

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ
«ЛУХОВИЦКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ТЕХНИКУМ»**

УТВЕРЖДЕНО
приказом директора ГБПОУ МО
«Луховицкий авиационный техникум»
от «23» мая 2025г. № 91/ОВ
Директор ГБПОУ МО
«Луховицкий авиационный техникум»
_____ А.К. Шолохов

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ОП.06. Электрические машины и электропривод**

**специальность 13.02.13 Эксплуатация и обслуживание
электрического и электромеханического оборудования (по отраслям)**

РП.ОП.06.13.02.13.2

г. Луховицы
2025

Рабочая программа учебной дисциплины разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта (далее – ФГОС) среднего профессионального образования (далее – СПО) по специальности 13.02.13 Эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям), утвержденного Приказом Минпросвещения России от 27.10.2023 N 797.

Организация-разработчик: ГБПОУ МО «Луховицкий авиационный техникум»

Разработчик: Обухова Татьяна Юрьевна, преподаватель высшей квалификационной категории ГБПОУ МО «Луховицкий авиационный техникум»

РАССМОТРЕНА

СОГЛАСОВАНА

цикловой комиссией специальностей 13.02.11,
13.02.13

зам. директора по УР
ГБПОУ МО «Луховицкий
авиационный техникум»

Председатель комиссии _____ Т.Ю.Обухова
Протокол №8 от «11» апреля 2025г.

_____ О.Ю. Корнеева
«12» апреля 2025 г.

Рецензенты:
С.А.Захаров

заместитель главного энергетика
филиала ПАО «ОАК» - ЛАЗ им. П.А.
Воронина

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Общая характеристика рабочей программы учебной дисциплины ОП.06 Электрические машины и электропривод

1.1. Цель и место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Цель дисциплины «Электрические машины и электропривод»: освоение теоретических знаний об электрических машинах и электроприводах, приобретение умений применять эти знания в профессиональной деятельности.

Дисциплина «Электрические машины и электропривод»: включена в обязательную часть общепрофессионального цикла образовательной программы в соответствии с ФГОС СПО по специальности 13.02.13 Эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям).

1.2. Планируемые результаты освоения дисциплины

Результаты освоения дисциплины соотносятся с планируемыми результатами освоения образовательной программы, представленными в матрице компетенций выпускника.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

| Код ОК, ПК | Расшифровка | Уметь | Знать | Владеть навыками |
|-------------------|---|--|---|-------------------------|
| ОК.01 | Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам; | <ul style="list-style-type: none"> – испытывать, анализировать и определять основные параметры электрических машин; – различать и выбирать аппараты для электрических цепей; | – физические законы, лежащие в основе работы электрических машин и аппаратов; | - |
| ОК.09 | Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках. | – читать электрические схемы систем управления исполнительными машинами. | – виды электрических машин и их основные характеристики; | |
| ПК 1.2 | Проводить диагностику и испытания электрического и электромеханического оборудования. | <ul style="list-style-type: none"> – испытывать, анализировать и определять основные параметры электрических машин; – определять параметры электрических цепей постоянного и переменного тока; | <ul style="list-style-type: none"> – физические законы, лежащие в основе работы электрических машин и аппаратов, – виды электрических машин и их основные характеристики, | |
| ПК 1.3 | Осуществлять оценку производственно-технических показателей работы электрического и электромеханического оборудования | <ul style="list-style-type: none"> – различать и выбирать аппараты для электрических цепей; | – устройство и принцип действия электрических машин, | |
| ПК 3.1 | Проводить диагностику технического состояния электрического и электромеханического | <ul style="list-style-type: none"> – читать электрические схемы систем управления исполнительными машинами. | – показатели работы электропривода. | |

| | | | |
|--------|--|--|---|
| | оборудования энергоустановок | | |
| ПК 4.1 | Ремонтировать простые детали и узлы электроаппаратов и электрических машин | – испытывать, анализировать и определять основные параметры электрических машин; – определять параметры электрических цепей постоянного и переменного тока; | – физические законы, лежащие в основе работы электрических машин и аппаратов, – виды электрических машин и их основные характеристики, – устройство и принцип действия электрических машин; |

1.3. Количество часов на освоение дисциплины

Реализация программы учебной дисциплины ведется в заданных пределах учебной нагрузки, в рамках которой предусматривается ее структурирование по соответствующим видам учебной работы (см. табл. 1.3.1).

Таблица 1.3.1

Структура учебной дисциплины по видам учебной работы и их элементам

| Вид учебной работы | Объем в часах |
|---|---------------|
| Объем образовательной программы учебной дисциплины | 130 |
| в т. ч. в форме практической подготовки | - |
| в т. ч.: | |
| теоретическое обучение | 72 |
| лабораторные занятия | - |
| практические занятия | 38 |
| курсовая работа (проект) | - |
| контрольная работа | - |
| Самостоятельная работа | 6 |
| Консультации | 4 |
| Промежуточная аттестация | |
| Дифференцированный зачет 3 семестр | 2 |
| Экзамен 4 семестр | 8 |

2. Структура и содержание учебной дисциплины.

2.1. По программе учебной дисциплины Электрические машины и электропривод предусмотрено 130 часов. В таблице 2.1.2 приводится детальная структура объема учебной

дисциплины в часах, по видам учебной деятельности (теоретическое обучение, практические занятия, лабораторные занятия, курсовая работа (проект), самостоятельная работа, промежуточная аттестация).

