

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

Бурковский А.В.

«31» августа 2018 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

«Устойчивость работы электрических машин»

Направление подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль Технология проектирования и производства электрических машин для устойчивой работы в заданных условиях с учетом геометрии воздушного зазора

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2018

Автор программы

/Кононенко К.Е./

Заведующий кафедрой  
Электромеханических  
систем и электроснабжения

/Шелякин В.П./

Руководитель ОПОП

/Кононенко К.Е./

Воронеж 2018

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1. Цели дисциплины:** изучение дисциплины способствует приобретению магистрами умений решения вопросов анализа устойчивости работы электрических машин и навыков моделирования переходных процессов в электромеханических системах и создания алгоритмов управления ими при выходе из установившихся режимов.

**1.2. Задачи освоения дисциплины:** 1)изучение факторов, определяющих устойчивость электрических машин; 2)изучение современных способов моделирования; 3)приобретение навыков анализа устойчивости электрических машин в различных условиях.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Устойчивость работы электрических машин» относится к дисциплинам вариативной части блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Устойчивость работы электрических машин» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки при исследовании самостоятельных тем

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции                        |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1        | Знать основные необходимые и достаточные условия устойчивости электрических машин        |
|             | Уметь создавать математические модели для оценки устойчивости работы электрических машин |
|             | Владеть методами проведения вычислительного и физического эксперимента                   |

## 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Устойчивость работы электрических машин» составляет 9 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

| Виды учебной работы               | Всего часов | Семестры |
|-----------------------------------|-------------|----------|
|                                   |             | 3        |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b> | 54          | 54       |
| В том числе:                      |             |          |
| Лекции                            | 18          | 18       |
| Практические занятия (ПЗ)         | 36          | 36       |
| <b>Самостоятельная работа</b>     | 234         | 234      |
| <b>Курсовая работа</b>            | +           | +        |

|                                         |     |     |
|-----------------------------------------|-----|-----|
| Часы на контроль                        | 36  | 36  |
| Виды промежуточной аттестации - экзамен | +   | +   |
| Общая трудоемкость:                     |     |     |
| академические часы                      | 324 | 324 |
| зач.ед.                                 | 9   | 9   |

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### очная форма обучения

| № п/п        | Наименование темы                                        | Содержание раздела                                                                                                                                                                             | Лекц      | Прак зан. | СРС        | Всего, час |
|--------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|------------|------------|
| 1            | Общие вопросы устойчивости                               | Понятие устойчивости. Общие задачи устойчивости движения. Уравнение движения электрической машины                                                                                              | 4         | 6         | 38         | 48         |
| 2            | Статическая устойчивость синхронных машин                | Устойчивость по Ляпунову<br>Самостоятельное изучение: «Методика исследования устойчивости работы на основе анализа дифференциальных уравнений первого приближения»                             | 4         | 6         | 38         | 48         |
| 3            | Динамическая устойчивость синхронных машин               | Анализ устойчивости работы на основе анализа уравнений Парка-Горева. Параметры синхронных машин. Анализ влияния упругих механических связей в синхронном приводе на устойчивость движения      | 4         | 6         | 38         | 48         |
| 4            | Устойчивость работы коллекторных машин постоянного тока  | Устойчивость работы машин постоянного тока при различном питающем напряжении. Оценка устойчивости двигателя постоянного тока при пульсирующем питающем напряжении                              | 2         | 6         | 40         | 48         |
| 5            | Устойчивость работы бесконтактных машин постоянного тока | Анализ устойчивости двигателя постоянного тока при случайных механических возмущениях                                                                                                          | 2         | 6         | 40         | 48         |
| 6            | Устойчивость работы асинхронных машин                    | Определение области устойчивой работы асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Анализ зависимости механической характеристики асинхронного двигателя от его электрических параметров | 2         | 6         | 40         | 48         |
| <b>Итого</b> |                                                          |                                                                                                                                                                                                | <b>18</b> | <b>36</b> | <b>234</b> | <b>288</b> |

### 5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

## **6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 3 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Устойчивость работы электрических машин» определяется преподавателем согласно теме магистерской диссертации на банном этапе обучения, что подразумевает любой тип электрических машин.

