_1$ .

В нагрузке не будет никакого тока, т.е. оба трансформатора не будут работать.

41. Первичная обмотка автотрансформатора имеет  $W_1=600$  витков, коэффициент трансформации  $K=20$ . Определить число витков вторичной обмотки  $W_2$ .

1)  $W_2=12000$ .

2)  $W_2=30$ .

3)  $W_2=580$ .

4)  $W_2=620$ .

5)  $W_2=36000$ .

42. Изменится ли магнитный поток в сердечнике трансформатора, если во вторичной обмотке ток возрос в 3 раза:

1) Увеличится в 3 раза.

2) Уменьшится в 3 раза.

3) Не изменится.

4) Уменьшится в 9 раз.

Увеличится в 9 раз

43. Для преобразования напряжения в начале и конце линии электропередачи применили трансформаторы с коэффициентом трансформации  $K_1=1/25$  и  $K_2=25$ . Как изменятся потери в линии электропередачи, если передаваемая мощность и сечение проводов остались такими же, как и до установки трансформаторов:

1) Уменьшатся в 25 раз.

2) Увеличатся в 25 раз.

3) Уменьшатся в 100 раз.

4) Увеличатся в 125 раз.

Уменьшатся в 625 раз.

44. Имеется два одинаковых трансформатора  $Tr_1$  и  $Tr_2$ . У первого трансформатора  $Tr_1$  сердечник изготовлен из листов электротехнической стали толщиной 0,35 мм, у второго  $Tr_2$  – 0,5 мм. В каком соотношении находятся их КПД  $\eta$ :

1)  $\eta_1 = \eta_2$ .

2)  $\eta_1 > \eta_2$ .

3)  $\eta_1 < \eta_2$ .

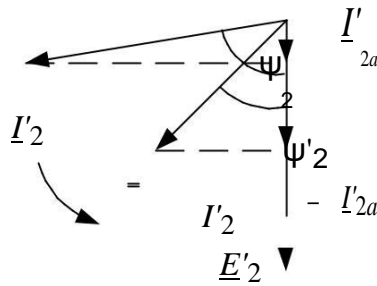
4)  $\eta_1 = 0$ .

5)  $\eta_2 = 0$ .





6. Что демонстрирует векторная диаграмма для асинхронного двигателя с фазным ротором при изменении роторного угла с  $\psi_2$  до  $\psi'_2$ ?



Введение в фазный ротор конденсатора.

Введение в фазный ротор активного сопротивления.

Введение в фазный ротор индуктивного сопротивления.

Введение в фазный ротор активно-емкостного сопротивления.

Введение в фазный ротор активно-индуктивного сопротивления.

7. Фазы ротора трехфазного асинхронного двигателя включают:

1) Параллельно.

2) Последовательно.

3) Параллельно и последовательно.

4) Звездой.

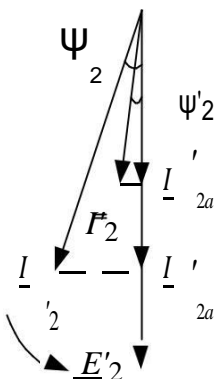
8. Фазы трехфазной статорной обмотки должны быть сдвинуты в пространстве относительно друг друга на  $\alpha$  геометрических градусов.

1)  $\alpha = \frac{30}{p}$  2)  $\alpha = \frac{60}{p}$  3)  $\alpha = \frac{90}{p}$  4)  $\alpha = \frac{120}{p}$  5)  $\alpha = \frac{180}{p}$

9. Выберите правильную формулу мощности на валу асинхронного двигателя.

1)  $P_2 = M_2 \cdot n_2$  2)  $P = \frac{M_2}{n_2}$  3)  $P_2 = \omega_2 M_2$   
 4)  $P_2 = M_2 \cdot \omega_2$  5)  $P_2 = P_{\text{мх}} - (P_{\text{тр.п}} + P_{\text{тр.в}})$

10. Что демонстрирует векторная диаграмма для асинхронного двигателя с фазным ротором при изменении роторного угла с  $\psi_2$  до  $\psi'_2$ ?



1) Уменьшение критического момента.

2) Увеличение критического момента.

3) Уменьшение номинального момента.

4) Уменьшение пускового момента.

5) Увеличение пускового момента.

11. Фазы двухфазной статорной обмотки должны быть сдвинуты в пространстве относительно друг друга на  $\alpha$  геометрических градусов:

$$1) \alpha = \frac{15}{p} \quad 2) \alpha = \frac{30}{p} \quad 3) \alpha = \frac{60}{p} \quad 4) \alpha = \frac{90}{p} \quad 5) \alpha = \frac{120}{p}$$

12. Выберите правильную формулу для потребляемой активной мощности трехфазного асинхронного двигателя.

$$1) P_1 = m_1 \cdot E'_2 \cdot I'_2 \cdot \cos \psi_2 \quad 2) P_1 = m_1 \cdot E_1 \cdot I'_2 \cdot \cos \psi_2$$

$$3) P_1 = m_1 \cdot U_1 \cdot I_1 \cdot \cos \phi_1 \quad 4) P_1 = m_1 \cdot U_1 \cdot I'_2 \cdot \cos \phi_1$$

$$P_1 = m_1 \cdot U_1 \cdot I_0 \cdot \cos \phi_1$$

13. Какие условия необходимы для образования вращающегося кругового магнитного потока в двухфазном статоре асинхронного двигателя?

Равенство МДС фаз, пространственный сдвиг фаз на 120 электрических градусов, временной сдвиг токов фаз на 1/3 периода.

Равенство МДС фаз, пространственный сдвиг фаз на 90 электрических градусов, временной сдвиг токов фаз на 1/3 периода.

Равенство МДС фаз, пространственный сдвиг фаз на 90 электрических градусов, временной сдвиг токов фаз на 1/4 периода.

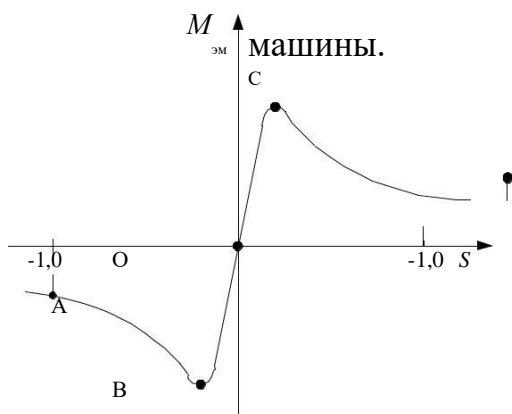
Равенство МДС фаз, пространственный сдвиг фаз на 120

электрических градусов, временной сдвиг токов фаз на 1/4 периода.

14. Какая величина называется перегрузочной способностью асинхронного двигателя?

$$1) \frac{M_H}{M_{II}} \quad 2) \frac{M_{II}}{M_H} \quad 3) \frac{M_K}{M_H} \quad 4) \frac{M_H}{M_K} \quad 5) \frac{M_K}{M_{II}}$$

15. Выберите устойчивый участок механической характеристики асинхронной



- 1) AB
- 2) OB
- 3) OC
- 4) BC
- 5) CD



16. Сумма мощности потерь асинхронного двигателя  $\Sigma P$  составляет 50% от его полезной мощности  $P_2$ . Определить КПД асинхронного двигателя  $\eta$ .

- 1)  $\eta=67\%$ .                      2)  $\eta=50\%$ .                      3)  $\eta=33\%$ .                      4)  $\eta=75\%$ .                      5)  $\eta=25\%$ .

17. Номинальная частота работы асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, питающегося от промышленной сети переменного тока,  $n_2=950$  об/мин. Определить число пар полюсов  $p$  статорной обмотки данного двигателя

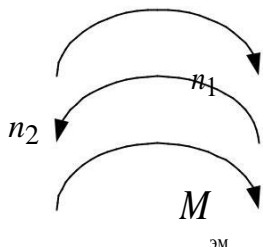
величину номинального скольжения  $S_H$ .

- $p = 1, S_H = 0,68$ .                      2)  $p = 1, S_H = 0,05$ .                      3)  $p = 2, S_H = 0,37$ .  
 $p = 2, S_H = 0,05$ .                      5)  $p = 3, S_H = 0,05$ .

18. Асинхронный двигатель с числом пар полюсов  $p = 1$ , критическим скольжением  $S_K = 0,2$  работает от промышленной сети переменного тока с нагрузкой на валу со скольжением  $S_1 = 0,1$ . Определить частоту вращения ротора  $n_2$ , если нагрузка на валу уменьшилась в 2 раза. Двигатель считать идеальным.

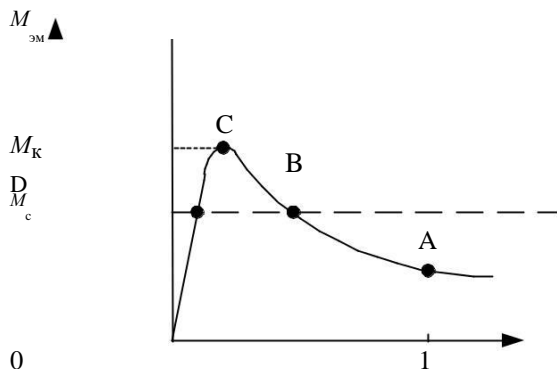
- 1)  $n_2 = 2700$  об/мин.                      2)  $n_2 = 5400$  об/мин.                      3)  $n_2 = 2850$  об/мин.  
 $n_2 = 3000$  об/мин.                      5)  $n_2 = 2400$  об/мин.

19. В асинхронном двигателе с короткозамкнутым ротором скорость вращающегося магнитного потока статора  $n_1$ , электромагнитного момента  $M_{эм}$  и скорость вращения ротора  $n_2$  имеют направления, показанные ниже.



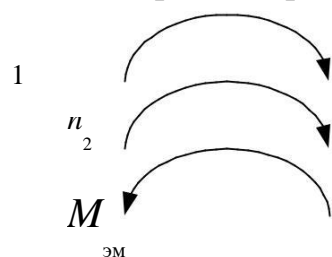
- 1) Двигательном режиме.  
 2) Генераторном режиме.  
 3) Режиме рекуперативного торможения.  
 4) Режиме электромагнитного тормоза.  
 5) Режиме идеального холостого хода.

21. Асинхронный двигатель имеет механическую характеристику, приведенную ниже, и находится в неподвижном состоянии. К валу двигателя приложен момент сопротивления  $M_c$ . Двигатель подключают к промышленной сети переменного тока.



- 1) В точке А.  
 2) В точке В.  
 3) В точке С.  
 4) В точке D.  
 5) В точке 0.

22. В асинхронном двигателе с короткозамкнутым ротором скорость вращающегося магнитного потока статора  $n_1$ , электромагнитного момента  $M_{эм}$  и скорость вращения ротора имеют направления, показанные ниже. Определить в каком режиме работает асинхронный двигатель.

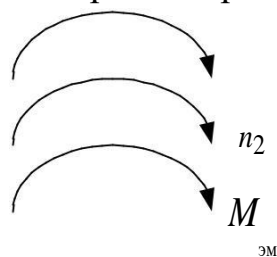


- 1) Двигательном режиме.
- 2) Генераторном режиме.
- 3) Режиме рекуперативного торможения.
- 4) Режиме электромагнитного тормоза.
- 5) Режиме идеального холостого хода.

23. Определить КПД  $\eta$  трехфазного асинхронного двигателя в номинальном режиме, если постоянные потери  $P_0=15$  мВт, переменные  $P_{са}=35$  мВт, а потребляемая из сети мощность  $P_1=250$  мВт.

- 1)  $\eta = 0,92$
- 2)  $\eta = 1,08$
- 3)  $\eta = 1,20$
- 4)  $\eta = 0,80$
- 5)  $\eta = 0,20$

24. В асинхронном двигателе с короткозамкнутым ротором скорость вращающегося магнитного потока статора  $n_1$ , электромагнитного момента  $M_{эм}$  и скорость вращения ротора имеют направления, показанные ниже. Определить в каком режиме работает асинхронный двигатель.



- 1) Двигательном режиме.
- 2) Генераторном режиме.
- 3) Режиме рекуперативного торможения.
- 4) Режиме электромагнитного тормоза.
- 5) Режиме идеального холостого хода.

25. Три одинаковых асинхронных двигателя имеют различное номинальное скольжение:  $S_{н1}=0,08$ ,  $S_{н2}=0,04$  и  $S_{н3}=0,06$ . Определить в каком соотношении находятся их КПД  $\eta_1$ ,  $\eta_2$ ,  $\eta_3$ .

- 1)  $\eta_1 > \eta_2 > \eta_3$ .
- 2)  $\eta_1 > \eta_3 > \eta_2$ .
- 3)  $\eta_3 > \eta_1 > \eta_2$ .
- 4)  $\eta_2 > \eta_1 > \eta_3$ .
- 5)  $\eta_2 > \eta_3 > \eta_1$ .

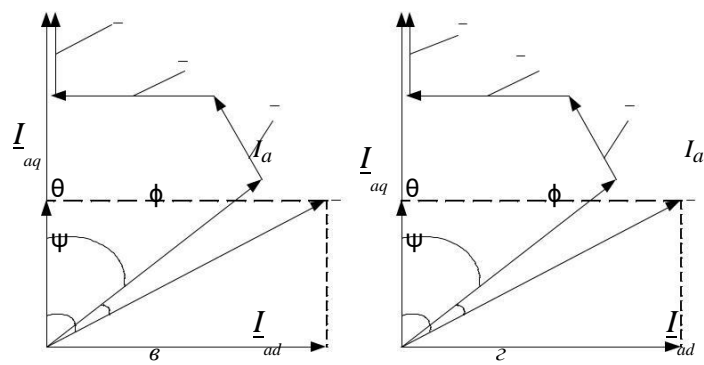
26. Исполнительный асинхронный двигатель, питающийся от промышленной сети переменного тока, с числом пар полюсов  $p = 1$  с моментом на валу  $M_1$  работает со скольжением  $S_1 = 0,8$ . Определить частоту вращения двигателя  $n_2$ , если при постоянном сигнале управления момент на валу уменьшился в два раза.

- 1)  $n_2 = 300$ .
- 2)  $n_2 = 600$ .
- 3)  $n_2 = 1200$ .

27. Асинхронный двигатель с числом пар полюсов  $p = 3$ , критическим скольжением  $S_k = 0,2$  работает от промышленной сети переменного тока с нагрузкой на валу со скольжением  $S_k = 0,1$ . Определить частоту вращения ротора  $n_2$ , если нагрузка на валу уменьшилась в 2 раза. Двигатель считать идеальным.

- 1)  $n_2 = 950$  об/мин.
- 2)  $n_2 = 1000$  об/мин.
- 3)  $n_2 = 800$  об/мин.
- 4)  $n_2 = 1600$  об/мин.
- 5)  $n_2 = 2400$  об/мин.

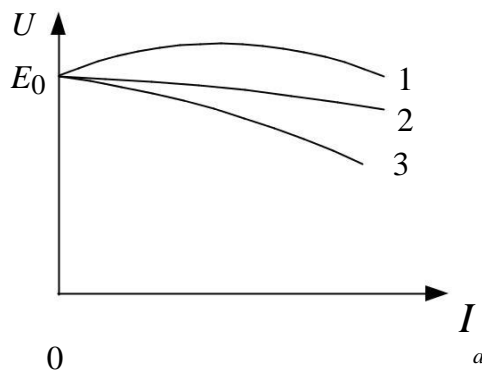




5. Какая реакция якоря синхронного генератора при емкостной нагрузке?

- Продольно-поперечная размагничивающая.
- Продольно-поперечная подмагничивающая.
- Поперечная.
- Продольная размагничивающая.
- Продольная подмагничивающая.

6. На рисунке показаны внешние характеристики для различных видов нагрузок. Выберите комбинацию характеристик, которая соответствует следующей последовательности: активно-емкостной, активно-индуктивной и активной, нагрузкам.



- 1) 1, 2, 3      2) 2, 3, 1      3) 2, 1, 3      4) 3, 1, 2      5) 1, 3, 2

7. Какая синхронная машина имеет нормальную конструкцию?

- Якорная обмотка на статоре, обмотка возбуждения на роторе.
- Якорная обмотка на роторе, обмотка возбуждения на статоре.
- Якорная обмотка и обмотка возбуждения на статоре.
- Якорная обмотка и обмотка возбуждения на роторе.

8. Что нужно сделать, чтобы нагрузить синхронный генератор реактивным емкостным током?

- Увеличить ток возбуждения.
- Уменьшить ток возбуждения.
- Увеличить момент приводного двигателя.
- Уменьшить момент приводного двигателя.

9. Что нужно сделать, чтобы нагрузить синхронный генератор активным током?

- Увеличить ток возбуждения.
- Уменьшить ток возбуждения.
- Увеличить момент приводного двигателя.
- Уменьшить момент приводного двигателя.

10. Какая реакция якоря синхронного генератора при индуктивной нагрузке?

- Продольно-поперечная размагничивающая.
- Продольно-поперечная подмагничивающая.
- Поперечная.
- Продольная размагничивающая.
- Продольная подмагничивающая.

11. Какая синхронная машина имеет обращенную конструкцию?

- Якорная обмотка на статоре, обмотка возбуждения на роторе.
- Якорная обмотка на роторе, обмотка возбуждения на статоре.
- Якорная обмотка и обмотка возбуждения на статоре.
- Якорная обмотка и обмотка возбуждения на роторе.

12. Какая реакция якоря синхронного генератора при активно-емкостной нагрузке?

- Продольно-поперечная размагничивающая.
- Продольно-поперечная подмагничивающая.
- Поперечная.
- Продольная размагничивающая.
- Продольная подмагничивающая.

13. Какая реакция якоря синхронного генератора при активной нагрузке?

- Продольно-поперечная размагничивающая.
- Продольно-поперечная подмагничивающая.
- Поперечная.
- Продольная размагничивающая.
- Продольная подмагничивающая.

14. Перед включением синхронного генератора на параллельную работу с сетью должны выполняться четыре условия. Какое условие выполняется с помощью приводного двигателя?

$$E_{\Gamma} = U_c$$

$$f_{\Gamma} = f_c$$

Чередование фаз генератора, сети и волновые диаграммы  $e_{\Gamma}$  и  $u_c$  должны быть одинаковы.

$e_{\Gamma}$  и  $u_c$  должны быть в противофазе.

15. Что нужно сделать, чтобы нагрузить синхронный генератор реактивным индуктивным током?

- Увеличить ток возбуждения.
- Уменьшить ток возбуждения.
- Увеличить момент приводного двигателя.
- Уменьшить момент приводного двигателя.

16. Перед включением синхронного генератора на параллельную работу с сетью должны выполняться четыре условия. Какое условие выполняется с помощью регулирования тока обмотки возбуждения?

$$E_G = U_c$$

$$f_G = f_c$$

Чередование фаз генератора, сети и волновые диаграммы  $e_G$  и

$u_c$  должны быть одинаковы.

$e_G$  и  $u_c$  должны быть в противофазе.

17. Синхронный двигатель с числом пар полюсов  $p = 1$  работает в синхронном режиме от промышленной сети переменного тока. Определить частоту вращения ротора данного двигателя  $n_2$ , если нагрузка на валу уменьшилась в 2 раза. Двигатель считать идеальным.

- 1)  $n_2 = 2900$  об/мин.                      2)  $n_2 = 6000$  об/мин.                      3)  $n_2 = 1500$  об/мин.  
 $n_2 = 3000$  об/мин.                      5)  $n_2 = 1000$  об/мин.

18. Имеется трехфазный синхронный двигатель с явнополюсным ротором с электромагнитным возбуждением без элементов запуска. Каким образом можно запустить двигатель в ход:

С помощью автотрансформатора.

С помощью внешнего двигателя.

Путем плавного повышения от нуля частоты питающего напряжения.

С помощью реакторов (дресселей), включаемых последовательно с синхронным двигателем.

С помощью пускового реостата.

19. Синхронный двигатель с числом пар полюсов  $p = 8$  работает в синхронном режиме от сети переменного тока с частотой  $f = 400$  Гц.. Определить частоту вращения ротора данного двигателя  $n_2$ .

- 1)  $n_2 = 500$  об/мин.                      2)  $n_2 = 750$  об/мин.                      3)  $n_2 = 1500$  об/мин.  
 $n_2 = 3000$  об/мин.                      5)  $n_2 = 6000$  об/мин.

20. Синхронный двигатель работает в синхронном режиме от промышленной сети переменного тока. Определить число пар полюсов данного двигателя, если частота вращения ротора данного двигателя  $n_2 = 750$  об/мин.

- 1)  $p = 3$    2)  $p = 1$    3)  $p = 6$    4)  $p = 2$    5)  $p = 4$

## А.1 Вопросы для опроса:

### 1 Раздел Трансформаторы.

- 1.1 Назначение и устройство трансформатора, его функции в автоматических системах.
- 1.2 Расчет параметров схемы замещения по паспортным данным.
- 1.3 Параллельная работа трансформаторов.
- 1.4 Особенности трехфазных трансформаторов.
- 1.5 Понятие о группах соединений трех-фазных трансформаторов.
- 1.6 Автотрансформаторы.
- 1.7 Измерительные трансформаторы тока и напряжения.

### 2 Раздел Электрические машины переменного тока

- 2.1 Теория обобщенной электрической машины.
- 2.2 Уравнение обобщенной электрической машины.
- 2.3 Основные виды машин переменного тока и их сравнительный анализ.
- 2.4 Электродвижущие силы обмоток переменного тока.
- 2.5 Магнитное поле многофазной обмотки.
- 2.6 Асинхронная и синхронная скорости.
- 2.7 Типы асинхронных машин.

### 3 Раздел Электрические машины постоянного тока

- 3.1 Типы электрических машин постоянного тока.
- 3.2 Принцип работы генератора постоянного тока.

## Блок В

### Б.1 Типовые задачи:

#### 1 Раздел Трансформаторы

##### 1.2 Трансформаторы

#### **Задача № 1. Расчёт параметров однофазного трансформатора**

Однофазный трансформатор малой мощности характеризуется следующими номинальными величинами: мощность  $S_n$ , первичное напряжение  $U_{1n}$ , вторичное напряжение  $U_{2n}$ , процентное значение тока холостого хода  $i_0$  %, мощность потерь в сердечнике трансформатора  $P_0$ , процентное значение напряжения короткого замыкания  $u_k$  %, мощность потерь короткого замыкания  $P_{кз}$ . Числовые значения заданных величин исходных данных для каждого из вариантов указаны в таблице

Определить:

1. Коэффициент трансформации трансформатора  $k$ , номинальные токи первичной  $I_{1n}$  и вторичной  $I_{2n}$  обмоток.

2. Начертить схему замещения трансформатора и определить параметры T-образной схемы замещения.

3. КПД при коэффициенте нагрузки  $\beta = (0; 0,25; 0,5; 0,75; 1,0)$  и коэффициенте мощности  $\cos\varphi_2 = 0,8$ . На основании расчетов построить зависимость  $\eta = f(\beta)$ .

4. Процентное изменение вторичного напряжения  $\Delta u\%$  и вторичное напряжение  $U_2$  при  $\beta = (0; 0,25; 0,5; 0,75; 1,0)$  и  $\cos\varphi_2 = 0,8$ . На основании расчетов построить зависимость  $U_2 = f(\beta)$ .

5. Характер нагрузки, при котором вторичное напряжение не зависит от коэффициента  $\beta$ .

| Вариант | Тип трансформатора | $S_{\Sigma}$ , ВА | $U_{шт}$ , В | $U_{шт}$ , В | $i_0$ , % | $P_0$ , Вт | $\mu_{\Sigma}$ , % | $P_{\Sigma}$ , Вт |
|---------|--------------------|-------------------|--------------|--------------|-----------|------------|--------------------|-------------------|
| 1       | 2                  | 3                 | 4            | 5            | 6         | 7          | 8                  | 9                 |
| 1       | ОМ-0,3/6           | 300               | 6300         | 230          | 30        | 23         | 8                  | 20                |
| 2       | ОМ-0,66/6          | 660               | 6000         | 230          | 20        | 25         | 8                  | 46                |
| 3       | ОМ-1,2/6           | 1200              | 5150         | 230          | 20        | 32         | 7                  | 66                |
| 4       | ОМ-0,66/10         | 660               | 10500        | 230          | 30        | 25         | 8                  | 46                |
| 5       | ОМ-1,2/10          | 1200              | 10000        | 230          | 20        | 32         | 7                  | 66                |
| 6       | ОМ-1,2/6           | 1200              | 5700         | 115          | 20        | 32         | 7                  | 66                |
| 7       | ОМ-1,2/6           | 1200              | 5400         | 115          | 20        | 32         | 7                  | 66                |
| 8       | ОМ-1,2/10          | 1200              | 9500         | 115          | 20        | 32         | 7                  | 66                |
| 9       | ОМ-1,2/10          | 1200              | 9000         | 115          | 20        | 32         | 7                  | 66                |
| 10      | ОМ-1,2/10          | 1200              | 8590         | 115          | 20        | 32         | 7                  | 66                |
| 11      | ОМ-0,63/6          | 630               | 6000         | 230          | 34        | 18         | 6,8                | 42                |
| 12      | ОМ-0,63/10         | 630               | 10000        | 230          | 34        | 18         | 6,8                | 42                |
| 13      | ОМ-1,25/6          | 1250              | 6000         | 230          | 23        | 23         | 6                  | 60                |
| 14      | ОМ-1,25/10         | 1250              | 10000        | 230          | 23        | 23         | 6                  | 60                |
| 15      | ОМ-0,3/6           | 630               | 6000         | 115          | 34        | 18         | 6,8                | 42                |
| 16      | ОМ-0,63/10         | 630               | 10000        | 115          | 34        | 18         | 6,8                | 42                |
| 17      | ОМ-1,25/6          | 1250              | 600          | 115          | 23        | 23         | 6                  | 60                |
| 18      | ОМ-1,25/10         | 1250              | 1000         | 115          | 23        | 23         | 6                  | 60                |
| 19      | ПОБС-2АУЗ          | 300               | 220          | 17,6         | 14        | 20         | 12                 | 20                |
| 20      | ПОБС-3АУЗ          | 300               | 220          | 247,5        | 14        | 20         | 10                 | 25                |
| 21      | ПОБС-5АУЗ          | 300               | 220          | 44           | 14        | 18         | 11                 | 20                |
| 22      | ПРТ-АУЗ            | 65                | 220          | 12           | 4,4       | 3          | 15                 | 5                 |
| 23      | ПТ-25АУЗ           | 65                | 220          | 60           | 4,4       | 3          | 14                 | 4                 |
| 24      | ПТИУЗ              | 80                | 220          | 11,2         | 27        | 4,5        | 13                 | 4                 |
| 25      | СОБСЗА             | 50                | 110          | 82,6         | 8         | 3          | 12                 | 3                 |
| 26      | СТ-3               | 13                | 110          | 13           | 53        | 1          | 25                 | 2                 |
| 27      | СТ-2               | 25                | 165          | 13           | 27        | 2          | 18                 | 2                 |
| 28      | СТ-3               | 13                | 220          | 13           | 42        | 1,5        | 17                 | 1,5               |
| 29      | СКТ-1              | 12                | 220          | 165          | 50        | 3          | 17                 | 1                 |
| 30      | СТ-2               | 25                | 165          | 13           | 29        | 1          | 15                 | 2                 |



