

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Орский гуманитарно-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Оренбургский государственный университет»  
(Орский гуманитарно-технологический институт (филиал) ОГУ)

Кафедра электроэнергетики и теплоэнергетики

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для обучающихся по освоению дисциплины  
«Б1.В.ОД.1 Автоматизированный электропривод»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
(код и наименование направления подготовки)

Электроснабжение

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы

Программа академического бакалавриата

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная, заочная

Год начала реализации программы (набора)

2018

г. Орск 2017

Методические указания предназначены для обучающихся очной и заочной форм обучения направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника профиль «Электроснабжение».

Составитель \_\_\_\_\_  С.С. Кочковская

Методические указания рассмотрены и одобрены на заседании кафедры электроэнергетики и теплоэнергетики, протокол № 1 от 14 сентября 2017 г.

И.о. заведующего кафедрой электроэнергетики и теплоэнергетики,  
канд. пед. наук, доцент  Е.В. Баширова

© Кочковская С.С., 2017  
© Орский гуманитарно-  
технологический  
институт (филиал)  
ОГУ, 2017

## Содержание

1. Общие сведения.....	5
2. Задания для внеаудиторной самостоятельной работы.....	5
2.1 Механика электропривода.....	5
2.2 Электропривод с двигателем постоянного тока .....	6
2.3 Электропривод с двигателями переменного тока .....	6
2.4 Энергетика электропривода .....	8
2.5 Электропривод подъемно-транспортных машин.....	9
2.6 Электропривод металлургических машин и агрегатов.....	9
2.7 Электропривод металлорежущих станков .....	9
2.8 Электропривод турбомеханизмов .....	9
2.9 Примерная тематика контрольной работы.....	11
3. Рекомендуемая литература.....	12
3.1 Основная литература.....	12
3.2 Дополнительная литература.....	12
3.3 Периодические издания.....	12
3.4 Интернет-ресурсы.....	12

Для полного овладения знаниями и умениями обучающемуся необходимо в течение учебного года заниматься внеаудиторной самостоятельной работой. Цель внеаудиторной самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, справочную документацию и специальную литературу;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, совершенствованию и самоорганизации;
- формирование общих и профессиональных компетенций
- развитие исследовательских умений.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия. По предмету «Автоматизированный электропривод» используются следующие виды заданий для внеаудиторной самостоятельной работы: подготовка к защите лабораторных работ и практических занятий.

Перед выполнением обучающимися внеаудиторной самостоятельной работы преподаватель проводит инструктаж по выполнению задания, который включает цель задания, его содержание, сроки выполнения, ориентировочный объем работы, основные требования к результатам работы, критерии оценки.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся используются наблюдение и оценка выполнения практических занятий и лабораторных работ, оценка по результатам тестирования, оценка по результатам устного опроса. Критериями оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

- сформированность общеучебных умений;
- уровень освоения студентом учебного материала;
- умение студента использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- уровень умения активно использовать электронные образовательные ресурсы, находить требующуюся информацию, изучать ее и применять на практике;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление материала в соответствии с требованиями;
- уровень умения четко сформулировать проблему, предложив ее решение, критически оценить решение и его последствия;
- уровень умения сформулировать собственную позицию и аргументировать ее.
- уровень умения определить, проанализировать альтернативные возможности, варианты действий;

## **ЗАДАНИЯ ДЛЯ ВНЕАУДИТОРНОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

### **2.1 Механика электропривода**

При изучении данного материала необходимо ознакомиться с назначением элементов электропривода, требованиями к электроприводу, расчетными схемами одномассовой системы, видами моментов, действующих в электроприводе, типовыми статическими нагрузками, основным уравнением движения электропривода, электромеханической постоянной времени и ее физическим смыслом, методами расчета механических переходных процессов.

