Приложение 4 к ОПОП специальности
13.02.13 Эксплуатация и обслуживание
электрического и электромеханического
оборудования (по отраслям)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ОП.13 Электрические аппараты и реле»

Регистрационный №25ЭО/ОП-13

2025 г.

Рабочая программа учебной дисциплины разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта по специальности среднего профессионального образования составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 13.02.13 Эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям), утвержденного Приказом Минпросвещения России от 27 октября 2023 г. N 797.

Организация-разработчик:
Санкт-Петербургское государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Санкт-Петербургское государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Академия промышленных технологий» (СПБ ГБПОУ «АПТ»

Разработчик:

преподаватель СПб ГБПОУ «АПТ»

Рабочая программа рассмотрена на заседании учебной цикловой комиссии

Рабочая программа соответствует требованиям к содержанию, структуре, оформлению.

СОДЕРЖАНИЕ

1. **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**
2. **СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**
3. **УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**
4. **КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«ОП.13 Электрические аппараты и реле**»**

1.1. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы:

Учебная дисциплина «ОП.13 Электрические аппараты и реле» является вариативной частью общепрофессионального цикла образовательной программы в соответствии с ФГОС СПО по специальности 13.02.13 Эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям).

Особое значение дисциплина имеет при формировании и развитии ОК 1, ОК 5, ОК 9, ПК 3.2 (направленность по выбору).

1.2. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины:

В рамках программы учебной дисциплины обучающимися осваиваются умения и знания

Код ПК, ОК	Умения	Знания
ОК 1, ОК 5, ОК 9, ПК 1.1, ПК 3.2 (направленность по выбору)	– испытавать, 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.	– 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.

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	**Объем в часах**
Объем образовательной программы учебной дисциплины	174
в т.ч. в форме практической подготовки	48
в т. ч.:	
теоретическое обучение	112
практические занятия	48
лабораторные работы	
Самостоятельная работа	6
консультация	2
Промежуточная аттестация **4 семестр –семестровый контроль** **5 семестр –экзамен**	2 6

2.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины

Наименование разделов и тем профессионального модуля (ПМ), междисциплинарных курсов (МДК)	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная учебная работа обучающихся, курсовая работа (проект)	Объем в часах	Коды компетенций и личностных результатов, формированию которых способствует элемент программы
1	2	3	4
Тема 1.1. Коллекторные машины постоянного тока	**Содержание**		
	Принцип действия и устройство коллекторных машин постоянного тока. Магнитное поле и коммутация машин постоянного тока. Магнитная цепь машины постоянного тока. Реакция якоря. Способы возбуждения машин постоянного тока. Классификация генераторов постоянного тока по способу возбуждения. Условия самовозбуждения. Характеристики генераторов с независимым, параллельным, последовательным и смешанным возбуждением. Эксплуатационные требования, перспективы развития Назначение, области использования, технические характеристики двигателей постоянного тока. Основные характеристики двигателей с параллельным, последовательным и смешанным возбуждением. Потери и КПД двигателей постоянного тока. Универсальные коллекторные двигатели. Типы машин постоянного тока специального назначения и исполнения: тахогенераторы постоянного тока, электромашинные усилители, вентильные двигатели, исполнительные двигатели.	**38**	
	В том числе, практических занятий	**20**	

	Практическое занятие № 1. Исследование генератора постоянного тока независимого возбуждения	**20**	
	Практическое занятие № 2. Исследование генератора постоянного тока параллельного возбуждения		
	Практическое занятие № 3. Исследование генератора постоянного тока смешанного возбуждения		
	Практическое занятие № 4. Исследование двигателя постоянного тока параллельного возбуждения		
	Практическое занятие № 5. Исследование двигателя постоянного тока последовательного возбуждения		
	Практическое занятие № 6. Исследование двигателя постоянного тока смешанного возбуждения		
	Практическое занятие № 7. Определение КПД машин постоянного тока методом холостого хода		
	Практическое занятие № 8. Исследование универсального коллекторного двигателя		
	Практическое занятие № 9. Расчет и построение схемы обмотки якоря машин постоянного тока		
	Практическое занятие № 10. Расчет технических параметров машин постоянного тока		
Тема 1.2. Трансформатор	**Содержание**	**30**	
	Назначение, область применения, принцип действия, устройство и классификация трансформаторов. Уравнение электродвижущих сил, магнитодвижущих сил и токов. Схема замещения и векторная диаграмма трансформатора. Трансформирование трехфазного тока и схемы соединения обмоток трехфазных трансформаторов. Опытное определение параметров схемы замещения трансформаторов. Трансформаторы специального назначения. Многообмоточные трансформаторы. Автотрансформаторы. Электропечные и сварочные		

	трансформаторы. Трансформаторы для питания выпрямительных устройств		
	В том числе, практических занятий	**10**	
	Практическое занятие № 11. Изучение конструкции и разметка выводов трансформатора	**10**	
	Практическое занятие № 12. Испытание трансформатора по методу холостого хода и короткого замыкания		
	Практическое занятие № 13. Исследование параллельной работы трехфазных двухобмоточных трансформаторов		
	Практическое занятие № 14. Исследование однофазного автотрансформатора		
	Практическое занятие № 15. Расчет технических параметров и построение характеристик трансформатора		
Тема 1.3. Электрические машины переменного тока	**Содержание**	***50***	
	Общие вопросы теории бесколлекторных машин переменного тока. Режимы работы, устройство и магнитная цепь асинхронных машин. Рабочий процесс трехфазных асинхронных двигателей. Электромагнитный момент и рабочие характеристики асинхронного двигателя. Пуск и регулирование скорости асинхронных двигателей. Однофазные, конденсаторные и специальные асинхронные машины. Устройство и принцип действия синхронных машин. Возбуждение синхронных машин. Особенности конструктивного исполнения гидрогенераторов, турбогенераторов, дизельгенераторов. Магнитное поле синхронных машин. Характеристики синхронного генератора. Потери и КПД синхронных машин. Параллельная работа синхронных генераторов. Синхронные двигатели, компенсаторы, специальные синхронные машины.		
	В том числе, практических занятий	***26***	

	Практическое занятие № 16. Изучение конструкции асинхронного двигателя и разметка выводов обмотки статора		
	Практическое занятие № 17. Исследование трехфазного асинхронного двигателя методом непосредственной нагрузки		
	Практическое занятие № 18. Исследование способов пуска трехфазных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором		
	Практическое занятие № 19. Исследование трехфазного асинхронного двигателя с фазным ротором методом холостого хода и короткого замыкания		
	Практическое занятие № 20. Исследование трехфазного асинхронного двигателя в однофазном и конденсаторном режимах		
	Практическое занятие № 21. Исследование индукционного регулятора		
	Практическое занятие № 22. Исследование трехфазного синхронного генератора	***26***	
	Практическое занятие № 23. Исследование трехфазного синхронного генератора, включенного на параллельную работу с сетью		
	Практическое занятие № 24. Исследование трехфазного синхронного двигателя		
	Практическое занятие № 25. Исследование синхронного реактивного конденсаторного двигателя		
	Практическое занятие № 26. Расчет и построение схемы обмотки статора машин переменного тока		
	Практическое занятие № 27. Расчет технических параметров асинхронных двигателей		
	Практическое занятие № 28. Расчет технических параметров синхронных машин		

Тема 1.4. Электрические аппараты	**Содержание**		
	Назначение и общие сведения об электрических аппаратах. Тепловые процессы в электрических аппаратах. Электрические контакты. Электромагниты. Электрические аппараты низкого напряжения. Аппараты распределительных устройств. Высоковольтные электрические аппараты. Бесконтактные электрические аппараты. Выбор электрических аппаратов по заданным техническим условиям. Правила техники безопасности при эксплуатации электрических машин и аппаратов.	***44***	
	В том числе, практических занятий	***24***	
	Практическое занятие № 29. Исследование нагрева и охлаждения катушки	***24***	
	Практическое занятие № 30. Изучение контакторов		
	Практическое занятие № 31. Изучение магнитного пускателя переменного тока		
	Практическое занятие № 32. Изучение автоматических выключателей		
	Практическое занятие № 33. Изучение реле времени		
	Практическое занятие № 34. Изучение реле напряжения		
	Практическое занятие № 35. Изучение реле максимального тока		
	Практическое занятие № 36. Изучение теплового реле		
	Практическое занятие № 37. Изучение работы конечного выключателя		
	Практическое занятие № 38. Изучение работы бесконтактных датчиков		

	Практическое занятие № 39. Изучение работы усилителей		
	Практическое занятие № 40. Выбор электрических аппаратов по заданным техническим условиям и проверка их на соответствие заданным режимам работы		
Тема 1.5. Электрический привод. Механика электропривода	**Содержание**		
	Электрический привод как предмет и как устройство. Историческая справка. Структурная схема электропривода. Основные типы электропривода. Электромагнитный и статический момент сопротивления в системе электропривода. Основное уравнение системы. Момент инерции вращающегося тела. Динамический момент. