



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЭиАС

С.И. Лукьянов

26.02.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА***

Направление подготовки (специальность)  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль/специализация) программы  
Электропривод и автоматика

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
заочная

|                     |                                                  |
|---------------------|--------------------------------------------------|
| Институт/ факультет | Институт энергетики и автоматизированных систем  |
| Кафедра             | Автоматизированного электропривода и мехатроники |
| Курс                | 4                                                |

Магнитогорск  
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень бакалавриата) (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 144)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и мехатроники  
13.02.2020, протокол № 6

Зав. кафедрой А.А. Николаев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС  
26.02.2020 г. протокол № 5

Председатель С.И. Лукьянов

Рабочая программа составлена:

профессор кафедры АЭПиМ, канд. техн. наук В.И. Косматов

Рецензент:

зам. начальника ЦЭТЛ ПАО «ММК» по электроприводу, канд. техн. наук



А.Ю. Юдин

### **Лист актуализации рабочей программы**

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.А. Николаев

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.А. Николаев

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.А. Николаев

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.А. Николаев

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.А. Николаев

## **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целью преподавания дисциплины «Теория электропривода» является формирование у студентов знаний в области современного электропривода, что позволит им успешно решать теоретические и практические задачи в их профессиональной деятельности.

Для достижения поставленной цели необходимо:

- создать у студентов правильное представление о сущности происходящих в электрических приводах процессов преобразования энергии и о влиянии требований рабочих машин и технологий на выбор типа и структуры электропривода;

- научить студентов самостоятельно выполнять расчеты по анализу движения электроприводов, определению их основных параметров и характеристик, анализу статических и динамических свойств замкнутых систем регулирования, оценке энергетических показателей работы, выборе двигателя по мощности и проверке его по нагреву и перегрузке;

- научить студентов самостоятельно проводить лабораторные исследования сложных электрических приводов по системам тиристорный преобразователь-двигатель постоянного тока, частотно-регулируемый полупроводниковый преобразователь-двигатель переменного тока.

## **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Теория электропривода входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Электрический привод

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Системы управления электроприводов

Автоматизированный электропривод

## **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Теория электропривода» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции                                                                                           |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1           | Способность подготовить отчет о проведенном обследовании оборудования, для которого разрабатывается система электропривода |
| ПК-1.1         | Оценивает состояние оборудования для последующего проектирования системы электропривода                                    |

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц 288 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 18,4 акад. часов;
- аудиторная – 14 акад. часов;
- внеаудиторная – 4,4 акад. часов
- самостоятельная работа – 260,9 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 8,7 акад. часа