#### **Вопросы для самопроверки:**

1. Состояние и перспективы развития электропривода в производстве.
2. Основные понятия и определения.
3. Краткий исторический обзор развития электропривода.
4. Классификация электроприводов.
5. Предмет, задачи, структура и методика изучения учебного курса.
6. Уравнения механических и электромеханических характеристик рабочих машин и электродвигателей.
7. Анализ механических характеристик рабочих машин.
8. Анализ механических и скоростных характеристик электродвигателей постоянного и переменного тока.
9. Естественные и искусственные характеристики, их расчёт и построение.
10. Особенности пуска электродвигателей постоянного и переменного тока, методы снижения пусковых токов при пуске электродвигателей.
11. Методика расчета пусковых сопротивлений. Тормозные режимы.
12. Анализ работы асинхронных электродвигателей при отклонении параметров сети.
13. Виды статической нагрузки (активная и реактивная). Уравнения движения электропривода и их анализ. Статическая устойчивость электроприводов.
14. Приведение моментов сопротивления и усилий, моментов инерции и масс к скорости одного вала.
15. Расчет моментов сопротивления и момента инерции для электроприводов с кривошипно-шатунным механизмом. Переходные процессы электропривода при моментах сопротивления постоянных, зависящих от пути, времени, угла поворота, с постоянным и переменным моментами инерции. Энергетика переходных процессов.
16. Потери электроэнергии в переходных процессах.
17. Способы уменьшения потерь энергии в переходных процессах.

**Форма отчетности:** оформление отчета по практическому занятию, устный опрос.

## 2.2 Электропривод с двигателем постоянного тока

При изучении данного раздела необходимо ознакомиться со схемами включения двигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТ НВ), механическими и электрическими постоянными ДПТ НВ, тормозными режимами работы электропривода с ДПТ НВ, способами регулирования скорости ДПТ НВ, методами расчета пусковых диаграмм ДПТ НВ (графические и аналитические), схемами включения двигателя постоянного тока последовательного возбуждения (ДПТПВ), способами регулирования скорости электропривода с ДПТПВ с шунтирование и без шунтирования.

### Вопросы для самопроверки:

1. Регулирование частоты вращения электроприводов. Диапазон регулирования. Плавность регулирования. Жесткость характеристик. Зависимость момента и мощности от угловой скорости при различных способах регулирования.

2. Погрешности при регулировании частоты вращения. Экономичность и КПД при регулировании.

3. Регулирование частоты вращения ДПТ независимого возбуждения изменением сопротивления в цепи якоря.

4. Регулирование частоты вращения ДПТ независимого возбуждения изменением магнитного потока.

5. Регулирование частоты вращения ДПТ независимого возбуждения изменением подводимого к якорю напряжения. Система Г – Д.

6. Регулирование частоты вращения ДПТ с помощью управляемых тиристорных преобразователей. Принцип регулирования. Достоинства и недостатки.

7. Регулирование частоты вращения ДПТ последовательного возбуждения изменением сопротивления в цепи якоря.

8. Замкнутая система преобразователь – двигатель с положительной обратной связью по току якоря.

**Форма отчетности:** оформление отчёта по практическому занятию, лабораторной работе, устный опрос.

## 2.3 Электропривод с двигателями переменного тока

При изучении данного раздела необходимо рассмотреть схемы замещения асинхронного двигателя (АД), точными и упрощенными формулами Клосса, статическими характеристиками АД в тормозных режимах работы, характеристиками АД при питании от источника напряжения и от источника тока, методами расчета пусковых диаграмм асинхронного двигателя, способами регулирования скорости асинхронного двигателя, тормозными режимами синхронного привода, способами регулирования скорости синхронного двигателя.

### **Вопросы для самопроверки:**

1. Способы регулирования частоты вращения асинхронных двигателей.
2. Регулирование частоты вращения АД с короткозамкнутым ротором изменением напряжения на обмотке статора.
3. Регулирование частоты вращения АД изменением числа пар полюсов.
4. Каскадное включение АД с другими машинами.
5. Автоматическое регулирование угловой скорости асинхронных электродвигателей при помощи тиристорных регуляторов напряжения.
6. Системы преобразования частоты тока для регулируемого электропривода.
7. Регулирование частоты вращения АД введением сопротивления в цепи ротора.
8. Импульсное регулирование АД.
9. Регулирование частоты вращения АД изменением частоты питающего тока.
10. Нагрев и охлаждение электродвигателей. Понятие установившегося, допустимого и номинального превышения температуры.
11. Уравнение нагрева и охлаждения электродвигателей.
12. Влияние температуры окружающей среды и конструктивных параметров на номинальную мощность электродвигателя.
13. Зависимость установившегося превышения температуры двигателя от нагрузки. Факторы, определяющие величину нагрева двигателя. Коэффициент потерь.
14. Классификация режимов работы по ГОСТ 183 - 66. 24. Постоянная времени нагрева и способы ее определения.
15. Определение мощности электродвигателя, работающего при кратковременном режиме работы.
16. Расчет мощности электродвигателя при работе с ударной нагрузкой и выбор оптимальных размеров маховика.
17. Расчет мощности электродвигателей, работающих в продолжительном режиме по методу средних потерь.
18. Расчет мощности электродвигателей, работающих в продолжительном режиме по методу эквивалентных тока, момента, мощности.
19. Выбор мощности электродвигателя, работающего при повторно-кратковременном режиме работы.
20. Определение допустимой частоты включений асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором и пути ее увеличения.
21. Аппаратура ручного управления. Устройство, принцип работы.
22. Контактные аппараты постоянного и переменного тока. Устройство, принцип работы.
23. Плавкие предохранители. Назначение, типы, устройства, принцип работы, защитные характеристики, выбор, недостатки.