**2.2 Тематический план и содержание
учебной дисциплины**

Содержание тематического плана освоения учебной дисциплины представлено в таблице 2.1.2

Таблица 2.1.2

| Наименование разделов и тем | Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся | Объем часов | Коды компетенций формированию которых способствует элемент программы |
|--|--|-------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Раздел 1. Электрические машины | | 62 | |
| Тема 1.1. Электрические машины постоянного тока | Содержание учебного материала | 20 | ОК 01, ОК 09, ПК 1.1,1.3, ПК 3.1, ПК 4.1 |
| | 1 Принцип действия и устройство коллекторных машин постоянного тока. Обмотки якоря коллекторной машины. | 12 | |
| | 2 Магнитное поле и магнитная цепь машины постоянного тока. Реакция якоря. Способы возбуждения машин постоянного тока. | | |
| | 3 Виды коммутации. Способы улучшения коммутации. Причины, вызывающие искрение на коллекторе. | | |
| | 4 Классификация генераторов постоянного тока по способу возбуждения. Условия самовозбуждения генераторов. Характеристики генераторов с различными способами возбуждения. | | |
| | 5 Назначение, области использования, технические характеристики двигателей постоянного тока. Пуск двигателя постоянного тока Двигатели постоянного тока в тормозных режимах. | | |
| | 6 Потери и КПД двигателей постоянного тока. Регулирование частоты вращения двигателей. | | |
| | В том числе практических занятий | 8 | |
| | 1 Практическое занятие № 1. Исследование генератора постоянного тока независимого возбуждения | | |
| 2 Практическое занятие № 2. Исследование генератора постоянного тока параллельного возбуждения | | | |

| | | | | |
|---|---|---|-----------|---|
| | 3 | Практическое занятие № 3. Исследование двигателя постоянного тока параллельного возбуждения | | |
| | 4 | Практическое занятие № 4. Исследование двигателя постоянного тока последовательного возбуждения | | |
| Тема 1.2. Трансформаторы | Содержание учебного материала | | 16 | ОК 01, ОК 09, ПК 1.1,1.3, ПК 3.1, ПК 4.1 |
| | 1 | Назначение и область применения трансформаторов. | 10 | |
| | 2 | Принцип действия и устройство трансформаторов. | | |
| | 3 | Уравнение электродвижущих сил, магнитодвижущих сил и токов. | | |
| | 4 | Схема замещения трансформаторов. Векторная диаграмма трансформатора. | | |
| | 5 | Трансформирование трехфазного тока. | | |
| | В том числе практических занятий | | 6 | |
| | 1 | Практическое занятие № 5. Изучение конструкции и разметка выводов трансформатора | | |
| | 2 | Практическое занятие № 6. Испытание трансформатора по методу холостого хода и короткого замыкания | | |
| | 3 | Практическое занятие № 7. Исследование параллельной работы трехфазных двухобмоточных трансформаторов | | |
| Тема 1.3. Электрические машины переменного тока | Содержание учебного материала | | 22 | ОК 01, ОК 09, ПК 1.1,1.3, ПК 3.1, ПК 4.1 |
| | 1 | Принцип действия асинхронного генератора и двигателя | 16 | |
| | 2 | Устройство асинхронных машин. | | |
| | 3 | Магнитная цепь асинхронных машин. Расчет магнитной цепи асинхронного двигателя. | | |
| | 4 | Электромагнитный момент асинхронного двигателя. Рабочие характеристики асинхронного двигателя. | | |
| | 5 | Пуск асинхронных двигателей. Регулирование частоты вращения асинхронных двигателей. Торможение асинхронных двигателей | | |
| | 6 | Однофазные и конденсаторные асинхронные двигатели. | | |
| | 7 | Типы синхронных машин и их устройство. Охлаждение крупных синхронных машин. | | |
| | 8 | Возбуждение синхронных машин. Потери и КПД синхронных машин. | | |
| | В том числе практических занятий | | 6 | |
| 1 | Практическое занятие № 8. Изучение конструкции асинхронного двигателя, и разметка выводов обмотки статора | | | |

| | | | | |
|---|--|--|-----------|---|
| | 2 | Практическое занятие № 9. Исследование способов пуска трехфазных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором | | |
| | 3 | Практическое занятие № 10. Расчет основных параметров трехфазного синхронного двигателя | | |
| | Самостоятельная работа Оформление отчетов по практическим занятиям | | 2 | |
| Дифференцированный зачет | | | 2 | |
| Раздел 2. Основы электропривода | | | 56 | |
| Тема 2.1 Основы электропривода | Содержание учебного материала | | 10 | ОК 01, ОК 09, ПК 1.1,1.3, ПК 3.1, ПК 4.1 |
| | 1 | Определение электропривода. Структурная и электрические схемы. Электрические параметры привода. Классификация. Механика электропривода. Механические звенья электропривода. Статические моменты сопротивления. Моменты инерции. Приведение статических моментов и моментов инерции к валу двигателя. Основное уравнение движения электропривода. | 6 | |
| | 2 | Понятие о механических характеристиках. Показатели работы электропривода. Установившееся движение электропривода | | |
| | 3 | Схемы включения и режимы работы электродвигателя. Относительные величины. Механические и электромеханические характеристики двигателей постоянного тока. | | |
| | В том числе практических занятий | | 4 | |
| | 1 | Практическое занятие № 11. Расчет механических характеристик двигателей постоянного тока | | |
| | 2 | Практическое занятие № 12. Расчет механических характеристик асинхронного двигателя | | |
| Тема 2.2 Электропривод с двигателями постоянного тока | Содержание учебного материала | | 14 | ОК 01, ОК 09, ПК 1.1,1.3, ПК 3.1, ПК 4.1 |
| | 1 | Механические характеристики электроприводов с двигателями постоянного тока независимого, последовательного и смешанного возбуждения. | 8 | |
| | 2 | Пуск электропривода с двигателями постоянного тока. | | |
| | 3 | Регулирование частоты вращения. Импульсное регулирование электропривода с двигателями постоянного тока. | | |
| | 3 | Исполнительные двигатели постоянного тока | | |
| | В том числе практических занятий | | 6 | |
| | 1 | Практическое занятие № 13. Исследование системы ТП-Д (ДПТ). | | |