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- Изучение методики оценки статической устойчивости работы.
- Изучение способов оценки динамической устойчивости работы.
- Исследование пусковых и рабочих характеристик устойчиво работающих электрических машин.

Курсовая работа включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

## **7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

### **7.1.1 Этап текущего контроля**

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

| <b>Компетенция</b> | <b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>                   | <b>Критерии оценивания</b>                                                                           | <b>Аттестован</b>                                             | <b>Не аттестован</b>                                            |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| ПК-1               | знать (ОСНОВНЫЕ необходимые и достаточные условия устойчивости электрических машин)        | Активная работа на практических занятиях, ответы на теоретические вопросы при защите курсовой работы | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|                    | уметь (создавать математические модели для оценки устойчивости работы электрических машин) | Активная работа на практических занятиях, ответы на теоретические вопросы при защите курсовой работы | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|                    | владеть (методами                                                                          | Активная работа на практических занятиях,                                                            | Выполнение работ в срок,                                      | Невыполнение работ в срок,                                      |

|  |                                                                 |                                                                  |                                            |                                            |
|--|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|
|  | проведения<br>вычислительного и<br>физического<br>эксперимента) | ответы на теоретические<br>вопросы при защите<br>курсовой работы | предусмотренный в<br>рабочих<br>программах | предусмотренный<br>в рабочих<br>программах |
|--|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции                          | Критерии оценивания                                      | Отлично                                                | Хорошо                                                                                | Удовл.                                                   | Неудовл.                             |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| ПК-1        | знать (основные необходимые и достаточные условия устойчивости электрических машин)        | Тест                                                     | Выполнение теста на 90-100%                            | Выполнение теста на 80-90%                                                            | Выполнение теста на 70-80%                               | В тесте менее 70% правильных ответов |
|             | уметь (создавать математические модели для оценки устойчивости работы электрических машин) | Решение стандартных практических задач                   | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены                     |
|             | владеть (методами проведения вычислительного и физического эксперимента)                   | Решение прикладных задач в конкретной предметной области | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены                     |

## 7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

### 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Искрение на коллекторе, сопровождающее неудовлетворительную коммутацию машин постоянного тока, вызывается перечисленными причинами. Укажите неправильный ответ.

1) Неудовлетворительным механическим состоянием коллекторно-

щеточного узла.

2) Превышением допустимого уровня напряжения между соседними коллекторными пластинами.

3) Разрядом электромагнитной энергии, запасенной секцией, в момент ее размыкания.

4) Прямолинейным характером коммутации.

2. По какой схеме включается обмотка дополнительных полюсов в генераторе постоянного тока параллельного возбуждения? Укажите правильный ответ.

1) Последовательно с обмоткой якоря.

2) Параллельно с обмоткой якоря.

3) Последовательно с обмоткой возбуждения.

4) Последовательно во внешнюю цепь.

3. Каково назначение пускового реостата при пуске в ход двигателя постоянного тока параллельного возбуждения? Укажите правильный ответ.

1) Уменьшить пусковой момент.

2) Уменьшить пусковой ток в обмотке якоря.

3) Уменьшить ток в обмотке возбуждения.

4) Уменьшить время разгона двигателя.

4. Скольжение, соответствующее максимальному электромагнитному моменту, называется критическим  $S_m$ . Чему равно критическое скольжение асинхронного двигателя нормального исполнения? Укажите правильный ответ.

1)  $S_m = 0,03$ .

2)  $S_m = 1$ .

3)  $S_m = 0,12 \dots 0,2$ .

4)  $S_m = 0,6 \dots 0,7$ .

5. В каком отношении находятся частота вращения ротора  $n$  и частота вращения магнитного поля статора  $n_1 = f_1/p$  при работе трехфазной асинхронной машины в режиме двигателя? Укажите правильный ответ.

1)  $n < n_1$ .

2)  $n = n_1$ .

3)  $n > n_1$ .

4)  $n \geq n_1$ .