| Вариант | Тип трансформатора | $S_{\Sigma}$ , ВА | $U_{\text{вы}}$ , В | $U_{\text{низ}}$ , В | $i_0$ , % | $P_0$ , Вт | $u_{\Sigma}$ , % | $P_{\Sigma}$ , Вт |
|---------|--------------------|-------------------|---------------------|----------------------|-----------|------------|------------------|-------------------|
| 1       | 2                  | 3                 | 4                   | 5                    | 6         | 7          | 8                | 9                 |
| 31      | ТБС                | 63                | 220                 | 24                   | 24        | 12,75      | 12               | 6,15              |
| 32      | ТБС                | 100               | 220                 | 24                   | 24        | 20,23      | 9                | 6,6               |
| 33      | ТБС                | 160               | 220                 | 24                   | 23        | 21,7       | 7                | 7,9               |
| 34      | ТБС                | 250               | 220                 | 24                   | 22        | 31,25      | 5,5              | 9                 |
| 35      | ТБС                | 400               | 220                 | 24                   | 20        | 42,3       | 4,5              | 10,75             |
| 36      | ТБС                | 630               | 220                 | 24                   | 19        | 59,2       | 3,5              | 12,1              |
| 37      | ТБС                | 1000              | 220                 | 24                   | 18        | 83,7       | 2,5              | 12,5              |
| 38      | ТБС                | 63                | 380                 | 36                   | 24        | 11,81      | 12               | 5,75              |
| 39      | ТБС                | 100               | 380                 | 36                   | 24        | 17,85      | 9                | 6,2               |
| 40      | ТБС                | 160               | 380                 | 36                   | 23        | 19,6       | 7                | 6,9               |
| 41      | ТБС                | 250               | 380                 | 36                   | 22        | 38,3       | 5,5              | 7,75              |
| 42      | ТБС                | 400               | 380                 | 36                   | 20        | 38,3       | 4,5              | 9,1               |
| 43      | ТБС                | 630               | 380                 | 36                   | 19        | 50,3       | 3,5              | 10,7              |
| 44      | ТБС                | 1000              | 380                 | 36                   | 18        | 66,7       | 2,5              | 11,46             |
| 45      |                    | 63                | 660                 | 42                   | 24        | 10,86      | 12               | 5,35              |
| 46      |                    | 100               | 660                 | 42                   | 24        | 15,47      | 9                | 5,8               |
| 47      |                    | 160               | 660                 | 42                   | 23        | 17,5       | 7                | 5,8               |
| 48      |                    | 250               | 660                 | 42                   | 22        | 25         | 5,5              | 6,45              |
| 49      |                    | 400               | 660                 | 42                   | 20        | 34,4       | 4,5              | 7,44              |
| 50      |                    | 630               | 660                 | 42                   | 19        | 41,4       | 3,5              | 9,1               |
| 51      |                    | 1000              | 660                 | 42                   | 18        | 50,2       | 2,5              | 10,4              |
| 52      | ТБС                | 63                | 220                 | 36                   | 24        | 9,92       | 12               | 4,92              |
| 53      | ТБС                | 100               | 220                 | 42                   | 24        | 13,1       | 9                | 5,4               |
| 54      | ТБС                | 160               | 380                 | 24                   | 23        | 15,4       | 7                | 4,8               |
| 55      | ТБС                | 250               | 380                 | 42                   | 22        | 21,9       | 5,5              | 5,16              |
| 56      | ТБС                | 400               | 380                 | 24                   | 20        | 35,7       | 4,5              | 8,7               |
| 57      | ТБС                | 630               | 380                 | 42                   | 19        | 49,7       | 3,5              | 11,2              |
| 58      |                    | 1000              | 660                 | 36                   | 18        | 71,4       | 2,5              | 12,3              |
| 59      |                    | 63                | 660                 | 36                   | 24        | 11,3       | 12               | 5,75              |
| 60      |                    | 100               | 660                 | 24                   | 24        | 16,7       | 9                | 6,1               |

### Задача № 2. Расчёт параметров трехфазного трансформатора

Трехфазный двухобмоточный трансформатор имеет: номинальную полную мощность  $S_N$ ; высшее линейное напряжение  $U_{\text{вн}}$ ; низшее линейное напряжение  $U_{\text{нн}}$ ; мощность потерь холостого хода  $P_0$ ; мощность потерь короткого замыкания  $P_{\text{кз}}$ ; относительное значение напряжения короткого замыкания  $u_{\text{к}}\%$ ; относительное значение активной составляющей напряжения короткого замыкания  $u_{\text{ка}}\%$ ; процентное изменение напряжения  $\Delta u\%$ ; относительное значение тока холостого хода  $i_0, \%$ ; коэффициент полезного действия  $\eta$  определенный при коэффициенте нагрузки  $\beta = 1$  и  $\cos\varphi = 0,8$ ; параметры упрощенной схемы замещения  $r_{\text{к}}$  и  $x_{\text{к}}$ ; параметры намагничивающей ветви  $r_0$  и  $x_0$ . Числовые значения заданных величин и номера пунктов задания, подлежащих выполнению, указаны в таблицах 2.4– 2.13.

Необходимо сформулировать условие задачи в соответствии с перечнем пунктов задания, приведённого в таблице для своего варианта, и выполнить решение.

*Примечание* – Решаемый вариант выбирают по двум цифрам шифра. Предпоследняя цифра шифра должна совпадать с номером группы заданий в названии таблицы для данной задачи, а по последней цифре шифра выбирают строку числовых данных в таблице.

Перечень пунктов задания, необходимых для формирования условия задачи:

- 1 Начертить схему трансформатора.
- 2 Определить номинальные токи в обмотках трансформатора.
- 3 Определить коэффициенты трансформации фазных и линейных напряжений.
- 4 Рассчитать мощность потерь холостого хода  $P_0$ .
- 5 Рассчитать мощность потерь короткого замыкания  $P_{кн}$ .
- 6 Определить параметры упрощенной схемы замещения трансформатора, активное и реактивное сопротивление фазы первичной и вторичной обмоток, полагая, что  $r_1 = r_2 \square = r_k/2$  и  $x_1 = x_2 \square = x_k/2$ .
- 7 Начертить упрощенную схему замещения трансформатора.
- 8 Начертить Т-образную схему замещения трансформатора и определить ее параметры
- 9 Построить векторную диаграмму для упрощенной схемы замещения при значении коэффициента нагрузки  $\beta = 0,75$  и  $\cos\varphi_2 = 0,8$  ( $\varphi_2 > 0$ ).
- 10 Построить векторную диаграмму для упрощенной схемы замещения при  $\beta = 1$  и  $\cos\varphi_2 = 0,8$  ( $\varphi_2 < 0$ ).
- 11 Определить значения процентного изменения вторичного напряжения  $\Delta u_2$  при коэффициенте нагрузки  $\beta = 1$  и значениях  $\varphi_2$ :  $-90^\circ$ ;  $-60^\circ$ ;  $-30^\circ$ ;  $0^\circ$ ;  $30^\circ$ ;  $60^\circ$ ;  $90^\circ$ . Построить график зависимости  $\Delta u_2 = f(\varphi_2)$ .
- 12 Определить процентное изменение вторичного напряжения  $\Delta u_2$  и напряжение  $U_2$  на зажимах вторичной обмотки при  $\beta$ : 0,25; 0,5; 0,75; 1 и значении  $\varphi_2$ , указанном в таблице. Построить график внешней характеристики трансформатора.
- 13 Определить процентное изменение вторичного напряжения  $\Delta u_2$  при значениях коэффициента нагрузки  $\beta = (0; 0,25; 0,5; 0,75; 1,0)$  и  $\cos\varphi_2 = 0,8$  ( $\varphi_2 > 0$  и  $\varphi_2 < 0$ ). Определить максимальное значение КПД трансформатора  $\eta$  при  $\cos\varphi_2 = 0,8$ .
- 14 Вычислить КПД трансформатора  $\eta$  при значениях коэффициента нагрузки  $\beta = (0; 0,25; 0,5; 0,75; 1,0)$  и  $\cos\varphi_2 = 0,8$ .
- 15 Определить напряжение  $U_2$  на зажимах вторичной обмотки при значениях коэффициента нагрузки  $\beta = (0; 0,25; 0,5; 0,75; 1,0)$  и  $\cos\varphi_2 = 0,8$  ( $\varphi_2 > 0$ ). Построить график зависимости  $U_2 = f(\beta)$ .
- 16 Определить характер нагрузки, при котором напряжение  $U_2$  на зажимах вторичной обмотки не зависит от коэффициента нагрузки  $\beta$ .
- 17 Определить напряжение  $U_2$  на зажимах вторичной обмотки и КПД трансформатора  $\eta$  при значениях коэффициента нагрузки  $\beta$ : 0,25; 0,5; 0,75; 1 и  $\cos\varphi_2 = 0,8$  ( $\varphi_2 > 0$ ). Построить графики зависимостей  $U_2 = f(\beta)$  и  $\eta = f(\beta)$ .
- 18 Определить характер нагрузки, при котором напряжение  $U_2$  на зажимах вторичной обмотки не зависит от коэффициента нагрузки  $\beta$ , и для этого случая построить график зависимости  $\eta = f(\beta)$  при изменении  $\beta$  от 0 до 1 через 0,25.
- 19 Построить в общей системе координатных осей графики зависимостей  $U_2 = f(I_2)$  при  $\cos\varphi_2 = 0,8$  для  $\varphi_2 > 0$  и  $\varphi_2 < 0$ , а также  $\eta = f(I_2)$  при  $\cos\varphi_2 = 0,8$ .

20 Определить значения КПД  $\eta$  трансформатора при значениях коэффициента нагрузки  $\beta$ : 0,25; 0,5; 0,75; 1 и  $\cos\varphi_2 = 0,8$  и построить график зависимости  $\eta = f(\beta)$ .

21 Определить напряжение  $U_2$  на зажимах вторичной обмотки и КПД  $\eta$  трансформатора при значениях коэффициента нагрузки  $\beta$ : 0,25; 0,5; 0,75; 1 и  $\cos\varphi_2 = 0,8$  ( $\varphi_2 < 0$ ). Построить в общей системе координатных осей графики зависимостей  $U_2 = f(\beta)$  и  $\eta = f(\beta)$ .

**Таблица 2.4 – Числовые значения исходных данных к нулевой группе заданий**

| Вариант | $S_{\text{нп}}$ , кВА | $U$ , кВ |       | $u_{\text{кв}}$ , % | $\eta$ , % | $x_k$ , Ом | $i_0$ , % | Способ соединения обмоток |
|---------|-----------------------|----------|-------|---------------------|------------|------------|-----------|---------------------------|
|         |                       | ВН       | НН    |                     |            |            |           |                           |
| 1       | 180                   | 35       | 10,5  | 2,3                 | 96,3       | 414,4      | 8         | Y/Y                       |
| 2       | 100                   | 35       | 0,525 | 2,4                 | 96,0       | 740,1      | 8         | Y/Δ                       |
| 3       | 50                    | 10       | 0,4   | 2,6                 | 95,8       | 96,46      | 8         | Y/Y                       |
| 4       | 30                    | 6,3      | 0,4   | 2,8                 | 95,6       | 62,41      | 8         | Y/Y                       |
| 5       | 20                    | 10       | 0,4   | 3,0                 | 95,1       | 230,7      | 10        | Y/Y                       |
| 6       | 10                    | 6        | 0,4   | 3,3                 | 94,8       | 157,3      | 10        | Y/Y                       |
| 7       | 180                   | 6,3      | 0,525 | 2,2                 | 96,6       | 11,1       | 6         | Y/Δ                       |
| 8       | 100                   | 10       | 0,525 | 2,4                 | 96,2       | 49,51      | 7,5       | Y/Δ                       |
| 9       | 50                    | 6,3      | 0,525 | 2,6                 | 96,0       | 38,28      | 7         | Y/Δ                       |
| 0       | 30                    | 10       | 0,4   | 2,8                 | 95,4       | 157,5      | 9         | Y/Δ                       |

*Примечание* – Пункты задания, подлежащие выполнению, – 1, 2, 4, 17.

**Таблица 2.5 – Числовые значения исходных данных к первой группе заданий**

| Вариант | Схема соединения обмоток трансформатора Y/Δ |          |       |                       |                       |           |           |
|---------|---|----------|-------|-----------------------|-----------------------|-----------|-----------|
|         | $S_{\text{нп}}$ , кВА                       | $U$ , кВ |       | $P_{\text{св}}$ , кВт | $P_{\text{сн}}$ , кВт | $u_k$ , % | $i_0$ , % |
|         |   | ВН       | НН    |                       |                       |           |           |
| 1       | 25  | 6,3      | 0,4   | 0,105                 | 0,600                 | 4,5       | 3,2       |
| 2       | 40  | 6,3      | 0,23  | 0,240                 | 0,880                 | 4,5       | 4,5       |
| 3       | 40  | 10       | 0,4   | 0,160                 | 0,940                 | 4,6       | 3,0       |
| 4       | 63  | 6,3      | 0,4   | 0,360                 | 1,350                 | 4,7       | 4,5       |
| 5       | 100   | 6,3      | 0,4   | 0,330                 | 2,100                 | 4,6       | 2,6       |
| 6       | 100   | 35       | 0,4   | 0,430                 | 2,100                 | 6,6       | 4,16      |
| 7       | 160   | 35       | 0,4   | 0,610                 | 2,800                 | 6,6       | 2,4       |
| 8       | 250   | 10       | 0,4   | 1,050                 | 3,900                 | 4,6       | 3,0       |
| 9       | 250   | 35       | 0,4   | 0,960                 | 3,900                 | 6,6       | 2,3       |
| 0       | 320   | 10       | 0,525 | 1,250                 | 4,650                 | 4,5       | 2,5       |

*Примечание* – Пункты задания, подлежащие выполнению, – 1, 2, 13, 15, 20.

**Таблица 2.6 – Числовые значения исходных данных ко второй группе заданий**

| Вариант | Схема соединения обмоток трансформатора Y/Δ |          |      |             |                |           |           |
|---------|---|----------|------|-------------|----------------|-----------|-----------|
|         | $S_n$ , кВА                                 | $U$ , кВ |      | $P_o$ , кВт | $P_{св}$ , кВт | $u_k$ , % | $i_0$ , % |
|         |   | ВН       | НН   |             |                |           |           |
| 1       | 1000  | 10       | 0,4  | 2,45        | 12,2           | 5,5       | 1,4       |
| 2       | 1600  | 10       | 0,4  | 3,30        | 18,0           | 5,5       | 1,3       |
| 3       | 1000  | 35       | 0,4  | 2,75        | 12,2           | 6,5       | 1,5       |
| 4       | 1600  | 35       | 0,4  | 3,65        | 18,0           | 6,5       | 1,4       |
| 5       | 2500  | 10       | 0,4  | 4,60        | 25,0           | 5,5       | 1,0       |
| 6       | 2500  | 35       | 0,4  | 5,10        | 25,0           | 6,5       | 1,1       |
| 7       | 1000  | 10       | 0,23 | 2,45        | 12,8           | 5,5       | 1,4       |
| 8       | 1600  | 10       | 0,23 | 3,30        | 18,9           | 5,5       | 1,3       |
| 9       | 1000  | 35       | 0,23 | 2,75        | 12,8           | 6,5       | 1,5       |
| 0       | 1600  | 35       | 0,23 | 3,65        | 18,9           | 6,5       | 1,4       |

*Примечание – Пункты задания, подлежащие выполнению, – 1, 6, 10, 11.*

**Таблица 2.7 – Числовые значения исходных данных к третьей группе заданий**

| Вариант | $S_n$ , кВА | $U$ , кВ |      | $P_{св}$ , кВт | $r_k$ , Ом | $x_k$ , Ом | Способ соединения обмоток |
|---------|-------------|----------|------|----------------|------------|------------|---------------------------|
|         |             | ВН       | НН   |                |            |            |                           |
| 1       | 25          | 6,3      | 0,4  | 0,105          | 38,14      | 60,41      | Y/Δ                       |
| 2       | 40          | 10       | 0,4  | 0,160          | 59,23      | 98,57      | Y/Y                       |
| 3       | 100         | 35       | 0,23 | 0,465          | 253,4      | 755,6      | Y/Δ                       |
| 4       | 160         | 10       | 0,23 | 0,565          | 10,84      | 25,92      | Y/Δ                       |
| 5       | 250         | 10       | 0,23 | 0,820          | 6,20       | 16,90      | Y/Δ                       |
| 6       | 250         | 35       | 0,23 | 1,000          | 75,9       | 301,2      | Y/Δ                       |
| 7       | 25          | 10       | 0,4  | 0,135          | 95,12      | 152,8      | Y/Y                       |
| 8       | 160         | 35       | 0,4  | 0,610          | 133,9      | 487,7      | Y/Y                       |
| 9       | 100         | 6,3      | 0,4  | 0,330          | 8,30       | 16,25      | Y/Y                       |
| 0       | 63          | 6,3      | 0,4  | 0,360          | 13,47      | 26,36      | Y/Y                       |

*Примечание – Пункты задания, подлежащие выполнению, – 1–3, 7, 18.*

Таблица 2.8 – Числовые значения исходных данных к четвертой группе заданий

| Вариант | Схема соединения обмоток обмоток трансформатора Y/Δ |       |      |                      |                     |                     |      |
|---------|---|-------|------|----------------------|---------------------|---------------------|------|
|         | S <sub>н</sub> , кВА                                | U, кВ |      | P <sub>0</sub> , кВт | r <sub>k</sub> , Ом | x <sub>k</sub> , Ом | η, % |
|         |   | ВН    | НН   |                      |                     |                     |      |
| 1       | 25  | 6,3   | 0,4  | 0,105                | 38,14               | 60,41               | 98,1 |
| 2       | 40  | 10    | 0,4  | 0,160                | 59,23               | 98,57               | 98,2 |
| 3       | 100   | 35    | 0,23 | 0,465                | 253,4               | 755,6               | 98,1 |
| 4       | 160   | 10    | 0,23 | 0,565                | 10,84               | 25,92               | 98,8 |
| 5       | 250   | 10    | 0,23 | 0,820                | 6,20                | 16,90               | 97,7 |
| 6       | 50  | 35    | 0,23 | 1,000                | 75,9                | 301,2               | 97,3 |
| 7       | 25  | 10    | 0,4  | 0,135                | 95,12               | 152,8               | 98,0 |
| 8       | 160   | 35    | 0,4  | 0,610                | 133,9               | 487,7               | 98,5 |
| 9       | 100   | 6,3   | 0,4  | 0,330                | 8,30                | 16,25               | 97,2 |
| 0       | 63  | 6,3   | 0,4  | 0,360                | 13,47               | 26,36               | 97,5 |

*Примечания*  
 1 КПД определен при коэффициенте нагрузки  $\beta = 0,5$  и  $\cos \varphi_2 = 0,8$ .  
 2 Пункты задания, подлежащие выполнению, – 1–4, 6, 9.

Таблица 2.9 – Числовые значения исходных данных к пятой группе заданий

| Вариант | S <sub>н</sub> , кВА | U, кВ |       | r <sub>k</sub> | x <sub>k</sub> | r <sub>0</sub> | x <sub>0</sub> | Способ соединения обмоток |
|---------|----------------------|-------|-------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------|
|         |                      | ВН    | НН    |                |                |                |                |                           |
| 1       | 180                  | 10    | 0,525 | 12,64          | 27,84          | 755            | 7904           | Y/Y                       |
| 2       | 100                  | 10    | 0,525 | 23,95          | 49,51          | 1295           | 1327           | Y/Δ                       |
| 3       | 100                  | 6,3   | 0,525 | 9,5            | 19,65          | 562            | 5918           | Y/Y                       |
| 4       | 20                   | 6,3   | 0,4   | 59,4           | 91,57          | 2200           | 21940          | Y/Δ                       |
| 5       | 10                   | 10    | 0,4   | 334,2          | 436,78         | 13969          | 99026          | Y/Δ                       |
| 6       | 63                   | 6,3   | 0,4   | 13,47          | 26,36          | 1775           | 13893          | Y/Y                       |
| 7       | 100                  | 6,3   | 0,4   | 8,3            | 16,35          | 1931           | 15134          | Y/Y                       |
| 8       | 160                  | 35    | 0,4   | 133,9          | 487,7          | 50650          | 315263         | Y/Δ                       |
| 9       | 50                   | 6,3   | 0,525 | 20,98          | 38,28          | 1131           | 11282          | Y/Y                       |
| 0       | 30                   | 6,3   | 0,4   | 37,38          | 62,41          | 1718           | 16446          | Y/Δ                       |

*Примечание* – Пункты задания, подлежащие выполнению, – 1, 8, 17.

Таблица 2.10 – Числовые значения исходных данных к шестой группе заданий

| Вариант | $S_n$ , кВА | $U$ , кВ |      | $P_0$ , кВт | $u_k$ , % | $i_0$ , % | $\eta$ , % | $\varphi_2$ |
|---------|-------------|----------|------|-------------|-----------|-----------|------------|-------------|
|         |             | ВН       | НН   |             |           |           |            |             |
| 1       | 25          | 6,3      | 0,4  | 0,105       | 4,5       | 3,2       | 96,6       | 0           |
| 2       | 25          | 6,3      | 0,23 | 0,105       | 4,5       | 3,2       | 96,5       | -90°        |
| 3       | 40          | 6,6      | 0,23 | 0,240       | 4,5       | 4,5       | 96,6       | -60°        |
| 4       | 40          | 10       | 0,4  | 0,160       | 4,6       | 4,6       | 96,7       | -30°        |
| 5       | 25          | 10       | 0,4  | 0,135       | 4,5       | 4,5       | 96,5       | 30°         |
| 6       | 100         | 35       | 0,4  | 0,465       | 6,5       | 6,5       | 97,0       | 60°         |
| 7       | 100         | 5        | 0,23 | 0,465       | 6,5       | 6,5       | 96,9       | 90°         |
| 8       | 160         | 10       | 0,23 | 0,565       | 4,5       | 4,5       | 97,5       | -45°        |
| 9       | 250         | 10       | 0,23 | 0,820       | 4,5       | 4,5       | 97,7       | 45°         |
| 0       | 250         | 35       | 0,23 | 1,000       | 6,5       | 6,5       | 97,6       | -15°        |

*Примечания*  
 1 Пункты задания, подлежащие выполнению, – 1, 5, 12, 14.  
 2 Схема соединения обмоток Y/Δ.

Таблица 2.11 – Числовые значения исходных данных к седьмой группе заданий

| Вариант | $S_n$ , кВА | $U$ , кВ |      | $P_0$ , кВт | $u_k$ , % | $x_k$ , Ом | $i_0$ , % | Способ соединения обмоток |
|---------|-------------|----------|------|-------------|-----------|------------|-----------|---------------------------|
|         |             | ВН       | НН   |             |           |            |           |                           |
| 1       | 25          | 6,3      | 0,23 | 0,105       | 4,5       | 59,16      | 3,2       | Y/Δ                       |
| 2       | 40          | 10       | 0,4  | 0,160       | 4,6       | 98,57      | 3,0       | Y/Y                       |
| 3       | 100         | 35       | 0,4  | 0,465       | 6,5       | 759,0      | 2,6       | Y/Y                       |
| 4       | 160         | 10       | 0,23 | 0,565       | 4,5       | 25,92      | 2,4       | Y/Δ                       |
| 5       | 250         | 35       | 0,23 | 1,000       | 6,5       | 309,0      | 2,3       | Y/Δ                       |
| 6       | 1600        | 10       | 0,4  | 3,300       | 5,5       | 3,37       | 1,3       | Y/Y                       |
| 7       | 2500        | 10       | 0,4  | 1,600       | 5,5       | 2,16       | 1,0       | Y/Y                       |
| 8       | 1000        | 10       | 0,23 | 2,400       | 5,5       | 5,35       | 1,4       | Y/Δ                       |
| 9       | 160         | 35       | 0,4  | 0,610       | 6,6       | 488,0      | 2,4       | Y/Y                       |
| 0       | 63          | 6,3      | 0,4  | 0,360       | 4,7       | 26,36      | 4,5       | Y/Y                       |

*Примечание* – Пункты задания, подлежащие выполнению, – 1-3, 7, 18.

Таблица 2.12 – Числовые значения исходных данных к восьмой группе заданий

| Вариант | $S_{\text{нп}}$ , кВА | $U$ , кВ |      | $m_{\kappa}$ , % | $\eta$ , % | $x_{\kappa}$ , Ом | $i_0$ , % | Способ соединения обмоток |
|---------|-----------------------|----------|------|------------------|------------|-------------------|-----------|---------------------------|
|         |                       | ВН       | НН   |                  |            |                   |           |                           |
| 1       | 1600                  | 35       | 0,23 | 6,5              | 98,2       | 9,03              | 1,4       | Y/Δ                       |
| 2       | 1000                  | 10       | 0,23 | 6,5              | 98,1       | 1,28              | 1,4       | Y/Δ                       |
| 3       | 2500                  | 35       | 0,4  | 6,5              | 98,5       | 4,89              | 1,1       | Y/Δ                       |
| 4       | 1600                  | 10       | 0,4  | 5,5              | 98,3       | 0,70              | 1,3       | Y/Y                       |
| 5       | 250                   | 10       | 0,23 | 4,5              | 97,7       | 6,20              | 2,3       | Y/Δ                       |
| 6       | 25                    | 6,3      | 0,4  | 4,5              | 96,5       | 38,14             | 3,2       | Y/Y                       |
| 7       | 40                    | 6,3      | 0,23 | 4,5              | 96,6       | 21,78             | 4,5       | Y/Δ                       |
| 8       | 25                    | 10       | 0,4  | 4,5              | 96,4       | 95,12             | 3,2       | Y/Y                       |
| 9       | 100                   | 35       | 0,23 | 6,5              | 96,9       | 253,44            | 2,6       | Y/Y                       |
| 0       | 165                   | 35       | 0,4  | 6,5              | 97,4       | 133,9             | 2,4       | Y/Y                       |

*Примечание* – Пункты задания, подлежащие выполнению, – 1, 2, 4, 5, 16, 21.

Таблица 2.13 – Числовые значения исходных данных к девятой группе заданий

| Вариант | $S_{\text{нп}}$ , кВА | $U$ , кВ |       | $P_0$ , кВт | $P_{\text{с}}$ , кВт | $\Delta u$ , % | $i_0$ , % |
|---------|-----------------------|----------|-------|-------------|----------------------|----------------|-----------|
|         |                       | ВН       | НН    |             |                      |                |           |
| 1       | 160                   | 35       | 0,4   | 0,610       | 2,800                | 6,6            | 2,4       |
| 2       | 100                   | 6,3      | 0,4   | 0,330       | 2,100                | 4,6            | 2,6       |
| 3       | 63                    | 6,3      | 0,4   | 0,360       | 1,350                | 4,7            | 4,5       |
| 4       | 10                    | 6        | 0,4   | 0,105       | 0,335                | 5,5            | 10,0      |
| 5       | 20                    | 10       | 0,4   | 0,220       | 0,600                | 5,5            | 10,0      |
| 6       | 30                    | 6,3      | 0,4   | 0,250       | 0,850                | 5,5            | 8,0       |
| 7       | 50                    | 6,3      | 0,525 | 0,350       | 1,325                | 5,5            | 7,0       |
| 8       | 180                   | 35       | 10,5  | 1,50        | 4,100                | 6,5            | 8,0       |
| 9       | 100                   | 10       | 0,525 | 0,730       | 2,400                | 5,5            | 7,5       |
| 0       | 180                   | 6,3      | 0,525 | 1,00        | 4,000                | 5,5            | 6,0       |

*Примечания*  
 1 Пункты задания, подлежащие выполнению, – 1, 8, 19.  
 2 Схема соединения обмоток Y/Δ.

## 2 Раздел Электрические машины переменного тока

### 2.1 Трехфазные асинхронные электродвигатели

#### **Задача № 3. Расчёт трехфазного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором**

Трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором характеризуется следующими величинами: номинальной мощностью  $P_{\text{н}}$ ; номинальным током  $I_{\text{н}}$ ; номинальной частотой вращения ротора  $n_{\text{н}}$ ; номинальным скольжением  $s_{\text{н}}$ ; коэффициентом полезного действия  $\eta_{\text{н}}$ ; мощностью, потребляемой из сети в номинальном режиме,  $P_{1\text{н}}$ ; коэффициентом мощности при номинальной

нагрузке  $\cos\phi_n$ ; номинальным моментом  $M_n$ ; кратностью максимального момента относительно номинального  $M_{\max}/M_n$ ; кратностью пускового момента относительно номинального  $M_p/M_n$ ; кратностью пускового тока относительно номинального  $I_p/I_n$ ; критическим скольжением  $s_{кр}$ ; числом пар полюсов обмотки статора  $p$ ; синхронной частотой вращения  $n_1$ . Двигатель питается от сети с линейным напряжением  $U_n$ . Номинальное фазное напряжение обмотки статора  $U_{1ф} = 220$  В. Числовые значения заданных величин и номера пунктов задания, подлежащих выполнению, указаны в таблицах 2.14–2.23. Необходимо сформулировать условие задачи в соответствии с перечнем пунктов задания, приведённого в таблице для своего варианта, и выполнить решение.

*Примечание* – Решаемый вариант выбирается по двум цифрам шифра. Предпоследняя цифра шифра должна совпадать с номером группы заданий в названии таблицы для данной задачи, а по последней цифре шифра выбирается строка числовых данных в таблице.

Перечень пунктов задания, необходимых для формирования условия задачи:

- 1 Определить схему соединения обмотки статора.
- 2 Начертить схему.
- 3 Определить число пар полюсов обмотки статора.
- 4 Определить значение пускового тока.
- 5 Вычислить частоту вращения двигателя при моменте сопротивления  $M_c = 0,9 M_{\max}$ .
- 6 Определить частоту вращения двигателя при моменте сопротивления  $M_c = 1,4 M_n$ .
- 7 Определить значение максимального момента.
- 8 Рассчитать значения момента, развиваемого двигателем при скольжениях:  $s_n$ ;  $s_{кр}$ ; 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1, и построить график механической характеристики двигателя  $n = f(M)$ .
- 9 Определить максимальный момент и соответствующее ему критическое скольжение.
- 10 Определить значение пускового момента при снижении напряжения на 15 % относительно номинального.
- 11 Вычислить значение максимального момента при снижении напряжения на 10 % относительно номинального.
- 12 Рассчитать установившуюся частоту вращения ротора при моменте нагрузки  $M_c = 1,5 M_n$ .
- 13 Определить коэффициент мощности двигателя при номинальной нагрузке.
- 14 Определить коэффициент полезного действия двигателя при номинальной нагрузке.
- 15 Рассчитать мощность на валу и коэффициент полезного действия при номинальной нагрузке.
- 16 Определить мощность, потребляемую двигателем из сети при номинальной нагрузке.
- 17 Выяснить, можно ли запустить двигатель под нагрузкой при напряжении сети, пониженном на 15 % относительно номинального, если статический момент сопротивления нагрузки  $M_c = M_n$ .



Таблица 2.14 – Числовые значения исходных данных к нулевой группе заданий

| Вариант | $P_n$ , кВт | $n_n$ , об/мин | $\eta_n$ , % | $\cos\varphi_{1n}$ | $\frac{M_{max}}{M_n}$ | $\frac{I_x}{I_n}$ | $U_n$ , В |
|---------|-------------|----------------|--------------|--------------------|-----------------------|-------------------|-----------|
| 1       | 5,5         | 2880           | 87,5         | 0,91               | 2,5                   | 7,5               | 380       |
| 2       | 7,5         | 1455           | 87,5         | 0,86               | 3,0                   | 7,5               | 220       |
| 3       | 11,0        | 975            | 86,0         | 0,86               | 2,0                   | 6,0               | 380       |
| 4       | 15,0        | 730            | 87,0         | 0,82               | 2,0                   | 6,0               | 220       |
| 5       | 18,5        | 975            | 88,0         | 0,87               | 2,0                   | 5,0               | 380       |
| 6       | 22,0        | 1470           | 90,0         | 0,90               | 2,3                   | 6,5               | 220       |
| 7       | 30,0        | 590            | 88,0         | 0,81               | 1,9                   | 6,0               | 380       |
| 8       | 37,0        | 980            | 91,0         | 0,89               | 2,3                   | 6,5               | 220       |
| 9       | 45,0        | 1475           | 92,0         | 0,90               | 2,5                   | 7,0               | 380       |
| 0       | 55,0        | 490            | 91,0         | 0,75               | 1,8                   | 6,0               | 220       |

Примечание – Пункты задания, подлежащие выполнению, – 1–4, 8, 17.

Таблица 2.15 – Числовые значения исходных данных к первой группе заданий

| Вариант | $U_n$ , В | $M_n$ , Нм | $n_n$ , об/мин | $I_n$ , А | $\cos\varphi_{1n}$ | $\frac{M_{max}}{M_n}$ |
|---------|-----------|------------|----------------|-----------|--------------------|-----------------------|
| 1       | 220       | 490        | 585            | 109       | 0,80               | 1,7                   |
| 2       | 380       | 260        | 1470           | 75        | 0,89               | 2,0                   |
| 3       | 220       | 402        | 2970           | 388       | 0,90               | 2,2                   |
| 4       | 380       | 536        | 980            | 101       | 0,90               | 1,8                   |
| 5       | 220       | 516        | 740            | 130       | 0,89               | 1,7                   |
| 6       | 380       | 180        | 2925           | 102       | 0,90               | 2,2                   |
| 7       | 220       | 71,5       | 2940           | 72        | 0,91               | 2,5                   |
| 8       | 380       | 288        | 730            | 45        | 0,84               | 2,0                   |
| 9       | 220       | 143        | 1470           | 71,5      | 0,90               | 2,3                   |
| 0       | 380       | 731        | 980            | 137       | 0,90               | 1,8                   |

Примечание – Пункты задания, подлежащие выполнению, – 1–3, 6, 14, 17.

Таблица 2.16 – Числовые значения исходных данных ко второй группе заданий

| Вариант | $U_n$ , В | $p$ | $M_n$ , Нм | $I_n$ , А | $\cos\varphi_{1n}$ | $\varepsilon_n$ , % | $\varepsilon_{гр}$ , % |
|---------|-----------|-----|------------|-----------|--------------------|---------------------|------------------------|
| 1       | 380       | 5   | 728        | 96        | 0,78               | 1,67                | 5,47                   |
| 2       | 380       | 1   | 60         | 34,5      | 0,92               | 2,0                 | 8,30                   |
| 3       | 380       | 2   | 487        | 134       | 0,92               | 2,00                | 7,46                   |
| 4       | 220       | 5   | 890        | 199       | 0,79               | 1,67                | 5,47                   |
| 5       | 220       | 4   | 516        | 130       | 0,89               | 1,33                | 3,99                   |
| 6       | 220       | 3   | 536        | 175       | 0,390              | 2,00                | 6,59                   |
| 7       | 380       | 1   | 120        | 70        | 0,89               | 1,83                | 8,60                   |
| 8       | 380       | 4   | 715        | 101       | 0,90               | 2,00                | 6,15                   |
| 9       | 220       | 5   | 653        | 145       | 0,80               | 2,50                | 7,68                   |
| 0       | 220       | 2   | 650        | 307       | 0,92               | 2,00                | 7,46                   |

*Примечание* – Пункты задания, подлежащие выполнению, – 1, 2, 5, 7, 14, 17.

Таблица 2.17 – Числовые значения исходных данных к третьей группе заданий

| Вариант | $U_n$ , В | $n_n$ , об/мин | $I_n$ , А | $\cos\varphi_{1n}$ | $\eta_n$ , % | $\frac{M_{min}}{M_1}$ |
|---------|-----------|----------------|-----------|--------------------|--------------|-----------------------|
| 1       | 220       | 1435           | 11,6      | 0,83               | 82,0         | 2,4                   |
| 2       | 380       | 950            | 9,2       | 0,81               | 82,0         | 2,5                   |
| 3       | 220       | 2900           | 25,6      | 0,88               | 87,5         | 2,8                   |
| 4       | 380       | 720            | 13,6      | 0,74               | 83,0         | 2,6                   |
| 5       | 220       | 1460           | 38,0      | 0,83               | 87,5         | 3,0                   |
| 6       | 380       | 970            | 16,5      | 0,81               | 85,5         | 2,5                   |
| 7       | 220       | 2940           | 71,9      | 0,91               | 88,5         | 2,5                   |
| 8       | 380       | 590            | 79,2      | 0,78               | 91,0         | 1,8                   |
| 9       | 380       | 735            | 37,9      | 0,84               | 88,5         | 2,2                   |
| 0       | 220       | 1470           | 96,4      | 0,90               | 91,0         | 2,3                   |

*Примечание* – Пункты задания, подлежащие выполнению, – 1–3, 8, 10, 17.

Таблица 2.18 – Числовые значения исходных данных к четвёртой группе заданий

| Вариант | $U_n$ , В | $M_{max}$ , Нм | $\varepsilon_{гр}$ , % | $n_n$ , об/мин | $I_n$ , А | $\cos\varphi_{1n}$ |
|---------|-----------|----------------|------------------------|----------------|-----------|--------------------|
| 1       | 220       | 1311           | 5,47                   | 590            | 166       | 0,78               |
| 2       | 220       | 243            | 8,60                   | 2945           | 97        | 0,90               |
| 3       | 220       | 965            | 6,59                   | 980            | 175       | 0,90               |
| 4       | 220       | 974            | 7,46                   | 1470           | 232       | 0,92               |
| 5       | 380       | 1602           | 5,47                   | 590            | 115       | 0,79               |
| 6       | 380       | 877            | 3,99                   | 740            | 75        | 0,89               |
| 7       | 380       | 726            | 6,20                   | 2960           | 165       | 0,90               |

Окончание таблицы 2.18

| Вариант | $U_n$ , В | $M_{\max}$ , Нм | $\varepsilon_{\text{кр}}$ , % | $n_n$ , об/мин | $I_n$ , А | $\cos\varphi_n$ |
|---------|-----------|-----------------|-------------------------------|----------------|-----------|-----------------|
| 8       | 380       | 1290            | 4,85                          | 1480           | 177       | 0,92            |
| 9       | 220       | 2185            | 5,47                          | 590            | 286       | 0,80            |
| 0       | 380       | 1207            | 3,99                          | 740            | 101       | 0,90            |

Примечание – Пункты задания, подлежащие выполнению, – 1–3, 11, 14, 17.

Таблица 2.19 – Числовые значения исходных данных к пятой группе заданий

| Вариант | $U_n$ , В | $P_{1n}$ , кВт | $\eta_n$ , % | $M_{\max} / M_n$ | $n_n$ , об/мин |
|---------|-----------|----------------|--------------|------------------|----------------|
| 1       | 380       | 12,79          | 86,0         | 2,0              | 975            |
| 2       | 380       | 25,00          | 88,0         | 2,2              | 2915           |
| 3       | 380       | 33,33          | 90,0         | 2,1              | 735            |
| 4       | 380       | 40,66          | 91,0         | 2,5              | 1475           |
| 5       | 220       | 50,00          | 90,0         | 1,8              | 585            |
| 6       | 380       | 60,77          | 90,5         | 1,8              | 490            |
| 7       | 220       | 80,65          | 93,0         | 2,3              | 1480           |
| 8       | 220       | 97,29          | 92,5         | 2,0              | 980            |
| 9       | 220       | 118,27         | 93,0         | 2,3              | 740            |
| 0       | 220       | 97,83          | 92,0         | 2,2              | 2945           |

Примечание – Пункты задания, подлежащие выполнению, – 1–3, 12, 17.

Таблица 2.20 – Числовые значения исходных данных к шестой группе заданий

| Вариант | $U_n$ , В | $P_{1n}$ , кВт | $I_n$ , А | $\eta_n$ , % | $\varepsilon_n$ , % | $n_n$ , об/мин | $\varepsilon_{\text{кр}}$ , % |
|---------|-----------|----------------|-----------|--------------|---------------------|----------------|-------------------------------|
| 1       | 380       | 40,18          | 95,7      | 91,5         | 1,66                | 600            | 5,47                          |
| 2       | 220       | 41,11          | 121,6     | 90,0         | 1,8                 | 3000           | 8,60                          |
| 3       | 380       | 43,72          | 75,0      | 91,5         | 2,0                 | 750            | 6,15                          |
| 4       | 220       | 50,78          | 175,0     | 90,0         | 2,0                 | 1000           | 6,59                          |
| 5       | 380       | 80,65          | 136,0     | 93,0         | 1,3                 | 1500           | 4,85                          |
| 6       | 220       | 33,15          | 109,0     | 90,5         | 2,5                 | 600            | 7,68                          |
| 7       | 380       | 107,53         | 184,0     | 93,0         | 1,3                 | 3000           | 5,40                          |
| 8       | 220       | 106,95         | 305,0     | 93,5         | 14,3                | 1500           | 4,85                          |
| 9       | 380       | 81,52          | 155,0     | 92,0         | 1,66                | 600            | 5,47                          |
| 0       | 220       | 60,41          | 172,0     | 91,0         | 1,8                 | 3000           | 8,60                          |

Примечание – Пункты задания, подлежащие выполнению, – 1, 2, 8, 13, 17.

Таблица 2.21 – Числовые значения исходных данных к седьмой группе заданий

| Вариант | $U_n$ , В | $n_n$ , об/мин | $I_n$ , А | $\cos\varphi_{1n}$ | $M_{\max}$ , Нм | $\varepsilon_{\text{кр}}$ , % | $M_{\max} / M_n$ |
|---------|-----------|----------------|-----------|--------------------|-----------------|-------------------------------|------------------|
| 1       | 380       | 2880           | 7,9       | 0,89               | 33,15           | 19,0                          | 2,0              |
| 2       | 380       | 720            | 10,47     | 0,70               | 137,96          | 20,0                          | 1,9              |
| 3       | 380       | 590            | 64,0      | 0,81               | 922,6           | 5,86                          | 1,2              |
| 4       | 380       | 1470           | 134,0     | 0,92               | 974,0           | 7,46                          | 1,1              |
| 5       | 380       | 980            | 99,0      | 0,92               | 964,8           | 6,59                          | 1,1              |
| 6       | 220       | 2850           | 8,0       | 0,87               | 19,16           | 25,0                          | 2,1              |
| 7       | 220       | 590            | 165       | 0,78               | 1311            | 5,47                          | 1,0              |
| 8       | 220       | 1480           | 235       | 0,90               | 968,0           | 4,85                          | 1,1              |
| 9       | 220       | 740            | 130       | 0,89               | 877,2           | 3,99                          | 1,1              |
| 0       | 220       | 965            | 21,28     | 0,80               | 136,07          | 16,77                         | 2,0              |

*Примечание* – Пункты задания, подлежащие выполнению, – 1–2, 15–17.

Таблица 2.22 – Числовые значения исходных данных к восьмой группе заданий

| Вариант | $U_n$ , В | $P_n$ , кВт | $n_n$ , об/мин | $\cos\varphi_{1n}$ | $I_n$ , А | $I_n / I_n$ | $M_{\max} / M_n$ |
|---------|-----------|-------------|----------------|--------------------|-----------|-------------|------------------|
| 1       | 220       | 100,0       | 2960           | 0,90               | 220       | 7,0         | 2,2              |
| 2       | 220       | 15,0        | 2940           | 0,91               | 345       | 7,0         | 2,2              |
| 3       | 380       | 30,0        | 735            | 0,81               | 376       | 6,0         | 2,1              |
| 4       | 380       | 45,0        | 740            | 0,84               | 537       | 6,0         | 2,0              |
| 5       | 220       | 22,0        | 2940           | 0,91               | 539       | 7,5         | 2,5              |
| 6       | 220       | 37,0        | 2945           | 0,89               | 912       | 7,5         | 2,5              |
| 7       | 380       | 55,0        | 2945           | 0,92               | 749       | 7,5         | 2,5              |
| 8       | 380       | 110,0       | 740            | 0,85               | 1376      | 6,5         | 2,3              |
| 9       | 220       | 90,0        | 1480           | 0,91               | 1959      | 7,0         | 2,3              |
| 0       | 380       | 75,0        | 590            | 0,80               | 930       | 6,0         | 1,8              |

*Примечание* – Пункты задания, подлежащие выполнению, – 1–2, 8, 14, 17.

Таблица 2.23 – Числовые значения исходных данных к девятой группе заданий

| Вариант | $U_n$ , В | $P_n$ , кВт | $n_n$ , об/мин | $\cos\varphi_{1n}$ | $\eta_n$ , % | $I_n / I_n$ | $M_{\max} / M_n$ |
|---------|-----------|-------------|----------------|--------------------|--------------|-------------|------------------|
| 1       | 380       | 15,0        | 1465           | 0,88               | 88,5         | 7,0         | 2,3              |
| 2       | 220       | 18,5        | 975            | 0,85               | 87,0         | 6,0         | 2,0              |
| 3       | 380       | 22,0        | 730            | 0,84               | 89,0         | 5,5         | 2,0              |
| 4       | 220       | 30,0        | 590            | 0,81               | 88,0         | 6,0         | 1,9              |
| 5       | 380       | 55,0        | 490            | 0,78               | 90,5         | 5,5         | 1,8              |
| 6       | 220       | 45,0        | 2945           | 0,91               | 91,0         | 7,0         | 2,2              |

Окончание таблицы 2.23

| Вариант | $U_n$ , В | $P_n$ , кВт | $n_n$ , об/мин | $\cos\varphi_{1n}$ | $\eta_n$ , % | $I_n / I_n$ | $M_{max} / M_n$ |
|---------|-----------|-------------|----------------|--------------------|--------------|-------------|-----------------|
| 7       | 380       | 37,0        | 1475           | 0,90               | 91,0         | 7,0         | 2,5             |
| 8       | 220       | 55,0        | 985            | 0,89               | 91,5         | 6,5         | 2,1             |
| 9       | 380       | 75,0        | 735            | 0,85               | 92,0         | 5,5         | 1,9             |
| 0       | 220       | 90,0        | 590            | 0,82               | 91,5         | 5,5         | 1,8             |

Примечание – Пункты задания, подлежащие выполнению, – 1, 2, 4, 5, 9, 16, 17.

### 3 Раздел Электрические машины постоянного тока

#### 3.1 Машины постоянного тока

#### Задача 4. Расчет обмоток якоря

По данным, приведенным в таблице 2.25, рассчитать параметры и начертить развернутую схему простой двухслойной петлевой (ПП) или простой двухслойной волновой (ПВ) обмотки якоря на основании обмоточной таблицы. На схеме обозначить полюсы, расставить щетки. Выполнить намотку обмотки на стенде, предоставленном преподавателем.

Таблица 2.25 – Исходные данные к задаче 4

| Величины        | Варианты |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------------|----------|----|----|----|----|----|----|----|
|                 | 1        | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  |
| Число пазов $Z$ | 35       | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 |
| $2p$            | 2        | 4  | 6  | 8  | 2  | 4  | 6  | 8  |
| Тип обмотки     | ПП       | ПП | ПП | ПП | ПВ | ПВ | ПВ | ПВ |

#### Задача 5. Расчет двигателя постоянного тока параллельного возбуждения

Двигатель постоянного тока параллельного возбуждения характеризуется следующими номинальными величинами: мощность на валу  $P_n$ , напряжение на зажимах двигателя  $U_n$ , частота вращения  $n_n$ , потери мощности в цепях якоря  $\Delta P_{ан}$ , коэффициент полезного действия  $\eta_n$ , процентное значение тока возбуждения  $i_{вн}\%$ . Необходимо:

1 Определить для номинального режима работы момент на валу двигателя  $M_n$ , ток якоря  $I_{ан}$ , ток обмотки возбуждения  $I_{вн}$  и ток, потребляемый из сети  $I_n$ .

2 Выбрать сопротивление пускового реостата  $R_{пуск}$  из условия, чтобы пусковой ток был в 2,5 раза больше номинального  $I_{ан}$ .

3 Рассчитать и построить графики зависимостей  $n = f(I_a)$ ,  $n = f(M)$ ,  $\eta = f(I_a)$ .

4 Определить пределы изменения частоты вращения двигателя при регулировании добавочного сопротивления в цепи якоря от 0 до  $4 R_a$  и токе  $I_a = I_{ан}$ .

Числовые значения заданных величин исходных данных для каждого из вариантов указаны в таблице 2.28.

Таблица 2.28 – Исходные данные к задаче 5

| Номер варианта | $U_n$ , В | $P_n$ , кВт | $n_n$ , об/мин | $\eta_n$ , % | $i_{\text{ин}}$ , % | $\Delta P_{\text{ин}}$ , Вт |
|----------------|-----------|-------------|----------------|--------------|---------------------|-----------------------------|
| 1              | 110       | 0,7         | 3000           | 73,5         | 10                  | 100                         |
| 2              | 220       | 0,3         | 1500           | 64           | 9                   | 80                          |
| 3              | 110       | 0,13        | 1000           | 59           | 10                  | 50                          |
| 4              | 110       | 1,0         | 3000           | 76           | 9                   | 120                         |
| 5              | 220       | 0,45        | 1500           | 70           | 8                   | 75                          |
| 6              | 110       | 0,2         | 1000           | 65,5         | 12                  | 40                          |
| 7              | 110       | 1,5         | 3000           | 76           | 8                   | 200                         |
| 8              | 220       | 0,7         | 1500           | 74           | 10                  | 80                          |
| 9              | 110       | 0,3         | 1000           | 80,5         | 5                   | 32                          |
| 10             | 110       | 2,2         | 3000           | 80           | 9                   | 200                         |
| 11             | 220       | 1,0         | 1500           | 76,5         | 8                   | 145                         |
| 12             | 110       | 0,45        | 1000           | 72           | 10                  | 75                          |
| 13             | 110       | 3,2         | 3000           | 83           | 6                   | 250                         |
| 14             | 220       | 1,5         | 1500           | 78,5         | 10                  | 160                         |
| 15             | 110       | 0,7         | 1000           | 75           | 7                   | 120                         |
| 16             | 110       | 1,0         | 3000           | 86           | 5                   | 60                          |
| 17             | 220       | 0,37        | 1500           | 66           | 14                  | 87                          |
| 18             | 110       | 0,25        | 1500           | 75           | 7                   | 40                          |
| 19             | 110       | 0,17        | 750            | 73           | 8                   | 28                          |
| 20             | 220       | 2,0         | 3000           | 75           | 10                  | 250                         |
| 21             | 110       | 0,75        | 1500           | 64           | 8                   | 150                         |
| 22             | 110       | 0,5         | 1000           | 62           | 12                  | 100                         |
| 23             | 220       | 1,3         | 3000           | 71           | 10                  | 200                         |
| 24             | 110       | 0,55        | 1500           | 76           | 9                   | 70                          |
| 25             | 220       | 0,34        | 1000           | 77           | 10                  | 35                          |
| 26             | 110       | 0,2         | 750            | 67           | 7                   | 34                          |
| 27             | 220       | 2,5         | 1140           | 85           | 8                   | 180                         |

Окончание таблицы 2.28

| Номер варианта | $U_n$ , В | $P_n$ , кВт | $n_n$ , об/мин | $\eta_n$ , % | $i_{ин}$ , % | $\Delta P_{ин}$ , Вт |
|----------------|-----------|-------------|----------------|--------------|--------------|----------------------|
| 28             | 220       | 4,5         | 1030           | 82,5         | 5            | 400                  |
| 29             | 220       | 5,5         | 1440           | 83           | 5            | 450                  |
| 30             | 220       | 6,0         | 1100           | 85           | 4            | 470                  |
| 31             | 220       | 1,5         | 3000           | 75           | 4            | 141                  |
| 32             | 220       | 1,5         | 1500           | 78           | 5,3          | 166                  |
| 33             | 220       | 2,2         | 1500           | 83           | 5            | 156                  |
| 34             | 220       | 2,2         | 3000           | 80           | 2,5          | 153                  |
| 35             | 220       | 3,2         | 3000           | 83           | 4,4          | 180                  |
| 36             | 220       | 4,5         | 1000           | 81           | 4,7          | 364                  |
| 37             | 220       | 4,5         | 1500           | 80           | 3,8          | 465                  |
| 38             | 220       | 4,5         | 3000           | 84           | 3,4          | 194                  |
| 39             | 220       | 6,0         | 1500           | 82           | 5            | 469                  |
| 40             | 220       | 6,0         | 1000           | 83           | 4,3          | 481                  |
| 41             | 220       | 6,2         | 3000           | 85           | 2,4          | 374                  |
| 42             | 220       | 6,6         | 2200           | 85,7         | 1,7          | 359                  |
| 43             | 220       | 8,0         | 1000           | 84,5         | 3,4          | 562                  |
| 44             | 220       | 9,0         | 1500           | 85           | 1,6          | 535                  |
| 45             | 220       | 10,0        | 1000           | 72           | 4,1          | 1095                 |
| 46             | 220       | 10,0        | 750            | 78,4         | 4            | 1104                 |
| 47             | 220       | 12,5        | 1000           | 74,7         | 2,7          | 1297                 |
| 48             | 220       | 14,0        | 750            | 80           | 3            | 1432                 |
| 49             | 220       | 17,0        | 750            | 83           | 3,2          | 1272                 |
| 50             | 220       | 19,0        | 600            | 81,5         | 4,7          | 2020                 |
| 51             | 220       | 20,5        | 970            | 84,7         | 1,7          | 1005                 |
| 52             | 220       | 25,0        | 750            | 83,5         | 3,6          | 1750                 |
| 53             | 220       | 25,0        | 600            | 83           | 3,3          | 1918                 |
| 54             | 220       | 32,0        | 750            | 87,6         | 3            | 2644                 |
| 55             | 220       | 42,0        | 600            | 93,6         | 5            | 1852                 |
| 56             | 220       | 55,0        | 600            | 87           | 2,4          | 2827                 |
| 57             | 220       | 70,0        | 600            | 88           | 2,5          | 2500                 |
| 58             | 220       | 3,2         | 1500           | 79           | 6            | 308                  |

**Задача 6. Расчет двигателя постоянного тока последовательного возбуждения**

Двигатель постоянного тока последовательного возбуждения при номинальном режиме работы имеет: напряжение на зажимах двигателя  $U_n$ , мощность на валу  $P_n$ , частоту вращения  $n_n$ , потери мощности в обмотке якоря  $\Delta P_{ан}$  и в обмотке возбуждения  $\Delta P_{вн}$ , прочие потери мощности  $\Delta P_M$ .

Определить:

- 1 Мощность, потребляемую из сети  $P_{1н}$ , ток двигателя  $I_n$ , момент  $M_n$ .
- 2 Сопротивление якорной обмотки  $R_a$  и обмотки возбуждения  $R_b$ .
- 3 Построить зависимости частоты вращения якоря и момента от тока якоря, т.е.  $n = f(I_a)$  и  $M = f(I_a)$ . Используя указанные зависимости, рассчитать и построить механическую характеристику двигателя  $n = f(M)$ .

*Примечание* – При выполнении п. 3 воспользоваться зависимостью  $\phi_{\%} = f(i_{\%})$ , приведенной в таблице:

|            |   |    |    |    |    |     |
|------------|---|----|----|----|----|-----|
| $\phi, \%$ | 5 | 26 | 48 | 70 | 90 | 100 |
| $i_{\%}$   | 0 | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 |

Числовые значения заданных величин исходных данных для каждого из вариантов указаны в таблице 2.29.

Таблица 2.29 – Исходные данные к задаче 6

| Номер варианта | $P_n$ , Вт | $U_n$ , В | $n_n$ , об/мин | $\Delta P_{ан}$ , Вт | $\Delta P_{вн}$ , Вт | $\Delta P_M$ , Вт |
|----------------|------------|-----------|----------------|----------------------|----------------------|-------------------|
| 1              | 250        | 30        | 1460           | 37                   | 34                   | 44                |
| 2              | 250        | 100       | 1700           | 29                   | 15                   | 56                |
| 3              | 550        | 200       | 3600           | 33                   | 17                   | 87                |
| 4              | 250        | 160       | 1700           | 44                   | 24                   | 32                |
| 5              | 150        | 30        | 850            | 27                   | 21                   | 62                |
| 6              | 150        | 110       | 850            | 35                   | 22                   | 65                |
| 7              | 150        | 160       | 850            | 27                   | 25                   | 65                |
| 8              | 100        | 30        | 1300           | 50                   | 47                   | 23                |
| 9              | 100        | 100       | 1500           | 26                   | 26                   | 18                |
| 10             | 100        | 160       | 1500           | 26                   | 33                   | 12                |
| 11             | 2500       | 220       | 1100           | 310                  | 300                  | 50                |
| 12             | 4500       | 220       | 900            | 650                  | 560                  | 90                |
| 13             | 6000       | 220       | 850            | 600                  | 580                  | 120               |
| 14             | 5500       | 220       | 1200           | 620                  | 47                   | 110               |
| 15             | 4000       | 440       | 1050           | 500                  | 420                  | 80                |
| 16             | 6700       | 440       | 800            | 650                  | 620                  | 130               |
| 17             | 7000       | 440       | 1180           | 660                  | 600                  | 140               |
| 18             | 8000       | 220       | 800            | 740                  | 700                  | 160               |
| 19             | 12000      | 220       | 675            | 650                  | 550                  | 240               |
| 20             | 16000      | 220       | 650            | 800                  | 760                  | 320               |
| 21             | 12000      | 220       | 1100           | 600                  | 590                  | 240               |
| 22             | 18000      | 220       | 960            | 1520                 | 1480                 | 360               |
| 23             | 15000      | 440       | 660            | 1400                 | 1300                 | 300               |



Окончание таблицы 2.29

| Номер варианта | $P_n$ , Вт | $U_n$ , В | $n$ , об/мин | $\Delta P_{\text{ст}}$ , Вт | $\Delta P_{\text{м}}$ , Вт | $\Delta P_{\text{л}}$ , Вт |
|----------------|------------|-----------|--------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 24             | 17000      | 440       | 970          | 1360                        | 1300                       | 340                        |
| 25             | 22000      | 220       | 575          | 1660                        | 1600                       | 440                        |
| 26             | 14000      | 220       | 970          | 1770                        | 1680                       | 480                        |
| 27             | 32000      | 220       | 900          | 2160                        | 2000                       | 640                        |
| 28             | 37000      | 220       | 525          | 2560                        | 2200                       | 740                        |
| 29             | 37000      | 440       | 500          | 2500                        | 2300                       | 700                        |
| 30             | 32000      | 4402      | 950          | 1800                        | 1780                       | 650                        |
| 31             | 19000      | 20        | 600          | 2225                        | 46                         | 2042                       |
| 32             | 10000      | 220       | 750          | 1201                        | 67                         | 1471                       |
| 33             | 4500       | 220       | 1000         | 401                         | 21                         | 634                        |
| 34             | 1500       | 220       | 1500         | 185                         | 16                         | 209                        |
| 35             | 1500       | 220       | 3000         | 161                         | 16                         | 296                        |
| 36             | 25000      | 220       | 600          | 2053                        | 89                         | 2798                       |
| 37             | 14000      | 220       | 750          | 1523                        | 62                         | 1807                       |
| 38             | 6000       | 220       | 1000         | 525                         | 10                         | 651                        |
| 39             | 2200       | 220       | 1500         | 173                         | 13                         | 248                        |
| 40             | 2200       | 220       | 3000         | 161                         | 9                          | 380                        |
| 41             | 42000      | 220       | 600          | 845                         | 30                         | 6247                       |
| 42             | 17000      | 220       | 750          | 1358                        | 76                         | 2048                       |
| 43             | 8000       | 220       | 1000         | 606                         | 13                         | 792                        |
| 44             | 3200       | 220       | 1500         | 349                         | 11                         | 491                        |
| 45             | 3200       | 220       | 3000         | 197                         | 13                         | 445                        |
| 46             | 55000      | 220       | 600          | 2965                        | 165                        | 5088                       |
| 47             | 25000      | 220       | 750          | 1887                        | 74                         | 2980                       |
| 48             | 10000      | 220       | 1000         | 1191                        | 42                         | 1346                       |
| 49             | 4500       | 220       | 1500         | 503                         | 3                          | 584                        |
| 50             | 4500       | 220       | 3000         | 208                         | 13                         | 636                        |
| 51             | 70000      | 220       | 600          | 3414                        | 156                        | 5975                       |
| 52             | 32000      | 220       | 750          | 571                         | 1171                       | 3467                       |
| 53             | 12500      | 220       | 1000         | 1142                        | 67                         | 1423                       |
| 54             | 6000       | 220       | 1500         | 520                         | 8                          | 789                        |
| 55             | 6000       | 220       | 3000         | 392                         | 8                          | 873                        |
| 56             | 6000       | 220       | 1000         | 576                         | 9                          | 823                        |
| 57             | 8000       | 220       | 3000         | 836                         | 11                         | 733                        |
| 58             | 11000      | 220       | 1500         | 1097                        | 28                         | 969                        |
| 59             | 14000      | 220       | 1500         | 1571                        | 325                        | 289                        |
| 60             | 19000      | 220       | 1500         | 1665                        | 52                         | 1769                       |

### 3.2 Синхронные машины

#### Задача 7. Расчет трехфазного синхронного генератора

Трехфазный синхронный генератор мощностью  $S_n$  и номинальным напряжением  $U_{\text{лн}}$  работает с коэффициентом мощности  $\cos\varphi_{\text{лн}}$ . Обмотка фазы статора соединена звездой. При этом частота вращения  $n$ , КПД генератора при номинальной нагрузке  $\eta_n$ .

Для нечетных номеров вариантов следует принять соединение фазных обмоток статора по схеме  $Y$ , для четных – по схеме  $\Delta$ .

Требуется определить активную и реактивную мощность генератора при номинальной нагрузке, ток в обмотке статора, требуемую первичному двигателю мощность и вращающий момент при непосредственном механическом соединении валов генератора и первичного двигателя.

Числовые значения заданных величин исходных данных для каждого из вариантов указаны в таблице 2.32.

Таблица 2.32 – Исходные данные к задаче 7

| Вариант | $S_n, \text{кВ}\cdot\text{А}$ | $U_{1n}, \text{кВ}$ | $\cos\varphi_{1n}$ | $n, \text{об/мин}$ | $\eta_{\text{ном}}, \%$ |
|---------|-------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|-------------------------|
| 1       | 12500                         | 10,5                | 0,80               | 600                | 92,1                    |
| 2       | 10000                         | 6,3                 | 0,85               | 750                | 92,3                    |
| 3       | 8000                          | 10,5                | 0,87               | 1000               | 91,4                    |
| 4       | 63000                         | 6,3                 | 0,90               | 1500               | 92,5                    |
| 5       | 5000                          | 10,5                | 0,92               | 600                | 92,2                    |
| 6       | 4000                          | 6,3                 | 0,95               | 750                | 91,3                    |
| 7       | 630                           | 10,5                | 0,98               | 1000               | 92,6                    |
| 8       | 800                           | 6,3                 | 1                  | 1500               | 92,4                    |
| 9       | 10000                         | 10,5                | 0,80               | 600                | 91,9                    |
| 10      | 12800                         | 6,3                 | 0,85               | 750                | 92,2                    |
| 11      | 63000                         | 10,5                | 0,87               | 1000               | 90,7                    |
| 12      | 8000                          | 6,3                 | 0,90               | 1500               | 90,8                    |
| 13      | 4000                          | 10,5                | 0,92               | 600                | 92                      |
| 14      | 5000                          | 6,3                 | 0,95               | 750                | 90,9                    |
| 15      | 3150                          | 10,5                | 0,98               | 1000               | 90,8                    |
| 16      | 2500                          | 6,3                 | 1                  | 1500               | 92,1                    |
| 17      | 2000                          | 10,5                | 0,80               | 600                | 92,3                    |
| 18      | 1600                          | 6,3                 | 0,85               | 750                | 92,4                    |
| 19      | 1250                          | 10,5                | 0,87               | 1000               | 92,2                    |
| 20      | 1000                          | 6,3                 | 0,90               | 1500               | 91,1                    |
| 21      | 800                           | 10,0                | 0,92               | 600                | 90,7                    |
| 22      | 630                           | 6,3                 | 0,95               | 750                | 90,8                    |
| 23      | 630                           | 10,5                | 0,98               | 1000               | 92,4                    |
| 24      | 800                           | 6,3                 | 1                  | 1500               | 92,1                    |
| 25      | 1000                          | 10,5                | 0,80               | 600                | 90,4                    |
| 26      | 1250                          | 6,3                 | 0,85               | 750                | 90,5                    |
| 27      | 1600                          | 10,5                | 0,87               | 1000               | 90,8                    |
| 28      | 2000                          | 6,3                 | 0,90               | 1500               | 90,9                    |
| 29      | 2500                          | 10,5                | 0,92               | 600                | 92,1                    |
| 30      | 3150                          | 6,3                 | 0,95               | 750                | 92,3                    |

### Задача 8. Расчет трехфазного синхронного электродвигателя

Трехфазный синхронный двигатель, номинальные данные которого приведены в таблице 2.34, служит для привода компрессора и во время работы развивает на валу мощность, равную номинальной. Обмотка статора соединена звездой. Частота напряжения питающей сети – 50 Гц. Ток в обмотке возбуждения ротора установлен таким, что ЭДС фазы статора  $E_0 = 1,4U_{\phi}$ , где  $U_{\phi}$  – фазное напряжение статора.

Задание:

1. Определить число пар полюсов ротора и номинальный ток в фазе статора синхронного двигателя.
2. Пренебрегая активным сопротивлением обмотки статора, построить векторную диаграмму фазы синхронного двигателя.
3. По векторной диаграмме определить величину угла рассогласования  $\alpha$  между векторами напряжения  $U_{\phi}$  и ЭДС  $E_0$  и значение синхронного реактивного сопротивления машины.
4. Рассчитать коэффициент мощности промышленного предприятия, если суммарная активная мощность электроприемников предприятия без учета синхронного двигателя  $P_{\text{пр}}$  дана в таблице 2.34.

Варианты значений коэффициентов мощности синхронного двигателя  $\cos \alpha_n$  ( $\alpha_n > 0$ , режим перевозбуждения) и предприятия  $\cos \alpha_{\text{пр}}$  без учета синхронного двигателя указываются преподавателем на основании таблицы 2.33.

Таблица 2.33 – Значения коэффициентов мощности

| Вариант                   | 1    | 2    | 3    | 4    |
|---------------------------|------|------|------|------|
| $\cos \alpha_n$           | 0,9  | 0,85 | 0,85 | 0,9  |
| $\cos \alpha_{\text{пр}}$ | 0,75 | 0,7  | 0,8  | 0,75 |

Таблица 2.34 – Исходные данные к задаче 8

| Вариант | $P_{\text{н}}$ , кВт | $n$ , мин <sup>-1</sup> | $\eta_{\text{н}}$ , % | $U_{\text{н}}$ , В | $P_{\text{пр}}$ , кВт |
|---------|----------------------|-------------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|
| 1       | 75                   | 1500                    | 90,0                  | 380                | 150                   |
| 2       | 75                   | 1000                    | 90,5                  | 660                | 200                   |
| 3       | 125                  | 500                     | 90,0                  | 380                | 250                   |
| 4       | 125                  | 600                     | 90,5                  | 660                | 175                   |
| 5       | 160                  | 500                     | 90,5                  | 660                | 300                   |
| 6       | 160                  | 600                     | 91,0                  | 3000               | 350                   |
| 7       | 200                  | 750                     | 90,5                  | 660                | 500                   |
| 8       | 200                  | 600                     | 91,0                  | 3000               | 375                   |
| 9       | 250                  | 1000                    | 91,0                  | 660                | 500                   |
| 10      | 250                  | 750                     | 91,5                  | 3000               | 550                   |
| 11      | 320                  | 1000                    | 91,5                  | 3000               | 600                   |
| 12      | 320                  | 750                     | 92,0                  | 6000               | 750                   |
| 13      | 400                  | 1000                    | 92,0                  | 3000               | 800                   |
| 14      | 400                  | 750                     | 92,5                  | 6000               | 700                   |
| 15      | 500                  | 750                     | 92,5                  | 3000               | 1000                  |
| 16      | 500                  | 600                     | 93,0                  | 6000               | 900                   |
| 17      | 630                  | 750                     | 93,0                  | 3000               | 1200                  |
| 18      | 630                  | 600                     | 93,5                  | 6000               | 1400                  |
| 19      | 800                  | 600                     | 93,5                  | 3000               | 1600                  |
| 20      | 800                  | 500                     | 94,0                  | 6000               | 1400                  |