| | | | | |
|--|---|---|-----------|--|
| | 2 | Практическое занятие № 14. Расчет механической характеристики ДПТ с параллельным или с независимым возбуждением. | | |
| | 3 | Практическое занятие № 15. Расчет пусковых и тормозных резисторов для ДПТ с параллельным возбуждением. | | |
| Тема 2.3. Электропривод с двигателями переменного тока | Содержание учебного материала | | 14 | ОК 01, ОК 09, ПК 1.1,1.3, ПК 3.1, ПК 4.1 |
| | 1 | Механическая характеристика трехфазного асинхронного двигателя (АД). Формула Клосса. Упрощенный расчет рабочего участка механической характеристики АД по формуле Клосса. | 10 | |
| | 2 | Проблемы пуска АД. Пусковая диаграмма для АД с фазным ротором. | | |
| | 3 | Рекуперативное торможение АД. Торможение АД противовключением. Динамическое торможение АД. Реверс АД | | |
| | 4 | Регулирование скорости АД изменением сопротивления в цепи ротора, напряжения на статоре, частоты питающего напряжения, числа пар полюсов. | | |
| | 5 | Импульсное регулирование координат ЭП. | | |
| | В том числе лабораторных занятий | | 4 | |
| | 1 | Практическое занятие № 16. Исследование АД с короткозамкнутым ротором и построение его механической характеристики. | | |
| | 2 | Практическое занятие № 17. Регулирование скорости АД изменением различных параметров. | | |
| | Тема 2.4. Энергетика электропривода | Содержание учебного материала | | |
| 1 | | Энергетические показатели ЭП. | 8 | |
| 2 | | Потери энергии при пуске, реверсе и торможении ЭД. Влияние нагрузки на потери, коэффициент полезного действия и мощности ЭП. | | |
| 3 | | Переходные процессы в ЭП. Переходные процессы при линейной и нелинейной совместной характеристике. | | |
| 4 | | Факторы, определяющие систему электропривода. Выбор электродвигателя по условиям работы ЭП и по условиям нагрева и охлаждения. Режимы работы ЭП по условиям нагрева. | | |
| В том числе практических занятий | | 4 | | |
| 1 | | Практическое занятие № 18. Расчет переходных процессов при нелинейной совместной характеристике. | | |
| 2 | | Практическое занятие № 19. Выбор двигателя и проверка его на перегрузочную способность. | | |
| Тема 2.5. | Содержание учебного материала | | 2 | |

| | | | | |
|------------------------|----------|---|------------|--|
| Системы электропривода | 1 | Основные понятия. Разомкнутые и замкнутые системы управления автоматизированными электроприводами. | 2 | ОК 01, ОК 09, ПК 1.1,1.3, ПК 3.1, ПК 4.1 |
| | | Самостоятельная работа обучающихся Подготовка и оформление рефератов Серводвигатели Комплектные электроприводы Адаптивные системы автоматического регулирования Способы и средства энергосбережения в электроприводах | 4 | |
| Консультации | | | 4 | |
| Экзамен | | | 8 | |
| ИТОГО | | | 130 | |

3. Условия реализации учебной дисциплины (предмета)

3.1. Материально-техническое обеспечение реализации программы учебной дисциплины

Для реализации программы учебной дисциплины в Техникуме предусмотрены следующие специальные помещения:

кабинет специальных дисциплин

лаборатория «Электротехники и электроники» оснащены

оборудованием:

- **мебель:**

- стол ученический по количеству обучающихся
- стул ученический по количеству обучающихся
- стол преподавателя
- стул преподавателя

- **комплект учебно-методической документации** по ОП.06 «Электрические машины и электропривод»

- учебники;
- учебные пособия по выполнению практических занятий;
- сборники практических задач;
- комплекты тестовых заданий;
- набор мультимедиа презентаций;
- задания для проведения контрольных работ;

- **наглядные пособия**

- плакаты по соответствующим тематикам дисциплины

- **комплект технической документации**, в том числе паспорта на средства обучения, инструкции по их использованию и технике безопасности;

- **прочее** (аптечка; огнетушитель);

техническими средствами обучения:

- **автоматизированное рабочее место** преподавателя (ноутбук с лицензионным программным обеспечением, мультимедиа проектор, экран.

- **учебное оборудование:**

- типовой комплект лабораторного оборудования по электротехнике;
- типовой комплект лабораторного оборудования по электрическим машинам и электроприводу;
- осциллограф;

расходные материалы (бумага, картриджи для многофункционального устройства, флэш-карты, спирт для протирки оборудования).

3.2. Реализация рабочей программы учебной дисциплины для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов:

Реализация рабочей программы для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов может осуществляться с использованием дистанционных технологий и электронного обучения.