24. Автоматические воздушные выключатели. Назначение, устройство, принцип работы.

25. АУП в функции времени.

26. Схема реверсивного магнитного пускателя с блокировкой размыкающими контактами контактора.

27. Схема управления ДПТ с автоматическим пуском в функции времени и торможением в функции скорости (против ЭДС).

28. Схемы управления асинхронным электродвигателем с переключением обмотки со звезды на треугольник.

29. Схемы управления многоскоростным асинхронным электродвигателем с короткозамкнутым ротором.

30. Схема автоматического управления пуском АД с фазным ротором в функции скорости (против ЭДС).

31. Схема автоматического управления пуском АД с фазным ротором в функции времени.

32. Схема автоматического управления торможением АД с короткозамкнутым ротором противовключением с применением реле контроля скорости.

33. Схема автоматического управления при торможении противовключением АД с фазным ротором в функции скорости (против ЭДС).

34. Схемы управления электроприводами с применением командоаппарата.

35. Типовые схемы управления трехфазным асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором.

36. Типовые узлы схемы управления торможением. Принцип торможения, схемные решения.

37. Автоматическое управление электроприводами (АУП) в функции пути; с использованием программ, записанных на носителях информации; роботизированные системы управления. Общие положения по использованию, достоинства и недостатки.

**Форма отчетности:** оформление отчёта по практическому занятию, лабораторной работе, устный опрос.

#### **Тема 2.4 Энергетика электропривода**

При изучении данного раздела необходимо ознакомиться с потерями энергии в установившихся и переходных режимах электропривода, нагрузочными диаграммами работы электропривода, режимами работы электропривода: продолжительный, кратковременный и повторно-кратковременный, основами выбора двигателей для различных режимов работы, энергетическими показателями электропривода: коэффициент полезного действия, коэффициент мощности, показателями и методами оценки экономической эффективности электропривода.

## **Тема 2.5 Электропривод подъемно-транспортных машин**

При изучении данного раздела необходимо изучить классификацию кранов по конструкции, режимы работы кранов, требования, предъявляемые к электроприводу мостовых кранов, построение нагрузочных диаграмм привода подъема и приводов горизонтального перемещения, расчет мощности двигателя по нагрузочной диаграмме, разновидности систем управления, используемых в крановых механизмах, особенности конструкции одноковшовых экскаваторов, требования, предъявляемые к главным приводам одноковшовых экскаваторов, расчет статических нагрузок подъемной машины, обеспечение реверса в схемах подъемных машин.

## **Тема 2.6 Электропривод металлургических машин и агрегатов**

При изучении данного раздела необходимо ознакомиться с технологическим процессом металлургического производства, механизмами доменной печи, особенностями электропривода механизмов доменной печи, автоматизацией доменного процесса, общими сведениями о сталеплавильном производстве, конструкцией и электроприводом конвертеров и дуговых печей, автоматизацией сталеплавильного производства, классификацией прокатных станов, режимами работы прокатных станов, характеристиками реверсивных станов горячей прокатки, расчетом мощности главного привода.

## **Тема 2.7 Электропривод металлорежущих станков**

При изучении данного раздела необходимо изучить классификацию металлорежущих станков, основные и вспомогательные движения в станках, характеристики основных видов обработки на металлорежущих станках, построение нагрузочной диаграммы для токарного, продольно-строгального станков, типовые схемы главных приводов и приводов подач, классификацию способов регулирования скорости в металлорежущих станках, принципы построения автоматических систем управления металлообработкой.

## **Тема 2.8 Электропривод турбомеханизмов**

При изучении данного раздела необходимо изучить классификацию турбомеханизмов по назначению, конструкции, механическую и напорную характеристики турбомеханизмов, особенности работы центробежных насосов, методы регулирования производительности центробежных насосов, особенности работы центробежных и осевых вентиляторов и регулирование производительности в них.

### **Вопросы для самопроверки:**

1. Аппаратура ручного управления. Устройство, принцип работы.

2. Контакторы постоянного и переменного тока. Устройство, принцип работы. Автоматические воздушные выключатели. Назначение, устройство, принцип работы.

3. АУП в функции времени. Схема реверсивного магнитного пускателя с блокировкой размыкающими контактами контактора.

4. Схема управления ДПТ с автоматическим пуском в функции времени и торможением в функции скорости (против ЭДС).

5. Схемы управления асинхронным электродвигателем с переключением обмотки со звезды на треугольник.

6. Схемы управления многоскоростным асинхронным электродвигателем с короткозамкнутым ротором.

7. Схема автоматического управления пуском АД с фазным ротором в функции скорости (против ЭДС).

8. Схема автоматического управления пуском АД с фазным ротором в функции времени.

9. Схема автоматического управления торможением АД с короткозамкнутым ротором противовключением с применением реле контроля скорости.

10. Схема автоматического управления при торможении противовключением АД с фазным ротором в функции скорости (против ЭДС).

11. Схемы управления электроприводами с применением командоаппарата.

12. Типовые схемы управления трехфазным асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором.

13. Типовые узлы схемы управления торможением. Принцип торможения, схемные решения.

14. Автоматическое управление электроприводами (АУП) в функции пути; с использованием программ, записанных на носителях информации; роботизированные системы управления. Общие положения по использованию, достоинства и недостатки.

15. АУП в функции тока.

16. Магнитные пускатели. Устройство, принцип работы, маркировка, паспортные данные.

17. АУП в функции времени.

18. Схема реверсивного магнитного пускателя с блокировкой размыкающими контактами кнопочной станции.

19. АУП в функции частоты вращения (ЭДС вращения). Пуск и торможения.

**Форма отчетности:** оформление отчёта по практическому занятию, лабораторной работе, устный опрос.

## 2.9 Примерная тематика контрольной работы

### Вариант № 1

Рассчитать и построить статические механические и электромеханические характеристики двигателя Д-806, обеспечивающие заданные три скорости подъема и три скорости спуска, определить величины добавочных сопротивлений и изменяемых параметров электрических цепей двигателей, необходимых для получения рассчитанных характеристик. Для получения скоростей подъема и спуска груза, указанных в таблице 1, рассчитаем и построим нижеперечисленные механические и электромеханические характеристики двигателя Д-806:

- 1) естественные механические и электромеханические характеристики, обеспечивающие скорость подъема груза и скорость спуска груза;
- 2) реостатные механические характеристики, обеспечивающие скорость подъема груза и скорость спуска;
- 3) механические характеристики динамического торможения, обеспечивающие скорости спуска груза и;
- 4) электромеханическую и механическую характеристики двигателя с ослабленным магнитным потоком, обеспечивающие скорость подъема груза (здесь необходимо определить допустимую нагрузку при этой скорости);
- 5) дополнительно необходимо рассчитать и построить механическую характеристику при пониженном напряжении на якоре двигателя, обеспечивающую скорость подъема груза, и определить необходимое для этого напряжение на якоре.

### Вариант № 2

В электроприводе грузоподъемного механизма, который должен обеспечить три скорости подъема и три скорости спуска груза, может быть применен один из трех типов электрических двигателей: двигатель постоянного тока с независимым возбуждением (ДПТ НВ), двигатель постоянного тока с последовательным возбуждением (ДПТ ПВ), асинхронный двигатель с фазным ротором.

Требуется рассчитать и построить статические механические и электромеханические характеристики указанных в варианте задания двигателей, обеспечивающие заданные скорости, и определить величины добавочных сопротивлений, а также других изменяемых параметров электрических цепей двигателей, необходимых для получения рассчитанных характеристик.

Таким образом, контрольная работа содержит три варианта решения вышепоставленной задачи. Выбор типа электрического двигателя осуществляется из таблицы 1 согласно последней цифре зачетной книжки студента.

Таблица 1

Тип электрического двигателя	
Последняя цифра зачетной книжки	Тип электрического двигателя
1	АД
2	ДПТ ПВ
3	АД
4	ДПТ НВ
5	ДПТ ПВ
6	АД
7	ДПТ НВ
8	ДПТ ПВ
9	АД
0	ДПТ НВ

### **3 Рекомендуемая литература**

1. Москаленко, В. В. Электрический привод (электронный ресурс): учебник /В.В.Москаленко. – М. : ИНФРА – М, 2015. – 364с. – ISBN: 978-5-16-009474-8 – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=443646>

#### **3.2 Дополнительная литература**

1. Онищенко, Г. Б. Электрический привод [Текст] : учебник для вузов./ Г. Б. Онищенко. – М. : Издательский центр «Академия». 2008. – 288 с. – ISBN 5-7695-2594-0.

2. Автоматизированный электропривод промышленных установок [Текст]: учеб.пособие для студентов вузов / Г. Б. Онищенко, М. И. Аксенов, В. П. Грехов, М. Н. Зарицкий, А. В. Куприков, А. Н. Никитевская; под общ. ред. Г. Б. Онищенко. – М. :РАСХН, 2001. – 520 с. – ISBN 5-85941- 109-х.

3. Белов, М. П. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов [Текст]: учебник для вузов / М. П. Белов, В. А. Новиков, Л. Н. Рассудов.– М. : Издательский центр «Академия», 2004.– 576 с. – ISBN 5-7695- 1314-4.

4. Ильинский, Н. Ф. Основы электропривода [Текст]: учебное пособие для вузов / Н. Ф. Ильинский. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство МЭИ, 2003. – 224 с. – ISBN 5-7046-0874-4.

5. Ключев, В. И. Теория электропривода [Текст]: учебник для вузов / В. И. Ключев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1998. – 704 с. – ISBN 5-283-00642-5.

Соколовский, Г. Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием [Текст]: учебник для вузов / Г. Г. Соколовский. – М. : Издательский центр «Академия», 2007. – 272 с. – ISBN 5-7695- 2306-9.

6. Кузнецов А. Ю. Электропривод и электрооборудование: учебное пособие, Ч. 1. Регулирование асинхронного электропривода в сельском хозяйстве [Электронный ресурс] / Кузнецов А. Ю., Зонов П. В. - Новосибирский государственный аграрный университет, 2012. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/book/230473/>

#### **3.3 Периодические издания**

1. Журнал «Электричество»
2. Журнал «Энергетик»
3. Журнал «Электротехника»

#### **3.4 Интернет-ресурсы**

**3.4.1. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. Библиотека Гумер – <https://www.gumer.info/> Доступ свободный.
2. Научная библиотека – <http://niv.ru/> Доступ свободный

3. **eLIBRARY.RU** – [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru) Доступ свободный. Необходима индивидуальная регистрация в локальной сети вуза.

4. **Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»** – <http://window.edu.ru/> Доступ свободный

5. **Infolio** - Университетская электронная библиотека – <http://www.infoliolib.info/>

### **3.4.2. Тематические профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. Бесплатная электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru>

2. Электронная электротехническая библиотека – <http://www.electrolibrary.info>

3. Онлайн электрик: сервис для энергетиков / электроснабжение, электрофикация – <https://online-electric.ru>

4. Образовательный сайт по электротехнике, имеется раздел по электроснабжению <http://electricalschool.info>

### **3.4.3. Электронные библиотечные системы**

1. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» – <http://www.biblioclub.ru/> После регистрации доступ возможен из любой точки сети Интернет.

2. ЭБС «Лань» – <http://e.lanbook.com/> После регистрации доступ возможен из любой точки сети Интернет.

### **3.4.4. Дополнительные Интернет-ресурсы**

1 Информационно-справочное издание «Новости электротехники» – <http://news.elteh.ru>

2 Ежемесячная газета «Новости приводной техники» – <http://privod.news>