6. Синхронная машина обратима, то есть может работать как в режиме генератора, так и в режиме двигателя. Что необходимо сделать, чтобы синхронный генератор, работающий параллельно с мощной сетью, перевести в двигательный режим? Укажите правильный ответ.

1) Увеличить ток в обмотке возбуждения.

2) Уменьшить ток в обмотке возбуждения.

3) Уменьшить до нуля момент, подводимый к синхронной машине от

первичного двигателя.

4) Увеличить момент, подводимый к синхронной машине от первичного двигателя.

7. Как производится регулирование реактивной мощности, отдаваемой синхронным двигателем в сеть? Укажите правильный ответ.

- 1) Изменением активного сопротивления в цепи статора.
- 2) Изменением момента сопротивления на валу.
- 3) Изменением синхронного индуктивного сопротивления.
- 4) Изменением тока в обмотке возбуждения двигателя.

8. В синхронных двигателях в основном применяется асинхронный способ пуска. Для чего на роторе двигателя выполняется специальная короткозамкнутая обмотка, а обмотка возбуждения замыкается на добавочное сопротивление? Укажите неправильный ответ.

- 1) Для предотвращения пробоя изоляции обмотки возбуждения.
- 2) Для увеличения пускового момента.
- 3) Для увеличения максимального момента при пуске.
- 4) Для увеличения времени пуска.

9. Какое влияние оказывает несимметричная нагрузка на работу синхронного генератора? Укажите неправильный ответ.

- 1) Возникают дополнительные потери в роторе.
- 2) Искажается синусоидальность формы кривой напряжения в обмотке статора.
- 3) Основное отрицательное влияние оказывают токи нулевой последовательности.
- 4) Несимметричная нагрузка допускается, если ток в фазах не превышает номинальный и разность токов в фазах: а) для турбогенераторов не превышает 10% от  $I_n$ ; б) для других генераторов - 20% от  $I_n$ .

10. Почему ротор синхронной машины может быть изготовлен массивным, а сердечник статора обязательно набирают из штампованных тонких листов электротехнической стали? Укажите неправильный ответ.

- 1) Сердечник статора перемагничивается с частотой ЭДС, индуцированной в обмотке статора.
- 2) Магнитный поток в сердечнике статора значительно превышает поток в сердечнике ротора.
- 3) Частота вращения магнитного поля статора равна частоте вращения ротора.
- 4) Магнитный поток машины в установившемся режиме неподвижен

относительно ротора.

### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Привести форму записи уравнений Парка-Горева для синхронной машины.
2. Привести форму записи уравнений Парка-Горева для асинхронной машины.
3. Сформулируйте определение устойчивости работы электрической машины.
4. Что такое автоколебательная неустойчивость синхронной машины.
5. Дайте понятие границе устойчивой работы электрической машины.
6. Статическая устойчивость электрических машин. Поясните на примере.
7. Динамическая неустойчивость электрических машин. Поясните на примере.
8. Как изменяются индуктивные параметры обмоток асинхронных машин в зависимости от режима работы и нагрузки на валу?
9. Влияние частотного преобразователя на область устойчивой работы электрической машины.
10. Чем отличаются между собой синхронные индуктивные, переходные и сверхпереходные сопротивления?

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Определите направление ЭДС, наведенной магнитным потоком основных полюсов в витках обмотки якоря генератора постоянного тока (рис. 1.3). Укажите правильный ответ.

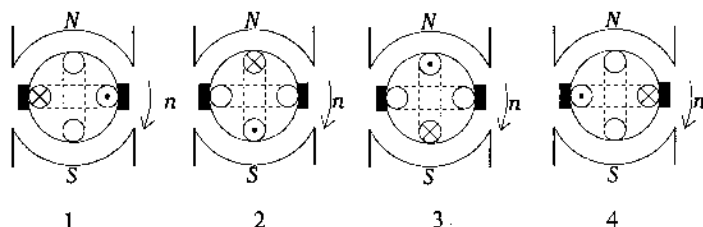


Рисунок 1

2. У электродвигателя постоянного тока сопротивление цепи обмотки якоря 2 Ом.

Определить электрическую мощность, потребляемую из сети, если электродвигатель работает при токе 10 А, а ЭДС обмотки якоря равна 200 В. Укажите правильный ответ.

1. 2200 Вт.      2. 2000 Вт.      3. 1800 Вт.      4. 2020 Вт.

3. В каком из изображенных на рисунке 2 генераторов постоянного тока

МДС якоря  $F_a$  может быть разложена на две составляющие: поперечную  $F_{aq}$  и продольную размагничивающую  $F_{ad}$ ? Укажите правильный ответ.

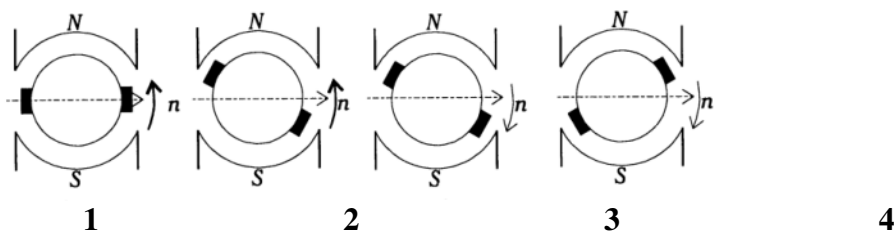


Рисунок 2

4. Какой процент от мощности синхронной машины расходуется на ее возбуждение? Укажите правильный ответ.

1. 0,3%.      2. 0,3...3%.      3. 10...15%.      4. 20...50%.

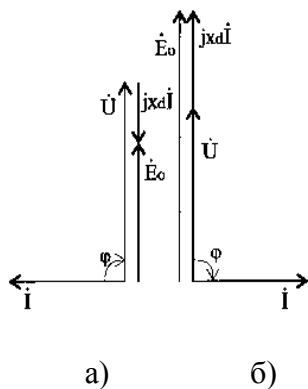
5. Перечислите основные свойства синхронной машины. Укажите неправильный ответ.

1. Синхронной машиной называется такая машина переменного тока, частота вращения которой находится в строго постоянном отношении к частоте тока в сети ( $n_1 = f_1/p$  об/с) и не зависит от нагрузки.
2. Синхронная машина обратима, то есть может работать как в генераторном, так и в двигательном режимах.
3. Синхронный двигатель - самый распространенный двигатель переменного тока.
4. Синхронные генераторы являются основным источником электрической энергии в промышленных сетях.

6. Какое из приведенных названий индуктивных сопротивлений, характеризующих установившийся режим работы синхронной машины, не соответствует обозначению?

1.  $x_\sigma$  - индуктивное сопротивление рассеяния обмотки статора.
2.  $x_q = x_{aq} + x_\sigma$  - синхронное индуктивное сопротивление по поперечной оси.
3.  $x_{ad}, x_{aq}$  - индуктивные сопротивления обмотки ротора соответственно по продольной и поперечной осям.
4.  $x_d = x_{ad} + x_\sigma$  - синхронное индуктивное сопротивление по продольной оси.

7. На рисунке изображены векторные диаграммы синхронного генератора при параллельной работе с сетью при различных значениях тока возбуждения  $i_b$ . Какая из векторных диаграмм (а или б) соответствует работе генератора с недовозбуждением, а какая с перевозбуждением? Как при этом будет изменяться результирующий магнитный поток синхронного генератора, если  $U = \text{const}$ ? Укажите правильный ответ.



1. а - перевозбуждение, б - недовозбуждение; с увеличением  $i_b$  поток растет.
2. а - перевозбуждение, б - недовозбуждение; при изменении  $i_b$  поток постоянен.
3. а - недовозбуждение, б - перевозбуждение; с увеличением  $i_b$  поток растет.
4. а - недопозбуждение, б - перевозбуждение; при изменении  $i_b$  поток постоянен.

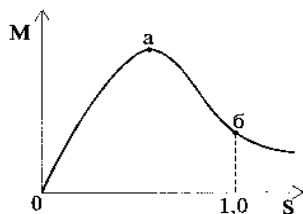
**8.** В чем заключаются основные недостатки и преимущества синхронных машин с возбуждением от постоянных магнитов по сравнению с синхронными машинами классической конструкции? Укажите неправильный ответ.