Форма аттестации - курсовой проект, экзамен

| Раздел/ тема дисциплины                                                                                                                                            | Курс | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) |           |             | Самостоятельная работа студента | Вид самостоятельной работы                                | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код компетенции |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------------------------------------|-----------|-------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------|
|                                                                                                                                                                    |      | Лек.                                         | лаб. зан. | практ. зан. |                                 |                                                           |                                                                 |                 |
| 1. Введение                                                                                                                                                        |      |                                              |           |             |                                 |                                                           |                                                                 |                 |
| 1.1 Электропривод как система. Общие требования к электроприводу. Классификация электроприводов. История развития электропривода. Структурная схема электропривода | 4    | 0,15                                         |           |             |                                 |                                                           | Входной контроль                                                | ПК-1.1          |
| Итого по разделу                                                                                                                                                   |      | 0,15                                         |           |             |                                 |                                                           |                                                                 |                 |
| 2. Механическая часть силового канала электропривода.                                                                                                              |      |                                              |           |             |                                 |                                                           |                                                                 |                 |
| 2.1 Типовые статические нагрузки электропривода. Уравнение движения электропривода                                                                                 | 4    | 0,15                                         |           |             | 2                               | Подбор учебников, учебных пособий и методических указаний | Опорный конспект лекций                                         | ПК-1.1          |
| 2.2 Составление расчетных схем механической части привода. Приведение движущихся масс, моментов, жесткостей связей и нагрузок к расчетной скорости                 |      | 0,15                                         |           |             | 4                               | РГР №1                                                    | Проверка РГР №1                                                 | ПК-1.1          |
| 2.3 Механическая часть электропривода как объект управления                                                                                                        |      | 0,15                                         |           |             | 2                               | Составление кинематических схем ЭП                        | Опорный конспект лекций                                         | ПК-1.1          |
| 2.4 Механические переходные процессы электропривода                                                                                                                |      | 0,15                                         |           |             | 4                               | Составление графиков ПП в ЭП                              | Устный опрос                                                    | ПК-1.1          |
| 2.5 Динамические нагрузки электропривода                                                                                                                           |      | 0,15                                         |           |             | 2                               | Составление уравнений движения ЭП в ПП                    | Устный опрос                                                    | ПК-1.1          |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |   |      |          |      |    |                                                           |                         |        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|------|----------|------|----|-----------------------------------------------------------|-------------------------|--------|
| 2.6 Расчет статических моментов. Построение нагрузочных диаграмм электроприводов                                                                                                                                                                                                                                                                                             |   | 0,15 |          | 1    | 2  | РГР №2                                                    | Проверка РГР №2         | ПК-1.1 |
| Итого по разделу                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |   | 0,9  |          | 1    | 16 |                                                           |                         |        |
| 3. Математическое описание, статические и динамические характеристики двигателей постоянного и переменного токов как объектов                                                                                                                                                                                                                                                |   |      |          |      |    |                                                           |                         |        |
| 3.1 Обобщенная электрическая машина. Электромеханическая связь электропривода и ее характеристики                                                                                                                                                                                                                                                                            | 4 | 0,15 |          |      | 2  | Изучение методов анализа динамических режимов ЭП          | Опорный конспект лекций | ПК-1.1 |
| 3.2 Структура и характеристики линеаризованного электромеханического преобразователя                                                                                                                                                                                                                                                                                         |   | 0,15 |          |      |    | Составление структур электромеханического преобразователя | Устный опрос            | ПК-1.1 |
| 3.3 Режимы преобразования энергии и ограничения, накладываемые на их протекание.                                                                                                                                                                                                                                                                                             |   | 0,15 |          |      |    |                                                           | Устный опрос            | ПК-1.1 |
| 3.4 Математическое описание процессов преобразования энергии в двигателе постоянного тока с независимым возбуждением. Естественные характеристики двигателя с независимым возбуждением. Искусственные статические характеристики и режимы работы двигателя с независимым возбуждением. Динамические свойства электромеханического преобразователя с независимым возбуждением |   |      |          | 1/1И | 4  | РГР №3                                                    | Проверка РГР №3         | ПК-1.1 |
| 3.5 Лабораторная работа. Исследование переходных процессов электропривода с двигателями постоянного тока независимого возбуждения                                                                                                                                                                                                                                            |   |      | 0,5/0,5И |      | 4  | Подготовка отчета                                         | Проверка отчета         | ПК-1.1 |
| 3.6 Математическое описание процессов электромеханического преобразования энергии в асинхронном двигателе. Статические характеристики асинхронных двигателей                                                                                                                                                                                                                 |   | 0,25 |          | 1/1И |    | Изучение векторного описания динамических процессов       | Устный опрос            | ПК-1.1 |
| 3.7 Лабораторная работа. Исследование переходных процессов асинхронного                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |   |      | 0,5/0,5И |      | 4  | Подготовка отчета                                         | Проверка отчета         | ПК-1.1 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |   |      |      |      |    |                                                                                     |                 |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|------|------|------|----|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------|
| 3.8 Динамические свойства асинхронного электромеханического преобразователя при питании от источника напряжения. Статические характеристики и динамические свойства асинхронного электромеханического преобразователя при питании от источника тока. Режим динамического торможения асинхронного двигателя                      |   | 0,15 |      |      |    | Изучение статических преобразователей частоты                                       | Устный опрос    | ПК-1.1 |
| Итого по разделу                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |   | 0,85 | 1/1И | 2/2И | 14 |                                                                                     |                 |        |
| 4. Электромеханические переходные процессы                                                                                                                                                                                                                                                                                      |   |      |      |      |    |                                                                                     |                 |        |
| 4.1 Математическое описание и структурные схемы разомкнутых электромеханических систем                                                                                                                                                                                                                                          | 4 | 0,15 |      |      |    | Разработка структурных схем                                                         | Устный опрос    | ПК-1.1 |
| 4.2 Обобщенная электромеханическая система с линеаризованной механической характеристикой. Динамические свойства электропривода с линейной механической характеристикой при жестких механических связях. Устойчивость статического режима работы электропривода. Влияние упругих механических связей на динамику электропривода |   | 0,15 |      |      |    | Проработка влияния упругих связей на динамику ЭП                                    | Устный опрос    | ПК-1.1 |
| 4.3 Переходные процессы электропривода и методы их анализа. Электромеханические переходные процессы электропривода с линейной механической характеристикой при $\omega_0 = \text{const}$ . Переходные процессы электропривода с асинхронным короткозамкнутым двигателем                                                         |   |      |      | 1    | 4  | Применение классического, операторного методов анализа переходных процессов, РГР №4 | Проверка РГР №4 | ПК-1.1 |
| 4.4 Лабораторная работа. Исследование переходных процессов электропривода с линейными механическими                                                                                                                                                                                                                             |   |      | 1/1И |      | 4  | Подготовка отчета                                                                   | Проверка отчета | ПК-1.1 |
| Итого по разделу                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |   | 0,3  | 1/1И | 1    | 8  |                                                                                     |                 |        |
| 5. Выбор мощности электропривода                                                                                                                                                                                                                                                                                                |   |      |      |      |    |                                                                                     |                 |        |

|                                                                                                                                                         |   |      |      |   |    |                                                                                                                                            |                         |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|------|------|---|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------|
| 5.1 Нагревание и охлаждение двигателей. Нагрузочные диаграммы электропривода. Номинальные режимы работы двигателей                                      | 4 | 0,15 |      | 1 | 2  | Составление нагрузочных диаграмм ЭП                                                                                                        | Опорный конспект лекций | ПК-1.1 |
| 5.2 Расчеты по выбору мощности электродвигателей по методам средних потерь и эквивалентных величин для различных режимов работы                         |   | 0,15 |      | 1 | 4  | РГР №5                                                                                                                                     | Проверка РГР №5         | ПК-1.1 |
| Итого по разделу                                                                                                                                        |   | 0,3  |      | 2 | 6  |                                                                                                                                            |                         |        |
| 6. Регулирование координат электропривода. Инженерные методы оценки точности и качества регулирования координат                                         |   |      |      |   |    |                                                                                                                                            |                         |        |
| 6.1 Основные показатели способов регулирования координат электропривода. Система генератор – двигатель. Система тиристорный преобразователь – двигатель | 4 | 0,15 |      |   | 2  | Анализ показателей регулирования скорости                                                                                                  | Опорный конспект лекций | ПК-1.1 |
| 6.2 Лабораторная работа. Исследование системы ТП-Д в статических и динамических режимах                                                                 |   |      | 1/1И |   | 4  | Подготовка отчета                                                                                                                          | Проверка отчета         | ПК-1.1 |
| 6.3 Система преобразователь частоты – асинхронный двигатель. Обобщенная система управляемый преобразователь – двигатель                                 |   | 0,15 |      |   |    | Изучение способов преобразования энергии переменного тока с неизменными параметрами в энергию переменного тока с изменяющимися параметрами | Устный опрос            | ПК-1.1 |
| 6.4 Лабораторная работа. Исследование системы ПЧ-АД в статических и динамических режимах                                                                |   |      | 1/1И |   | 4  | Подготовка отчета                                                                                                                          | Проверка отчета         | ПК-1.1 |
| Итого по разделу                                                                                                                                        |   | 0,3  | 2/2И |   | 10 |                                                                                                                                            |                         |        |
| 7. Регулирование момента (тока) электропривода                                                                                                          |   |      |      |   |    |                                                                                                                                            |                         |        |
| 7.1 Реостатное регулирование момента. Система источник тока – двигатель. Автоматическое регулирование момента в системе УП-Д                            | 4 | 0,15 |      |   | 4  | Изучение способов автоматического регулирования момента                                                                                    | Опорный конспект лекций | ПК-1.1 |
| 7.2 Последовательная коррекция контура регулирования момента в системе УП-Д.                                                                            |   | 0,15 |      |   | 4  | Изучение способов автоматического регулирования момента                                                                                    | Опорный конспект лекций | ПК-1.1 |
| Итого по разделу                                                                                                                                        |   | 0,3  |      |   | 8  |                                                                                                                                            |                         |        |

|                                                                                                                                                                                                            |   |      |  |  |     |                                                                       |                         |        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|------|--|--|-----|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------|
| 8. Регулирование скорости электропривода и положения                                                                                                                                                       |   |      |  |  |     |                                                                       |                         |        |
| 8.1 Реостатное регулирование скорости. Схемы шунтирования якоря двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. Схемы шунтирования якоря двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением | 4 | 0,15 |  |  | 4   |                                                                       | Опорный конспект лекций | ПК-1.1 |
| 8.2 Регулирование скорости двигателя постоянного тока с независимым возбуждением изменением магнитного                                                                                                     |   | 0,15 |  |  | 4   | Оценка способа регулирования скорости                                 | Устный опрос            | ПК-1.1 |
| 8.3 Способы регулирования скорости асинхронного электропривода. Особенности частотного регулирования скорости асинхронного электропривода.                                                                 |   | 0,1  |  |  | 2   | Оценка способа регулирования скорости                                 | Устный опрос            | ПК-1.1 |
| Итого по разделу                                                                                                                                                                                           |   | 0,4  |  |  | 10  |                                                                       |                         |        |
| 9. Энергетические показатели электропривода                                                                                                                                                                |   |      |  |  |     |                                                                       |                         |        |
| 9.1 Энергетическая эффективность электропривода                                                                                                                                                            | 4 | 0,25 |  |  | 3,9 | Оценка показателей энергетической эффективности                       | Устный опрос            | ПК-1.1 |
| 9.2 Особенности энергетики вентильных электроприводов. Надежность регулируемого электропривода                                                                                                             |   | 0,25 |  |  | 3   | Оценка способов повышения надежности ЭП                               | Опорный конспект лекций | ПК-1.1 |
| Итого по разделу                                                                                                                                                                                           |   | 0,5  |  |  | 6,9 |                                                                       |                         |        |
| 10. Курсовой проект                                                                                                                                                                                        |   |      |  |  |     |                                                                       |                         |        |
| 10.1 Выбор преобразовательных агрегатов для питания двигателей. Расчет параметров электропривода                                                                                                           | 4 |      |  |  | 34  | Раздел курсового проекта: проектирование силовой части электропривода | Проверка раздела        | ПК-1.1 |
| 10.2 Составление структурных схем, передаточных функций и построение частотных характеристик одно и двухмассовых систем механической части электропривода                                                  |   |      |  |  | 33  | Раздел курсового проекта: составление структурных схем                | Проверка раздела        | ПК-1.1 |
| 10.3 Расчет величин потерь и оценка энергетических показателей электропривода                                                                                                                              |   |      |  |  | 33  | Раздел курсового проекта: расчет энергетических показателей           | Проверка раздела        | ПК-1.1 |