3.3. Календарно-тематическое планирование

КАЛЕНДАРНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН на 2025/2026 учебный год

| № п/п | Наименование разделов, тем, занятий | Кол-во часов | Календарные сроки изучения (месяц) | Вид занятия | Домашнее задание | Примечание |
|-------|---|--------------|------------------------------------|--------------------------|------------------|------------|
| 1. | Принцип действия и устройство коллекторных машин постоянного тока. Обмотки якоря коллекторной машины. | 2 | сентябрь | Лекция | Л2: стр.366-371 | |
| 2. | Магнитное поле и магнитная цепь машины постоянного тока. Реакция якоря. Способы возбуждения машин постоянного тока. | 2 | сентябрь | Лекция | Л1: стр.391-402 | |
| 3. | Виды коммутации. Способы улучшения коммутации. Причины, вызывающие искрение на коллекторе. | 2 | сентябрь | Лекция | Л1: стр.404-420 | |
| 4. | Классификация генераторов постоянного тока по способу возбуждения. Условия самовозбуждения генераторов. Характеристики генераторов с различными способами возбуждения. | 2 | сентябрь | Лекция | Л1: стр.421-430 | |
| 5. | Назначение, области использования, технические характеристики двигателей постоянного тока. Пуск двигателя постоянного тока Двигатели постоянного тока в тормозных режимах. | 2 | сентябрь | Лекция | Л1: стр.432-453 | |
| 6. | Потери и КПД двигателей постоянного тока. Регулирование частоты вращения двигателей. | 2 | сентябрь | Лекция | Л1: стр.454-461 | |
| 7. | Практическое занятие № 1. Исследование генератора постоянного тока независимого возбуждения | 2 | сентябрь | Практическое занятие № 1 | Оформить отчет | |
| 8. | Практическое занятие № 2. Исследование генератора постоянного тока параллельного возбуждения | 2 | сентябрь | Практическое занятие № 2 | Оформить отчет | |
| 9. | Практическое занятие № 3. Исследование двигателя постоянного тока параллельного возбуждения | 2 | сентябрь | Практическое занятие № 3 | Оформить отчет | |
| 10. | Практическое занятие № 4. Исследование двигателя постоянного тока последовательного возбуждения | 2 | октябрь | Практическое занятие № 4 | Оформить отчет | |
| 11. | Назначение и область применения трансформаторов. | 2 | октябрь | Лекция | Л2: стр.13-14 | |
| 12. | Принцип действия и устройство трансформаторов. | 2 | октябрь | Лекция | Л2: стр.14-24 | |
| 13. | Уравнение электродвижущих сил, магнитодвижущих сил и токов. | 2 | октябрь | Лекция | Л2: стр.25-32 | |
| 14. | Схема замещения трансформаторов. Векторная диаграмма трансформатора. | 2 | октябрь | Лекция | Л2: стр.32-37 | |
| 15. | Трансформирование трехфазного тока. | 2 | октябрь | Лекция | Л2: стр.37-40 | |

| | | | | | | |
|---|---|-----------|------------------|---------------------------|-------------------------|--|
| 16. | Практическое занятие № 5. Изучение конструкции и разметка выводов трансформатора | 2 | октябрь | Практическое занятие № 5 | Оформить отчет | |
| 17. | Практическое занятие № 6. Испытание трансформатора по методу холостого хода и короткого замыкания | 2 | октябрь | Практическое занятие № 6 | Оформить отчет | |
| 18. | Практическое занятие № 7. Исследование параллельной работы трехфазных двухобмоточных трансформаторов | 2 | октябрь | Практическое занятие № 7 | Оформить отчет | |
| 19. | Принцип действия асинхронного генератора и двигателя | 2 | ноябрь | Лекция | Л2: стр.105-107 | |
| 20. | Устройство асинхронных машин. | 2 | ноябрь | Лекция | Л2: стр.144-152 | |
| 21. | Магнитная цепь асинхронных машин. Расчет магнитной цепи асинхронного двигателя. | 2 | ноябрь | Лекция | Л2: стр.154-160 | |
| 22. | Электромагнитный момент асинхронного двигателя. Рабочие характеристики асинхронного двигателя. | 2 | ноябрь | Лекция | Л2: стр.168-186 | |
| 23. | Пуск асинхронных двигателей. Регулирование частоты вращения асинхронных двигателей. Торможение асинхронных двигателей | 2 | ноябрь | Лекция | Л2: стр.205-227 | |
| 24. | Однофазные и конденсаторные асинхронные двигатели. | 2 | ноябрь | Лекция | Л2: стр.231-240 | |
| 25. | Типы синхронных машин и их устройство. Охлаждение крупных синхронных машин. | 2 | ноябрь | Лекция | Л2: стр.276-282 | |
| 26. | Возбуждение синхронных машин. Потери и КПД синхронных машин. | 2 | ноябрь | Лекция | Л2: стр.273-276,304-306 | |
| 27. | Практическое занятие № 8. Изучение конструкции асинхронного двигателя, и разметка выводов обмотки статора | 2 | декабрь | Практическое занятие № 8 | Оформить отчет | |
| 28. | Практическое занятие № 9. Исследование способов пуска трехфазных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором | 2 | декабрь | Практическое занятие № 9 | Оформить отчет | |
| 29. | Практическое занятие № 10. Расчет основных параметров трехфазного синхронного двигателя | 2 | декабрь | Практическое занятие № 10 | Оформить отчет | |
| Самостоятельная работа | | | | | | |
| Оформление отчетов по практическим занятиям | | 2 | сентябрь-декабрь | | | |
| Дифференцированный зачет | | 2 | декабрь | Промежуточная аттестация | | |
| Всего за 3 семестр | | 62 | | | | |
| 1. | Определение электропривода. Структурная и электрические схемы. Электрические параметры привода. Классификация. Механика электропривода. Механические звенья электропривода. Статические | 2 | февраль | Лекция | Л3:стр.8-20 | |

| | | | | | | |
|-----|---|---|---------|---------------------------|----------------|--|
| | моменты сопротивления. Моменты инерции. Приведение статических моментов и моментов инерции к валу двигателя. Основное уравнение движения электропривода. | | | | | |
| 2. | Понятие о механических характеристиках. Показатели работы электропривода. Установившееся движение электропривода | 2 | февраль | Лекция | ЛЗ:стр.21-27 | |
| 3. | Схемы включения и режимы работы электродвигателя. Относительные величины. Механические и электромеханические характеристики двигателей постоянного тока. | 2 | март | Лекция | ЛЗ:стр.73-101 | |
| 4. | Практическое занятие № 11. Расчет механических характеристик двигателей постоянного тока | 2 | март | Практическое занятие № 11 | Оформить отчет | |
| 5. | Практическое занятие № 12. Расчет механических характеристик асинхронного двигателя | 2 | март | Практическое занятие № 12 | Оформить отчет | |
| 6. | Механические характеристики электроприводов с двигателями постоянного тока независимого, последовательного и смешанного возбуждения. | 2 | март | Лекция | ЛЗ:стр.28-48 | |
| 7. | Пуск электропривода с двигателями постоянного тока. | 2 | март | Лекция | ЛЗ:стр.49-57 | |
| 8. | Регулирование частоты вращения. Импульсное регулирование электропривода с двигателями постоянного тока. | 2 | март | Лекция | ЛЗ:стр.57-63 | |
| 9. | Исполнительные двигатели постоянного тока | 2 | март | Лекция | ЛЗ:стр.64-68 | |
| 10. | Практическое занятие № 13. Исследование системы ТП-Д (ДПТ). | 2 | март | Практическое занятие № 13 | Оформить отчет | |
| 11. | Практическое занятие № 14. Расчет механической характеристики ДПТ с параллельным или с независимым возбуждением. | 2 | апрель | Практическое занятие № 14 | Оформить отчет | |
| 12. | Практическое занятие № 15. Расчет пусковых и тормозных резисторов для ДПТ с параллельным возбуждением. | 2 | апрель | Практическое занятие № 15 | Оформить отчет | |
| 13. | Механическая характеристика трехфазного асинхронного двигателя (АД). Формула Клосса. Упрощенный расчет рабочего участка механической характеристики АД по формуле Клосса. | 2 | апрель | Лекция | ЛЗ:стр.68-73 | |
| 14. | Проблемы пуска АД. Пусковая диаграмма для АД с фазным ротором. | 2 | апрель | Лекция | ЛЗ:стр.86-94 | |
| 15. | Рекуперативное торможение АД. Торможение АД противовключением. Динамическое торможение АД. Реверс АД | 2 | апрель | Лекция | ЛЗ:стр.79-86 | |
| 16. | Регулирование скорости АД изменением сопротивления в цепи ротора, напряжения на статоре, частоты питающего напряжения, числа пар полюсов. | 2 | апрель | Лекция | ЛЗ:стр.101-110 | |

| | | | | | | |
|-------------------------------|--|------------|--------------|---------------------------|------------------------|--|
| 17. | Импульсное регулирование координат ЭП. | 2 | апрель | Лекция | ЛЗ:стр.111-116 | |
| 18. | Практическое занятие № 16. Исследование АД с короткозамкнутым ротором и построение его механической характеристики. | 2 | май | Практическое занятие № 16 | Оформить отчет | |
| 19. | Практическое занятие № 17. Регулирование скорости АД изменением различных параметров. | 2 | май | Практическое занятие № 17 | Оформить отчет | |
| 20. | Энергетические показатели ЭП. | 2 | май | Лекция | ЛЗ:стр.120-121 | |
| 21. | Потери энергии при пуске, реверсе и торможении ЭД. Влияние нагрузки на потери, коэффициент полезного действия и мощности ЭП. | 2 | май | Лекция | ЛЗ:стр.127-134 | |
| 22. | Переходные процессы в ЭП. Переходные процессы при линейной и нелинейной совместной характеристике. | 2 | май | Лекция | ЛЗ:стр.121-127 | |
| 23. | Факторы, определяющие систему электропривода. Выбор электродвигателя по условиям работы ЭП и по условиям нагрева и охлаждения. Режимы работы ЭП по условиям нагрева. | 2 | июнь | Лекция | ЛЗ:стр.136-146 | |
| 24. | Практическое занятие № 18. Расчет переходных процессов при нелинейной совместной характеристике. | 2 | июнь | Практическое занятие № 18 | Оформить отчет | |
| 25. | Практическое занятие № 19. Выбор двигателя и проверка его на перегрузочную способность. | 2 | июнь | Практическое занятие № 19 | Оформить отчет | |
| 26. | Основные понятия. Разомкнутые и замкнутые системы управления автоматизированными электроприводами. | 2 | июнь | Лекция | ЛЗ:стр.310-323,331-341 | |
| Самостоятельная работа | | | | | | |
| | Подготовка и оформление рефератов Серводвигатели Комплектные электроприводы Адаптивные системы автоматического регулирования Способы и средства энергосбережения в электроприводах | 4 | февраль-июнь | Самостоятельная работа | Оформить реферат | |
| | Консультации | 4 | июнь | | | |
| | Экзамен | 8 | июнь | | | |
| | Всего за 4 семестр | 68 | | | | |
| | Итого | 130 | | | | |

3.4. Учебно-методическое обеспечение

3.4.1. Основные печатные и/или электронные издания

1. Наименование.

1. Жуловян, В. В. Электрические машины: электромеханическое преобразование энергии : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. В. Жуловян. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 424 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-04293-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/515010>

2. Игнатович, В. М. Электрические машины и трансформаторы : учебное пособие для среднего профессионального образования / В. М. Игнатович, Ш. С. Ройз. — 6-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 181 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-00798-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/513195>

3. Электромагнитные устройства и электрические машины : учебник и практикум для среднего профессионального образования / В. И. Киселев, Э. В. Кузнецов, А. И. Копылов, В. П. Лунин ; под общей редакцией В. П. Лунина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 233 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-17355-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/532922>

4. Москаленко, В. В. Электрический привод : учебник / В.В. Москаленко. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 364 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-014733-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1190675>

3.4.2. Дополнительные источники

1. Афонин, А.М. Теоретические основы разработки и моделирования систем автоматизации: Учебное пособие / А.М. Афонин, Ю.Н. Царегородцев, А.М. Петрова и др. М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2019. 191 с. <http://znanium.com/go.php?id=4242775>.

2. Кацман М.М. Электрические машины: учебник для студ. образоват. учреждений сред. проф. образования/ М.М. Кацман –М.: ИЦ «Академия»,2022 г.-496 с.

3. Сибикин, М. Ю. Технология электромашиностроения : учебное пособие / М.Ю. Сибикин, Ю.Д. Сибикин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 352 с. — (Среднее профессиональное образование). — DOI 10.12737/textbook_593908e06c7a67.70076983. - ISBN 978-5-16-012566-4. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1743578>

4. Фельдштейн, Е. Э. Автоматизация производственных процессов в машиностроении : учебное пособие / Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич. — Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2023. — 264 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-010531-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1912943>

4. Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины.

Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения практических и лабораторных занятий, тестирования, а также выполнения обучающимися индивидуальных заданий, проектов, исследований.

4.1. Планируемые результаты

| Код ОК, ПК, | знания | умения | навыки | Наименование занятия |
|---|--|--|--------|----------------------------|
| ОК 01 | – физические законы, лежащие в основе работы электрических машин и аппаратов; | – испытывать, анализировать и определять основные параметры электрических машин; – различать и выбирать аппараты для электрических цепей; | - | Лекции ПЗ№ 1-4,8-10 |
| ОК 09 | – виды электрических машин и их основные характеристики; | – читать электрические схемы систем управления исполнительными машинами. | - | Лекции ПЗ№ 1-19 |
| ПК 1.2 ПК 1.3 ПК 3.1 | – физические законы, лежащие в основе работы электрических машин и аппаратов, – виды электрических машин и их основные характеристики, – устройство и принцип действия электрических машин, – показатели работы электропривода. | – испытывать, анализировать и определять основные параметры электрических машин; – определять параметры электрических цепей постоянного и переменного тока; – различать и выбирать аппараты для электрических цепей; – читать электрические схемы систем управления исполнительными машинами. | - | Лекции ПЗ№1-19 |
| ПК 4.2 | – физические законы, лежащие в основе работы электрических машин и аппаратов, – виды электрических машин и их основные характеристики, – устройство и принцип действия электрических машин; | – испытывать, анализировать и определять основные параметры электрических машин; – определять параметры электрических цепей постоянного и переменного тока; | - | Лекции ПЗ№1-10 |

4.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по учебной дисциплине проводится в следующих формах:

| №п/п | семестр | форма |
|------|---------|--------------------------|
| 1 | 3 | Дифференцированный зачет |
| 2 | 4 | Экзамен |

4.2.1 Оценочные материалы для проведения дифференцированного зачета

Планируемые результаты

| Компетенции | знания | умения | навыки |
|-------------------------------------|---|--|--------|
| ОК 01 | – физические законы, лежащие в основе работы электрических машин и аппаратов; | – испытывать, анализировать и определять основные параметры электрических машин; – различать и выбирать аппараты для электрических цепей; | - |
| ОК 09 | – виды электрических машин и их основные характеристики; | – читать электрические схемы систем управления исполнительными машинами. | - |
| ПК 1.2 ПК 1.3 ПК 3.1 | – физические законы, лежащие в основе работы электрических машин и аппаратов, – виды электрических машин и их основные характеристики, – устройство и принцип действия электрических машин. | – испытывать, анализировать и определять основные параметры электрических машин; – определять параметры электрических цепей постоянного и переменного тока; – различать и выбирать аппараты для электрических цепей. | - |
| ПК 4.2 | – физические законы, лежащие в основе работы электрических машин и аппаратов, | – испытывать, анализировать и определять основные параметры электрических машин; | - |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> – виды электрических машин и их основные характеристики, – устройство и принцип действия электрических машин; | <ul style="list-style-type: none"> – определять параметры электрических цепей постоянного и переменного тока; | |
|--|--|--|--|

Порядок проведения:

Дифференцированный зачет по учебной дисциплине «Электрические машины и электропривод» проводится в соответствии с учебным планом и является формой промежуточной аттестации обучающихся в 3 семестре на 2 курсе.

Дифференцированный зачет в форме контрольной работы, состоящей из двух практических заданий, проводится в аудитории специальных дисциплин.

Дополнительные материалы и оборудование: не предоставляются.

Сложность вариантов одинакова.

Дифференцированный зачет должен быть выполнен в соответствии с заданным алгоритмом.

При выполнении дифференцированного зачета допускается использование справочной литературы.

На выполнение задания отводится 2 академических часа.

Критерии оценивания

| Оценка | тесты | теоретические вопросы | практические задания | ТК |
|--------|-------|-----------------------|---|----|
| 5 | | | ставится за работу, выполненную полностью без ошибок или при наличии одной негрубой ошибки или двух недочётов | |
| 4 | | | ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочёта, или одной негрубой ошибки и трёх недочётов, или не более четырёх недочётов | |
| 3 | | | ставится, если выполнено не менее 1/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки, одной негрубой ошибки и двух недочётов или не более одной грубой ошибки и двух негрубых ошибок, или не более трёх негрубых ошибок, или одной негрубой ошибки и четырёх недочётов, или при наличии пяти и более недочётов | |
| 2 | | | ставится, если число ошибок и недочётов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее 1/3 всей | |

| | | | | |
|--|--|--|--------|--|
| | | | работы | |
|--|--|--|--------|--|

Информационные источники (при необходимости):

4.3. Задание

1. По трёхфазному трансформатору параметры приведены в таблице. Используя приведённые данные определить номинальные токи первичной и вторичной обмоток; сопротивления обмоток трансформатора r_1, r_2, x_1, x_2 и намагничивающей цепи r_0, x_0 ; коэффициент трансформации. Построить внешнюю характеристику, т. е. зависимость $U_2 = f(\beta)$; зависимость коэффициента полезного действия от степени загрузки $\eta = f(\beta)$. Коэффициент мощности принять равным $\cos\varphi_2 = 0,86$.

| вариант | Номинальная мощность | $U_{1Н}$ (ВН) кВ | $U_{2Н}$ (НН) кВ | Схема и группа соединения обмоток | Потери кВт | | η_k % | i_0 % |
|---------|----------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------------|------------|-------|---------------|------------|
| | | | | | P_0 | P_k | | |
| 1 | 63 | 6 | 0,4 | Y/YH | 0,24 | 1,28 | 4,5 | 2,8 |
| 2 | 100 | 6 | 0,4 | Y/YH | 0,33 | 1,97 | 4,5 | 2,6 |
| 3 | 100 | 10 | 0,4 | Y/YH | 0,33 | 1,97 | 4,5 | 2,6 |
| 4 | 160 | 6 | 0,4 | Y/YH | 0,51 | 2,65 | 4,5 | 2,4 |
| 5 | 160 | 10 | 0,4 | Y/YH | 0,51 | 2,65 | 4,5 | 2,4 |
| 6 | 160 | 35 | 0,4 | Y/YH | 0,62 | 2,65 | 6,5 | 2,4 |
| 7 | 160 | 6 | 0,59 | Δ / YH | 0,51 | 3,1 | 4,5 | 2,4 |
| 8 | 160 | 10 | 0,69 | Δ / YH | 0,51 | 3,1 | 4,5 | 2,4 |
| 9 | 160 | 35 | 0,69 | Δ / YH | 0,62 | 3,1 | 6,5 | 2,4 |
| 10 | 250 | 6 | 0,4 | Y/YH | 0,74 | 3,7 | 4,5 | 2,3 |
| 11 | 250 | 10 | 0,4 | Y/YH | 0,74 | 3,7 | 4,5 | 2,3 |
| 12 | 250 | 35 | 0,4 | Y/YH | 0,9 | 3,7 | 6,5 | 2,3 |
| 13 | 250 | 6 | 0,69 | Δ / YH | 0,74 | 4,2 | 4,5 | 2,3 |
| 14 | 250 | 10 | 0,69 | Δ / YH | 0,74 | 4,2 | 4,5 | 2,3 |
| 15 | 250 | 35 | 0,69 | Δ / YH | 0,9 | 4,2 | 6,5 | 2,3 |
| 16 | 400 | 6 | 0,4 | Y/YH | 0,95 | 5,5 | 4,5 | 2,1 |
| 17 | 400 | 10 | 0,4 | Y/YH | 0,95 | 5,5 | 4,5 | 2,1 |
| 18 | 400 | 35 | 0,4 | Y/YH | 1,2 | 5,5 | 6,5 | 2,1 |
| 19 | 1000 | 6 | 0,69 | Δ / YH | 2,1 | 12,2 | 5,5 | 1,4 |
| 20 | 1000 | 6 | 3,15 | Δ / YH | 2,1 | 11,6 | 5,5 | 1,4 |
| 21 | 1000 | 10 | 0,4 | Δ / YH | 2,1 | 12,2 | 5,5 | 1,4 |
| 22 | 1000 | 20 | 0,4 | Δ / YH | 2,35 | 12,2 | 6,5 | 1,5 |
| 23 | 1000 | 20 | 0,69 | Δ / YH | 2,35 | 12,2 | 6,5 | 1,5 |
| 24 | 1000 | 20 | 6,3 | Y/ Δ | 2,35 | 11,6 | 6,5 | 1,5 |
| 25 | 1000 | 20 | 10,5 | Y/YH | 2,35 | 11,6 | 6,5 | 1,5 |

2. Двигатель параллельного возбуждения питается от сети постоянного тока с напряжением $U_{ном}$. Номинальная мощность P_H ; частота вращения при номинальной нагрузке $n_{ном}$; коэффициент полезного действия $\eta_{ном}$; число полюсов $2p$. Ток возбуждения принять равным $I_B = 5\%$ от тока двигателя при номинальной нагрузке. Потери в обмотке якоря принять равными 50% от всех потерь двигателя.

| № варианта | P_n , кВт | n_n , об/мин | η | $2p$ |
|------------|-------------|----------------|--------|------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 0,37 | 1500 | 0,71 | 2 |
| 2 | 0,55 | 1500 | 0,74 | 2 |
| 3 | 0,75 | 1500 | 0,75 | 2 |
| 4 | 0,37 | 1000 | 0,71 | 2 |
| 5 | 1,1 | 1500 | 0,76 | 2 |
| 6 | 0,55 | 1000 | 0,74 | 2 |
| 7 | 0,37 | 750 | 0,71 | 2 |
| 8 | 1,5 | 1500 | 0,77 | 4 |
| 9 | 0,75 | 1000 | 0,75 | 4 |
| 10 | 0,55 | 750 | 0,74 | 4 |
| 11 | 2,2 | 1500 | 0,78 | 4 |
| 12 | 1,1 | 1000 | 0,76 | 4 |
| 13 | 0,75 | 750 | 0,75 | 4 |
| 14 | 4 | 1500 | 0,81 | 4 |
| 15 | 1,5 | 1000 | 0,77 | 4 |
| 16 | 1,1 | 750 | 0,76 | 4 |
| 17 | 5,5 | 1500 | 0,82 | 4 |
| 18 | 2,2 | 1000 | 0,78 | 4 |
| 19 | 1,5 | 750 | 0,77 | 4 |
| 20 | 7,5 | 1500 | 0,83 | 4 |
| 21 | 4 | 1000 | 0,81 | 4 |
| 22 | 2,2 | 750 | 0,78 | 4 |
| 23 | 11 | 1500 | 0,84 | 4 |
| 24 | 5,5 | 1000 | 0,82 | 4 |
| 25 | 4 | 750 | 0,81 | 4 |

Оценочные материалы для проведения экзамена

Планируемые результаты

| Компетенции | знания | умения | навыки |
|--------------|---|--|--------|
| ОК 01 | – физические законы, лежащие в основе работы электрических машин и аппаратов; | – испытывать, анализировать и определять основные параметры электрических машин; – различать и выбирать аппараты для электрических цепей; | |
| ОК 09 | – виды электрических машин и их основные характеристики; | – читать электрические схемы систем управления исполнительными | |

| | | | |
|-------------------------------------|--|--|--|
| | | машинами. | |
| ПК 1.2 ПК 1.3 ПК 3.1 | <ul style="list-style-type: none"> – физические законы, лежащие в основе работы электрических машин и аппаратов, – виды электрических машин и их основные характеристики, – устройство и принцип действия электрических машин, – показатели работы электропривода. | <ul style="list-style-type: none"> – испытывать, анализировать и определять основные параметры электрических машин; – определять параметры электрических цепей постоянного и переменного тока; – различать и выбирать аппараты для электрических цепей; – читать электрические схемы систем управления исполнительными машинами. | |
| ПК 4.2 | <ul style="list-style-type: none"> – физические законы, лежащие в основе работы электрических машин и аппаратов, – виды электрических машин и их основные характеристики, – устройство и принцип действия электрических машин; | <ul style="list-style-type: none"> – испытывать, анализировать и определять основные параметры электрических машин; – определять параметры электрических цепей постоянного и переменного тока; | |

Порядок проведения:

Экзамен по учебной дисциплине «Электрические машины и электропривод» проводится в соответствии с учебным планом и является формой промежуточной аттестации обучающихся в 4 семестре на 2 курсе.

Экзамен в форме компьютерного тестирования проводится в компьютерном классе.

Дополнительные материалы и оборудование: не предоставляются.

Сложность вариантов одинакова.

При выполнении практического задания обучающиеся могут использовать справочную литературу (по необходимости).

Количество вариантов – формируется методом случайной выборки вариантов вопросов.

Критерии оценивания

| Оценка | тесты | теоретические вопросы | практические задания | ТК | Предыдущая ПА |
|--------|-----------|-----------------------|----------------------|----|---------------|
| 5 | 86-100% | | | | |
| 4 | 76-86% | | | | |
| 3 | 55-76% | | | | |
| 2 | Менее 55% | | | | |

Информационные источники (при необходимости):

4.3. Задание

Тест проводится в он-лайн режиме в форме компьютерного тестирования <https://onlinetestpad.com/4iir7nxgvoldq> в программе Online Test Pad

ОДОБРЕН

Решением цикловой комиссии

(наименование предметно-цикловой комиссии)

Протокол № ____ от «__» ____ 202__ г.

УТВЕРЖДЕНОприказом директора ГБПОУ МО
«Луховицкий авиационный техникум»
от «__» ____ 20__ г. № ____ /УР
Директор ГБПОУ МО
«Луховицкий авиационный техникум»

А.К. Шолохов**Лист регистрации изменений и дополнений,
внесенных в рабочую программу учебной дисциплины**

(наименование дисциплины)

по профессии/специальности _____ на 20_/20__ уч.

Г.

(код, наименование профессии/специальности)

В рабочую программу дисциплины вносятся следующие изменения:

| № изменения | Раздел рабочей программы | Номера листов | | | Основание для внесения изменений |
|-------------|--------------------------|---------------|-------|----------------|----------------------------------|
| | | заменённых | новых | аннулированных | |
| | | | | | |
| | | | | | |