1. Трудно регулируется поток возбуждения, что создает сложности в регулировании напряжения в генераторном режиме - недостаток.
2. Пониженная надежность - недостаток.
3. Отсутствие скользящего контакта - преимущество.

**9.** Существуют различные способы борьбы с моментами от высших гармонических в асинхронных двигателях. Укажите неправильный ответ.

1. Применение на статоре распределенных обмоток с укороченным шагом.
2. Применение скоса пазов статора (ротора) на одно зубцовое деление ротора (статора).
3. Правильный выбор соотношения между числом зубцов на статоре и роторе. Наиболее неблагоприятными соотношениями являются:  
 $Z_1 = Z_2$  и  $Z_1 - Z_2 = \pm 2p$ .
4. Уменьшение величины воздушного зазора.

**10.** Какой участок механической характеристики асинхронного двигателя, изображенной на рисунке, является устойчивым при  $M_c = \text{const}$ ? Укажите правильный ответ.



- 1 . Только "аб".
2. "0а" и "аб".
3. Только "0а".
4. На изображенной части характеристики устойчивых участков нет.

#### **7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

Не предусмотрено учебным планом

#### **7.2.5 Примерный перечень вопросов к экзамену**

- 1 Расчет момента инерции ротора электрической машины.
- 2 Определение критериев устойчивости электрической машины.
- 3 Определение границ устойчивости работы электрической машины.
- 4 Создание математической модели электрической машины для анализа устойчивости ее работы.
- 5 Анализ устойчивости электрической машины при случайных механических

возмущениях.

- 6 Понятие устойчивости.
- 7 Общие задачи устойчивости движения.
- 8 Устойчивость по Ляпунову.
- 9 Уравнение движения электрической машины.
- 10 Методы расчета момента инерции ротора электрической машины.
- 11 Методы экспериментальной проверки момента инерции вращающейся части электрической машины.
- 12 Отличия механических характеристик машин постоянного тока с различным способом возбуждения.
- 13 Влияние формы питающего напряжения на устойчивость работы машин постоянного тока.
- 14 Устойчивость работы синхронного двигателя.
- 15 Дифференциальные уравнения синхронных двигателей в различных системах координат.
- 16 Определение границ устойчивой работы синхронной машины.
- 17 Методика исследования устойчивости работы на основе анализа дифференциальных уравнений первого приближения.
- 18 Проблема устойчивости работы однофазных синхронных двигателей.
- 19 Влияние емкости фазосдвигающего конденсатора на устойчивость квазисинхронного режима работы синхронного неявнополюсного двигателя с постоянными магнитами.
- 20 Устойчивость работы асинхронного двигателя.
- 21 Уравнения асинхронного двигателя, позволяющие решать задачу устойчивости.
- 22 Возможности расширения зоны устойчивой работы асинхронного привода.

#### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.

### **7.2.7 Паспорт оценочных материалов**

| № п/п | Контролируемые разделы (темы) дисциплины                 | Код контролируемой компетенции | Наименование оценочного средства          |
|-------|----------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------|
| 1     | Общие вопросы устойчивости                               | ПК-1                           | Тест, контрольная работа, курсовая работа |
| 2     | Статическая устойчивость синхронных машин                | ПК-1                           | Тест, контрольная работа, курсовая работа |
| 3     | Динамическая устойчивость синхронных машин               | ПК-1                           | Тест, контрольная работа, курсовая работа |
| 4     | Устойчивость работы коллекторных машин постоянного тока  | ПК-1                           | Тест, контрольная работа, курсовая работа |
| 5     | Устойчивость работы бесконтактных машин постоянного тока | ПК-1                           | Тест, контрольная работа, курсовая работа |
| 6     | Устойчивость работы асинхронных машин                    | ПК-1                           | Тест, контрольная работа, курсовая работа |

### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

Кононенко А.В. Устойчивость работы и переходные процессы электрических машин переменного тока [электронный ресурс]. Кононенко А.В., Кононенко К.Е. учеб. Пособие. – Воронеж, 2014, - 180 с. № Гос. Регистрации 0321403572.

Кононенко А.В. Математическое моделирование асинхронных двигателей [электронный ресурс]. Кононенко А.В., Кононенко К.Е. учеб. Пособие. – Воронеж, 2014, - 125 с. № Гос. Регистрации 0321403443.

Быковский, В. В. Исследование электрических машин : лабораторный практикум; учебное пособие / В.В. Быковский; И.И. Гирфанов. - Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2015. - 112 с. - ISBN 978-5-7410-1215-4. URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364814>

## **8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

### **8.2.1 Программное обеспечение**

- Windows Professional 8.1 (7 и 8) Single Upgrade MVL A Each Academic
- SMath Studio;
- OpenOffice;
- Adobe Acrobat Reader
- Internet explorer;
- FEMM 4.2;
- Компас-График LT;
- AutoCAD.

### **8.2.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

- Российское образование. Федеральный портал. <http://www.edu.ru/>
- Образовательный портал ВГТУ <https://education.cchgeu.ru/>

### **8.2.3 Информационные справочные системы**

- <http://window.edu.ru>
- <https://wiki.cchgeu.ru/>

### **8.2.4 Современные профессиональные базы данных**

- Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru>
- Единая система конструкторской документации. URL: [https://standartgost.ru/0/2871-edinaya\\_sistema\\_konstruktorskoy\\_dokumentatsii](https://standartgost.ru/0/2871-edinaya_sistema_konstruktorskoy_dokumentatsii)
- Федеральный институт промышленной собственности. Информационно-поисковая система. URL: [www1.fips.ru](http://www1.fips.ru)
- Национальная электронная библиотека. URL: [elibrary.ru](http://elibrary.ru)
- Electrical 4U. Разделы сайта: «Машины постоянного тока», «Трансформаторы», «Электротехника», «Справочник». Адрес ресурса: <https://www.electrical4u.com/>
- All about circuits. Одно из самых крупных онлайн-сообществ в области электротехники. На сайте размещены статьи, форум, учебные материалы (учебные пособия, видеолекции, разработки, вебинары) и другая

информация. Адрес ресурса: <https://www.allaboutcircuits.com>

– Netelectro. Новости электротехники, оборудование и средства автоматизации. Информация о компаниях и выставках, статьи, объявления. Адрес ресурса: <https://netelectro.ru/>

– Marketelectro. Отраслевой электротехнический портал. Представлены новости отрасли и компаний, объявления, статьи, информация о мероприятиях, фотогалерея, видеоматериалы, нормативы и стандарты, библиотека, электромаркетинг. Адрес ресурса: <https://marketelectro.ru/>

– Библиотека Адрес ресурса: WWER <http://lib.wwer.ru/>

– Каталог электротехнического оборудования. URL: <https://electro.mashinform.ru;>

– Электродвигатели. <http://www.elecab.ru/dvig.shtml>

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

**Специализированная аудитория**, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой.

**Компьютерный класс**, оснащенный необходимыми техническими средствами и программными продуктами.

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Устойчивость работы электрических машин» читаются лекции, проводятся практические занятия, выполняется курсовая работа.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета задач устойчивости в электрических машинах. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

| Вид учебных занятий | Деятельность студента                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекция              | Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо |

|                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                       | сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Практическое занятие                  | Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.                                                                                                                                                                                                                                           |
| Самостоятельная работа                | Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:<br>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;<br>- выполнение домашних заданий и расчетов;<br>- работа над темами для самостоятельного изучения;<br>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;<br>- подготовка к промежуточной аттестации. |
| Подготовка к промежуточной аттестации | Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.                                                                                                                                                                                                                     |

### Лист регистрации изменений

| №<br>п/п | Перечень вносимых изменений                                                                                                                                                | Дата<br>внесения<br>изменений | Подпись<br>заведующего<br>кафедрой,<br>ответственной за<br>реализацию ОПОП           |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем | 31.08.2019                    |   |
| 2        | Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем | 31.08.2020                    |  |
| 3        |                                                                                                                                                                            |                               |                                                                                      |