|                                                                    |  |   |      |      |       |                                                                                    |                          |        |
|--------------------------------------------------------------------|--|---|------|------|-------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------|
| 10.4 Расчет статических характеристик системы ТП-Д, ПЧ- АД, ПЧ- СД |  |   |      |      | 41    | Раздел курсового проекта: расчет скоростных и механических характеристик двигателя | Проверка раздела         | ПК-1.1 |
| 10.5 Расчет переходных процессов в системе ТП-Д, ПЧ- АД, ПЧ- СД    |  |   |      |      | 41    | Раздел курсового проекта: расчет динамики электропривода                           | Проверка раздела         | ПК-1.1 |
| Итого по разделу                                                   |  |   |      |      | 182   |                                                                                    |                          |        |
| Итого за семестр                                                   |  | 4 | 4/4И | 6/2И | 260,9 |                                                                                    | экзамен,кп               |        |
| Итого по дисциплине                                                |  | 4 | 4/4И | 6/2И | 260,9 |                                                                                    | курсовой проект, экзамен |        |

## **5 Образовательные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Теория электропривода» используются традиционная и модульно - компетентностная технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Теория электропривода» происходит с использованием мультимедийного оборудования (аудитории 227,123).

Лекции происходят в традиционной форме, в форме лекций-консультаций и проблемных лекций. Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.

При проведении лабораторных занятий используются четыре универсальных лабораторных стенда, на которых проводится до 10 работ, отвечающих требованиям курса «Теория электропривода» и современному состоянию промышленного автоматизированного электропривода с использованием IT технологий.

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки домашних заданий, при решении задач на лабораторных занятиях, при курсовом проектировании, при подготовке к контрольным работам, при выполнении исследований на лабораторных установках и итоговой аттестации

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Васильев, Б. Ю. Электропривод. Энергетика электропривода: Учебник / Васильев Б.Ю. - Москва : СОЛОН-Пр., 2015. - 268 с. ISBN 978-5-91359-155-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/872097> (дата обращения: 06.11.2020). – Режим доступа: по подписке.
2. Онищенко, Г. Б. Теория электропривода : учебник / Г. Б. Онищенко. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 294 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-009674-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1044495> (дата обращения: 06.11.2020). – Режим доступа: по подписке.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Москаленко, В. В. Электрический привод: Учебник / Москаленко В.В. - Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 400 с. (Высшее образование: Бакалавриат) ISBN 978-5-16-009474-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/443646> (дата обращения: 25.10.2020). – Режим доступа: по подписке.
2. Тимошкин, В.В. Проектирование и исследование асинхронных электроприводов : учеб. пособие / В.В. Тимошкин, И.А. Чернышев, А.Ю. Чернышев, Н.А. Воронина ; Томский политехнический университет. — Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2018. - 151 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1043856> (дата обращения: 06.11.2020). – Режим доступа: по подписке.

**в) Методические указания:**

1. Методические указания для студентов по подготовке к лабораторным и практическим работам / Составители: **Косматов, В. И.** Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск: МГТУ им. Г. И. Носова, 2013. - 79 с. : ил., табл. - Текст: непосредственный.

2. Методические указания для студентов по подготовке к лабораторным и практическим работам / Составители: **Линьков, С. А.** Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск: МГТУ им. Г. И. Носова, 2017. - 102 с. : ил., табл. - Текст: непосредственный.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

| Наименование ПО                           | № договора                   | Срок действия лицензии |
|-------------------------------------------|------------------------------|------------------------|
| MS Office 2007 Professional               | № 135 от 17.09.2007          | бессрочно              |
| MathWorks MatLab v.2014 Classroom License | К-89-14 от 08.12.2014        | бессрочно              |
| MathCAD v.15 Education University Edition | Д-1662-13 от 22.11.2013      | бессрочно              |
| MS Office Visio Prof 2013(для классов)    | Д-1227-18 от 08.10.2018      | 11.10.2021             |
| MS Windows 7 Professional(для классов)    | Д-1227-18 от 08.10.2018      | 11.10.2021             |
| 7Zip                                      | свободно распространяемое ПО | бессрочно              |
| FAR Manager                               | свободно распространяемое ПО | бессрочно              |

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

| Название курса                                                                                   | Ссылка                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Электронная база периодических изданий East View Information Services. ООО                       | <a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>                               |
| Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам                           | URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>                                    |
| Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) | URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>      |
| Поисковая система Академия Google (Google Scholar)                                               | URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>                          |
| Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова                                              | <a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a> |

|                                                                                                                 |                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Университетская информационная система<br>РОССИЯ                                                                | <a href="https://uisrussia.msu.ru">https://uisrussia.msu.ru</a> |
| Международная наукометрическая<br>реферативная и полнотекстовая база данных<br>научных изданий «Web of science» | <a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a>   |
| Международная реферативная и<br>полнотекстовая справочная база данных<br>научных изданий «Scopus»               | <a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>               |

## 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

| Тип и название аудитории                                                                                                                     | Оснащение аудитории                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа                                                                                    | мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации                                                                   |
| Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий: лаборатория автоматизированного электропривода и электрических машин                  | стенды учебно-лабораторные «Исследование двигателя постоянного тока и асинхронного двигателя переменного тока»                          |
| Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий: лаборатория схемотехники и микропроцессорных средств                                  | макет «Индукционный асинхронный электропривод»;<br>стенд учебно-лабораторный «Исследование синхронного двигателя»                       |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Доска, мультимедийный проектор, экран                                                                                                   |
| Учебные аудитории для выполнения курсового проектирования, помещения для самостоятельной работы обучающихся                                  | Персональные компьютеры с ПО из п. 8(г), выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета |

## Приложение 2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

| Код индикатора                                                                                                                          | Индикатор достижения компетенции                                                        | Оценочные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>ПК-1: Способность подготовить отчет о проведенном обследовании оборудования, для которого разрабатывается система электропривода</i> |                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| ПК-1.1                                                                                                                                  | Оценивает состояние оборудования для последующего проектирования системы электропривода | <p>1. Механическая часть силового канала электропривода:</p> <p>1.1. Дайте определение автоматизированного электропривода</p> <p>1.2. Что является условием приведения моментов инерции элементов механической части электропривода к одному валу?</p> <p>1.3. Что является условием приведения моментов и сил, действующих в электроприводе, к одному валу?</p> <p>1.4. Получите формулу для эквивалентной упругости <math>C_{12}</math> при последовательном соединении двух элементов электропривода, обладающих упругостями <math>C_1</math> и <math>C_2</math>.</p> <p>1.5. Кабина, масса которой с грузом составляет 1000 кг, поднимается со скоростью 0,65 м/с, двигатель при этом вращается со скоростью 104 рад/с. Определите суммарный момент инерции, если момент инерции двигателя с барабаном составляет 0,04 кг·м<sup>2</sup> (массой каната пренебречь).</p> <p>1.6. Какая нагрузка электропривода называется активной? Приведите ее механическую характеристику.</p> <p>1.7. Какая нагрузка электропривода называется реактивной? Приведите ее механическую характеристику.</p> <p>1.8. Какая нагрузка электропривода называется</p> |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | <p>вентиляторной? Приведите ее механическую характеристику.</p> <p>1.9. Оцените путь пройденный механизмом при торможении: в первом случае- за счет только момента сопротивления; во втором- за счет перевода двигателя в режим противовключения.</p> <p>Начальная скорость двигателя при торможении</p> $\omega_{нач} = 100 \text{ рад/с; момент сопротивления,}$ <p>приведенный к валу двигателя, <math>M_c = 10 \text{ Н}\cdot\text{м}</math>; суммарный момент инерции, приведенный к валу двигателя, <math>J_{\Sigma} = 2 \text{ кг} \cdot \text{м}^2</math>; радиус</p> <p>приведения <math>\rho_{пр} = 0,1 \text{ м}</math>. Момент двигателя в режиме противовключения <math>M = (-100 - 2 \omega) \text{ Н}\cdot\text{м}</math>.</p> <p>1.10. Определите момент двигателя, необходимый для осуществления реверса жесткого приведенного механизма звена за время <math>t = 2 \text{ с}</math>. Суммарный момент инерции <math>J_{\Sigma} = 1 \text{ кг} \cdot \text{м}^2</math>;</p> <p>Статического сопротивления <math>M_c = 50 \text{ Н}\cdot\text{м}</math> (реактивный).</p> <p>1.11. Центрифуга приводится в движение асинхронным двигателем через коробку передач, имеющую три передаточных отношения: <math>i_1 = 2, i_2 = 4, i_3 = 6</math>. Определите при каком передаточном отношении центрифуга имеет максимальное ускорение, если момент инерции двигателя <math>J_d = 1 \text{ кг} \cdot \text{м}^2</math>; номинальная скорость двигателя <math>\omega_n = 300 \text{ рад/с}</math>; момент инерции центрифуги <math>J_u = 16 \text{ кг} \cdot \text{м}^2</math>; момент сопротивления пренебрежимо мал, момент двигателя равен <math>100 \text{ Н}\cdot\text{м}</math>.</p> |
|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | <p>2. Математическое описание динамических процессов электромеханического преобразования энергии</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Каковы физические причины электромеханической связи в системе электропривода?</li> <li>2. Запишите уравнения электромеханической характеристики двигателя для явнополюсной синхронной машины в осях <math>d, q</math>.</li> <li>3. Какую частоту имеют токи статора и ротора обобщенной машины в осях <math>x, y</math>?</li> <li>4. Известны токи двух фаз статора трехфазного двигателя <math>i_{1a} = I_{1max} \sin(\omega_{0эл} t)</math> и <math>i_{1b} = I_{1max} \sin(\omega_{0эл} t + 120^\circ)</math>. Определите токи <math>i_{1\alpha}</math> и <math>i_{1\beta}</math> двухфазной модели.</li> <li>5. Дайте определение динамической жесткости механической характеристики электромеханического преобразователя. Какое свойство электропривода характеризует динамическая жесткость?</li> </ol> <p>3. Математическое описание, статические и динамические характеристики двигателей постоянного и переменного токов как объектов регулирования</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оцените влияние на механическую характеристику двигателя постоянного тока с независимым возбуждением изменений его температуры.</li> <li>2. В каких случаях целесообразно использовать двигатель с последовательным или смешанным возбуждением?</li> <li>3. Сравните влияние размагничивающего действия ротора асинхронного двигателя в режиме динамического торможения при <math>I_{эkv} = I_{\eta ном}</math> и <math>I_{эkv} = 5I_{\eta ном}</math>.</li> <li>4. Как влияет насыщение магнитной цепи асинхронного двигателя при питании от источника тока на параметры динамической жесткости линеаризованной механической характеристики?</li> <li>5. Чем отличается шаговый двигатель от синхронного двигателя?</li> <li>6. Как влияет явнополюсность на угловую характеристику синхронного двигателя?</li> <li>7. Проанализируйте причины, по которым ограничивается перегрузочная способность различных двигателей.</li> <li>8. Как влияет реакция якоря двигателя постоянного тока с независимым</li> </ol> |
|--|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | <p>возбуждением на его перегрузочную способность?</p> <p>4. Электромеханические переходные процессы в электроприводе</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Двигатель постоянного тока с независимым возбуждением работает с установившейся скоростью на естественной характеристике. Проанализируйте характер переходных процессов в аварийном режиме обрыва цепи возбуждения двигателя для трех условий: <math>M_c = M_{ном}</math>; <math>M_c = 0</math>; <math>M_c = -M_{с ном}</math>.</li> <li>2. Двигатель постоянного тока с последовательным возбуждением, приводящий в движение подъемную лебедку, работает на естественной характеристике при подъеме номинального груза. Проанализируйте, как перейти к спуску этого груза с той же скоростью. Оцените потери энергии при различных способах торможения.</li> <li>3. Имеется осциллограмма <math>\omega_1 = f(t)</math>, полученная при пуске электропривода с двухмассовой механической частью при <math>M = M_1 = const</math>. Предложите методику определения параметров механической части, если значение <math>M_1</math> известно.</li> <li>4. Предложите методику приближенного определения <math>J_\Sigma</math> и <math>T_m</math> (для линейной части механической характеристики) по осциллограмме пуска асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором <math>\omega_1 = f(t)</math>, если известны <math>P_{ном}</math> и <math>\lambda</math>.</li> <li>5. Определите показатели колебательности электропривода постоянного тока с независимым возбуждением, если имеется осциллограмма <math>\omega_1 = f(t)</math>, <math>i_a = f(t)</math>, процесса приложения скачка нагрузки от <math>M_c = 0</math> до <math>M_{с ном}</math>, а также известны <math>U_{ном}</math> и <math>L_{я\Sigma}</math>.</li> <li>6. Каковы физические причины демпфирующей способности электропривода? Почему демпфирование увеличивается при возрастании <math>\gamma</math>?</li> <li>7. У асинхронного двигателя с фазным ротором путем введения в цепь ротора двух различных сопротивлений получены две реостатные характеристики, имеющие одинаковый пусковой момент. Изобразите эти характеристики и постройте (качественно) зависимости <math>\omega(t)</math> и <math>I_1(t)</math>, соответствующие пуску</li> </ol> |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | <p>вхолостую при таких характеристиках.</p> <p>8. Обоснуйте физически, почему при снятии скачком нагрузки двигателя постоянного тока с независимым возбуждением в начальный момент времени <math>dM/d\omega = 0</math>.</p> <p>5. Основы выбора мощности электропривода</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сравните постоянные потери асинхронного двигателя в режимах пуска и торможения противовключением.</li> <li>2. В каких случаях целесообразно применять двигатели с независимой вентиляцией?</li> <li>3. Какими методами целесообразно проверять по нагреву асинхронный короткозамкнутый двигатель с повышенным скольжением?</li> <li>4. Сравните потери, выделяющиеся в двигателе при торможении противовключением при <math>M_c = 0</math> и <math>M_c = M_{ном}</math> (активный).</li> <li>5. Как отразится на работе двигателя кратковременного режима S2 уменьшение времени пауз до значений, меньших <math>3T_n</math>?</li> <li>6. Как изменятся потери энергии при пуске асинхронного двигателя вхолостую, если пуск производится при напряжении <math>U_1 = 0,5U_{1ном}</math>.</li> <li>7. Какое влияние на нагрузочную диаграмму двигателя и зависимость <math>\omega(t)</math> оказывает в режиме S6 жесткость механической характеристики <math>\beta</math>?</li> </ol> <p>6. Регулирование координат электропривода</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разъясните взаимосвязь показателей точности и диапазона регулирования координаты электропривода.</li> <li>2. Разъясните взаимосвязь точности автоматического регулирования координаты по отклонению с ЛАЧХ разомкнутого контура регулирования.</li> <li>3. Разъясните смысл понятий «запас по фазе» и «запас по амплитуде» и их связь с качеством автоматического регулирования координаты.</li> <li>4. Как влияют на свойства разомкнутой системы ТВ-Г-Д с асинхронным двигателем генератора температурные изменения сопротивлений?</li> <li>5. Пуск в разомкнутой системе ТП-Д осуществляется при линейном</li> </ol> |
|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | <p>нарастании ЭДС преобразователя во времени. Оцените, как влияют на переходный процесс температурные изменения сопротивлений.</p> <p>6. Рассмотрите особенности и технические показатели систем ТВ-Г-Д и ТП-Д и дайте рекомендации по рациональным областям их применения.</p> <p>7. Сформулируйте условия, при которых в системе ПЧ-АД с инвертором тока обеспечивается управление при <math>\Psi_2 = \text{const}</math>. Как поддерживается <math>\Psi_1 = \text{const}</math> в системе с инвертором напряжения?</p> <p>8. Сопоставьте ЛАЧХ разомкнутого контура регулирования при настройках на технический и на симметричный оптимум.</p> <p>7. Регулирование момента (тока) электропривода</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Для механизма требуется электропривод с точным, быстродействующим и экономичным регулированием момента в четырех квадрантах механических характеристик. Сопоставьте по всем показателям две системы: а) ИТ-Д с тиристорным возбудителем; б) ТП-Д с контуром регулирования тока, настроенным на технический оптимум.</li> <li>2. Изобразите статические характеристики и проанализируйте динамические свойства системы ТП-Д при стандартной настройке контура тока в случае, когда применен нереверсивный ТП.</li> <li>3. Проанализируйте, как изменяются потери при работе асинхронного электропривода с релейным автоматическим регулированием момента (тока) в цепи ротора. Как влияет на работу привода уменьшение чувствительности регулятора?</li> <li>4. В системе ТВ-Г-Д астатическое регулирование тока якоря обеспечено с помощью отрицательной связи по току и критической положительной связи по напряжению генератора. К каким последствиям приведет: а) обрыв цепи положительной связи по напряжению; б) обрыв цепи отрицательной связи по току якоря.</li> <li>5. В системе ПЧ(ИТ)-АД с регулированием момента по абсолютному скольжению оборвалась цепь нелинейного звена на входе <math>u_{y.r.}</math>. Как это повлияет на работу</li> </ol> |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | <p>электропривода?</p> <p>6. Объясните, почему в системе ТП-Д с контуром регулирования тока, настроенным на технический оптимум, при пуске ток меньше стопорного значения, а при стопорении под действием <math>M_c &gt; M_{stop}</math> – больше стопорного значения?</p> <p>8. Регулирование скорости электропривода</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие защиты необходимы для системы ИТ-Д с регулированием скорости по отклонению? Проанализируйте аномальные режимы.</li> <li>2. При проектировании электропривода механизма с <math>P_c = M_c \omega = \text{const}</math> при диапазоне регулирования скорости <math>D = 5</math> применен асинхронный двигатель с фазным ротором и реостатное регулирование. Оцените достоинства и недостатки решения.</li> <li>3. В электроприводе по системе ТП-Д с регулированием скорости и подчиненным контуром регулирования тока в эксплуатации в схеме ПИ-регулятора тока сильно возросла утечка конденсатора <math>C_{0.с.т.}</math>. Как изменятся статические характеристики привода?</li> <li>4. Электропривод подъемной лебедки по системе ТП-Д имеет двухзонное регулирование скорости. Проанализируйте условия работы двигателя во всем диапазоне регулирования при подъеме номинального груза.</li> <li>5. Оцените допустимую нагрузку при регулировании скорости асинхронного электропривода в двух схемах: а) с автоматическим релейным реостатным регулированием момента; б) с автоматическим регулированием напряжения на статоре.</li> <li>6. Предложите безопасный способ проверки знаков обратных связей при наладке системы ТВ-Г-Д с подчиненным регулированием тока и скорости.</li> <li>7. Предложите способы подрегулировки стопорного момента электропривода по системе ПЧ(ИТ)-АД с регулированием скорости по абсолютному скольжению.</li> <li>8. Электропривод мощного вентилятора по схеме асинхронно-вентильного электрического каскада обеспечивает</li> </ol> |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | <p>диапазон регулирования скорости <math>D = 2</math>. Предложите способ пуска двигателя и оцените использование двигателя по нагреву.</p> <p>9. При наладке системы ТП-Д с контурами регулирования тока и скорости, настроенными на технический оптимум, экспериментом установлена недопустимая колебательность при работе контура регулирования скорости. Укажите возможные причины и дайте рекомендации по наладке.</p> <p>9. Регулирование положения</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Как влияют на неточность останова электропривода с асинхронным короткозамкнутым двигателем температурные изменения сопротивлений обмоток двигателя?</li> <li>2. Можно ли в позиционном электроприводе по системе ТП-Д отказаться от применения подчиненного контура регулирования тока?</li> <li>3. Объясните физический смысл понятий добротности следящего электропривода по скорости и ускорению.</li> </ol> <p>10. Проектирование электроприводов</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. На какой стадии разработки электропривода в соответствии с требованиями ЕСКД должен осуществляться выбор системы электропривода?</li> <li>2. Укажите примеры механизмов, при проектировании которых использование для оценки энергетической эффективности средневзвешенного КПД электропривода не дает достоверного результата.</li> <li>3. Разъясните понятие технологически полезной работы и как оно реализуется в обобщенном показателе энергетической эффективности электропривода.</li> <li>4. Как повлияет оптимизация системы ПЧ-АД по критерию минимума потерь на технический показатель быстродействия электропривода?</li> <li>5. Какие функции в составе электропривода выполняют ФКУ? Чем вызывается необходимость применения регулируемых ФКУ?</li> <li>6. Проанализируйте влияние на производительность машины показателей</li> </ol> |
|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |  |                                                                 |
|--|--|-----------------------------------------------------------------|
|  |  | безотказности и ремонтпригодности регулируемого электропривода. |
|--|--|-----------------------------------------------------------------|

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Теория электропривода» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена и в форме выполнения и защиты курсового проекта.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

**Показатели и критерии оценивания экзамена:**

- на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
- на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
- на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
- на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.
- на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

**Курсовой проект** выполняется под руководством преподавателя, в процессе ее написания обучающийся развивает навыки к научной работе, закрепляя и одновременно расширяя знания, полученные при изучении курса «Теория электропривода». При выполнении курсового проекта обучающийся должен показать свое умение работать с нормативным материалом и другими литературными источниками, а также возможность

систематизировать и анализировать фактический материал и самостоятельно творчески его осмысливать.

В процессе написания курсового проекта обучающийся должен разобраться в теоретических вопросах избранной темы, самостоятельно проанализировать практический материал, разобрать и обосновать практические предложения.

#### **Показатели и критерии оценивания курсовой работы:**

- на оценку **«отлично»** (5 баллов) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;
- на оценку **«хорошо»** (4 балла) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;
- на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;
- на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – задание преподавателя выполнено частично, в процессе защиты работы обучающийся допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.
- на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – задание преподавателя выполнено частично, обучающийся не может воспроизвести и объяснить содержание, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.