Продолжение таблицы 2.34

| Вариант | $P_{\text{в}},$<br>кВт | $n_{\text{в}},$<br>мин <sup>-1</sup> | $\eta_{\text{в}},$<br>% | $U_{\text{в}},$<br>В | $P_{\text{пр}},$<br>кВт |
|---------|------------------------|--------------------------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|
| 21      | 1000                   | 750                                  | 94,0                    | 3000                 | 2000                    |
| 22      | 1000                   | 600                                  | 94,5                    | 6000                 | 2250                    |
| 23      | 1250                   | 500                                  | 94,5                    | 3000                 | 2500                    |
| 24      | 1250                   | 600                                  | 95,0                    | 6000                 | 2600                    |
| 25      | 1600                   | 500                                  | 95,0                    | 3000                 | 3000                    |
| 26      | 1600                   | 375                                  | 95,0                    | 6000                 | 3500                    |
| 27      | 2000                   | 500                                  | 95,5                    | 6000                 | 4000                    |
| 28      | 2000                   | 375                                  | 95,0                    | 3000                 | 5500                    |
| 29      | 3200                   | 500                                  | 96,0                    | 6000                 | 6000                    |
| 30      | 3200                   | 375                                  | 95,5                    | 3000                 | 5000                    |

### Блок С

Примерные темы для выполнения курсового проекта:

1. Расчет электрического привода производственного агрегата центробежного вентилятора.
2. Расчет электрического привода производственного агрегата осевого вентилятора.
3. Расчет электрического привода производственного агрегата центробежного насоса для подачи воды.
4. Расчет электрического привода производственного агрегата поршневого насоса.
5. Расчет электрического привода производственного агрегата вихревого насоса.
6. Расчет электрического привода производственного агрегата ленточного транспортера.
7. Расчет электрического привода производственного агрегата винтового конвейера для перемешивания песка.
8. Расчет электрического привода производственного агрегата грузоподъемного механизма.
9. Расчет электрического привода производственного агрегата механизма поступательного движения.
10. Расчет электрического привода производственного агрегата винтового конвейера для перемещения глины.

### Блок D

Экзаменационные вопросы:

1. Принцип действия трансформатора, устройство, основные показатели
2. Группы соединения трансформатора, определение, отличия, применение
3. Схема замещения трансформатора, уравнения ЭДС и намагничивающих сил

4. Внешняя характеристика трансформатора.
5. Коэффициент полезного действия трансформатора и классификация потерь в нем
6. Условия параллельной работы трансформаторов
7. Автотрансформаторы, особенности конструкции, принцип действия, характеристики
8. Условия создания вращающегося магнитного поля в трехфазной системе
9. Условия создания вращающегося магнитного поля в однофазной системе
10. Устройство и принцип действия асинхронной машины
11. Режимы работы асинхронной машины
12. Понятие скольжения
13. Пуск в ход асинхронного двигателя
14. Энергетическая диаграмма асинхронного двигателя
15. Коэффициент полезного действия и классификация потерь мощности
16. Регулирование частоты вращения асинхронного двигателя
17. Однофазные конденсаторные двигатели, конструкция, особенности работы и пуска
18. Основные уравнения асинхронной машины и их физическая сущность
19. Механическая характеристика асинхронного двигателя
20. Асинхронный двигатель с фазным ротором.
21. Реостатный пуск асинхронного двигателя с фазным ротором
22. Исполнительные асинхронные двигатели
23. Принцип действия синхронного генератора и синхронного двигателя
24. Пуск в ход синхронных двигателей
25. Работа синхронного генератора под нагрузкой. Реакция якоря
26. Характеристики синхронной машины
27. Параметры синхронных машин. Суть метода двух реакций.
28. Синхронно-реактивные двигатели

29. Синхронный компенсатор
30. Синхронные двигатели с постоянными магнитами
31. Условия включения синхронных генераторов на параллельную работу
32. Угловая характеристика синхронной машины
33. Конструкция и принцип действия двигателя постоянного тока независимого возбуждения
34. Регулирование частоты вращения двигателей постоянного тока
35. Условия самовозбуждения генераторов постоянного тока
36. Коммутация в машинах постоянного тока
37. Способы регулирования частоты вращения двигателя постоянного тока
38. Характеристики генератора постоянного тока
39. Реакция якоря в машине постоянного тока
40. Принцип действия генератора постоянного тока. Назначение коллектора
41. Двигатели постоянного тока с самовозбуждением
42. Двигатели постоянного тока в системах автоматики
43. Устройство электрической машины постоянного тока.
44. Принцип действия двигателей постоянного тока.
45. Реакция якоря машины постоянного тока.
46. Способы возбуждения машин постоянного тока.
47. Генератор независимого возбуждения.
48. Генератор параллельного возбуждения
49. Пуск двигателя постоянного тока, значение пускового реостата
50. Механические характеристики двигателя постоянного тока.
51. Рабочие характеристики двигателя постоянного тока.
52. Регулирование частоты вращения двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением.

53. Двигатель постоянного тока с последовательным возбуждением, схема, его характеристики.
54. Потери и КПД машины постоянного тока.
55. Назначение и область применения трансформаторов.
56. Принцип действия трансформатора.
57. Коэффициент трансформации трансформатора.
58. Устройство однофазного трансформатора.
59. Устройство трёхфазного трансформатора.
60. Опыт холостого хода трансформатора, его практическое значение.
61. Опыт короткого замыкания трансформатора, его практическое значение.
62. Рабочий режим трансформатора. Коэффициент загрузки трансформатора.
63. Группы соединения обмоток трёхфазных трансформаторов.
64. Системы охлаждения трансформаторов.
65. Регулирование напряжения трансформаторов.
66. Измерительные трансформаторы, их применение.
67. Принцип действия асинхронного двигателя
68. Устройство асинхронного двигателя.
69. Потери и КПД асинхронного двигателя
70. Механическая характеристика асинхронного двигателя.
71. Рабочие характеристики асинхронного двигателя.
72. Пусковые свойства асинхронного двигателя.
73. Пуск асинхронного двигателя с фазным ротором.
74. Пуск асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.
75. Двигатели с короткозамкнутым ротором с улучшенными пусковыми характеристиками.
76. Регулирование частоты вращения асинхронного двигателя.

77. Регулирование частоты вращения асинхронного двигателя изменением активного сопротивления в цепи ротора.
78. Регулирование частоты вращения асинхронного двигателя изменением числа полюсов обмотки статора.
79. Торможение асинхронного двигателя.
80. Принцип действия однофазных асинхронных двигателей.
81. Пуск однофазного асинхронного двигателя.
82. Конденсаторные двигатели.
83. Принцип действия синхронного генератора.
84. Типы синхронных машин и их устройство
85. Принцип действия синхронного двигателя.
86. Пуск синхронных двигателей.
87. U-образные характеристики синхронного двигателя.
88. Рабочие характеристики синхронного двигателя.
89. Синхронный компенсатор.
90. Назначение, устройство, принцип действия магнитные пускателей.



**Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания**

**Оценивание выполнения тестов**

| 4-балльная шкала    | Показатели                              | Критерии  |
|---------------------|---|---|
| Отлично             | 1. Полнота выполнения тестовых заданий; | Выполнено более 95 % заданий предложенного теста, в заданиях открытого типа дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос  |
| Хорошо              | 2. Своевременность выполнения;          |   |
|                     | 3. Правильность ответов на вопросы;     |   |
| Удовлетворительно   | 4. Самостоятельность тестирования.      |   |
| Неудовлетворительно |   | Выполнено от 75 до 95 % заданий предложенного теста, в заданиях открытого типа дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос; однако были допущены неточности в определении понятий, терминов и др.                      |
|                     |   | Выполнено от 50 до 75 % заданий предложенного теста, в заданиях открытого типа дан неполный ответ на поставленный вопрос, в ответе не присутствуют доказательные примеры, текст со стилистическими и орфографическими ошибками. |
|                     |   | Выполнено менее 50 % заданий предложенного теста, на поставленные вопросы ответ отсутствует или неполный, допущены существенные ошибки в теоретическом материале (терминах, понятиях).  |

**Оценивание ответа на практическом занятии** (собеседование, доклад, сообщение и т.п.)

| 4-балльная шкала | Показатели | Критерии |
|------------------|------------|----------|
|------------------|------------|----------|

|                   |   |  |
|-------------------|---|--|
| Отлично           | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Полнота изложения теоретического материала;</li> <li>2. Правильность и/или аргументированность изложения (последовательность действий);</li> <li>3. Самостоятельность ответа;</li> <li>4. Культура речи;</li> </ol> | <p>Дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на поставленный вопрос, где он продемонстрировал знания предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину, самостоятельно, и исчерпывающе отвечает на дополнительные вопросы, приводит собственные примеры по проблематике поставленного вопроса, решил предложенные практические задания без ошибок.</p>   |
| Хорошо            | <ol style="list-style-type: none"> <li>5. Степень осознанности, понимания изученного</li> <li>6. Глубина / полнота рассмотрения темы;</li> <li>7. соответствие выступления теме, поставленным целям и задачам</li> </ol>                                      | <p>Дан развернутый ответ на поставленный вопрос, где студент демонстрирует знания, приобретенные на лекционных и семинарских занятиях, а также полученные посредством изучения обязательных учебных материалов по курсу, дает аргументированные ответы, приводит примеры, в ответе присутствует свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается неточность в ответе. Решил предложенные практические задания с небольшими неточностями.</p>                  |
| Удовлетворительно |   | <p>Дан ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой дисциплины, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, знанием основных вопросов теории, слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры, недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа и решении практических заданий.</p> |

|                     |  |   |
|---------------------|--|---|
| Неудовлетворительно |  | Дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Выводы поверхностны. Решение практических заданий не выполнено, т.е студент не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах преподавателя. |
|---------------------|--|---|

#### Оценивание выполнения типовой задачи

| 4-балльная шкала    | Показатели  | Критерии   |
|---------------------|---|--|
| Отлично             | 1. Полнота выполнения;<br>2. Своевременность выполнения;<br>3. Последовательность и рациональность выполнения;  | Задание решено самостоятельно. Студент учел все условия задачи, правильно определил статьи нормативно-правовых актов, полно и обоснованно решил правовую ситуацию  |
| Хорошо              | 4. Самостоятельность решения;<br>5. способность анализировать и обобщать информацию.  | Студент учел все условия задачи, правильно определил большинство статей нормативно-правовых актов, правильно решил правовую ситуацию, но не сумел дать полного и обоснованного ответа  |
| Удовлетворительно   | 6. Способность делать обоснованные выводы на основе интерпретации информации, разъяснения;<br>7. Установление причинно-следственных связей, выявление закономерности; | Задание решено с подсказками преподавателя. Студент учел не все условия задачи, правильно определил некоторые статьи нормативно-правовых актов, правильно решил правовую ситуацию, но не сумел дать полного и обоснованного ответа |
| Неудовлетворительно |   | Задание не решено.   |

## Оценивание выполнения курсового проекта

| 4-балльная шкала    | Показатели  | Критерии   |
|---------------------|---|--|
| Отлично             | <p><u>1 Полнота выполнения курсового проекта</u></p> <p><u>2 Своевременность выполнения</u></p> <p><u>3 Последовательность и рациональность выполнения</u></p> <p><u>4 Самостоятельность выполнения</u></p> | Выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил материал курса, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его изложил, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и вопросами, причем не затрудняется с ответами при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач. |
| Хорошо              |   | Выставляется студенту, если он твердо знает материал курса, 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   |   | Выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности. Недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности изложения программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических задач   |
| Неудовлетворительно |   | Выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно.  |

## Оценивание ответа на экзамене

| 4-балльная шкала | Показатели  | Критерии   |
|------------------|---|--|
| Отлично          | <p>1. Полнота изложения теоретического материала;</p> <p>2. Полнота и правильность решения практического задания;</p> | Дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на поставленный вопрос, где он продемонстрировал знания предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает |

| 4-балльная шкала    | Показатели   | Критерии  |
|---------------------|--|---|
|                     | 3. Правильность и/или аргументированность изложения (последовательность действий);<br>4. Самостоятельность ответа; | дисциплину, самостоятельно, и исчерпывающе отвечает на дополнительные вопросы, приводит собственные примеры по проблематике поставленного вопроса, решил предложенные практические задания без ошибок.  |
| Хорошо              | 5. Культура речи;<br>6. и т.д.   | Дан развернутый ответ на поставленный вопрос, где студент демонстрирует знания, приобретенные на лекционных и семинарских занятиях, а также полученные посредством изучения обязательных учебных материалов по курсу, дает аргументированные ответы, приводит примеры, в ответе присутствует свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается неточность в ответе. Решил предложенные практические задания с небольшими неточностями.                  |
| Удовлетворительно   |  | Дан ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой дисциплины, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, знанием основных вопросов теории, слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры, недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа и решении практических заданий. |
| Неудовлетворительно |  | Дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов   |

| 4-балльная шкала | Показатели | Критерии  |
|------------------|------------|---|
|                  |            | теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Выводы поверхностны. Решение практических заданий не выполнено, т.е студент не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах преподавателя. |

### **Раздел 3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Основными этапами формирования компетенций по дисциплине при изучении студентами дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой разделов Итоговой формой контроля знаний, умений и навыков по дисциплине является экзамен. Экзамен проводится по билетам, которые включают три теоретических вопроса.

Оценка знаний студентов производится по следующим критериям:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил материал курса, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его изложил, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами и вопросами, причем не затрудняется с ответами при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач;

- оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал курса, 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;

- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности. Недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности изложения программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических задач;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно.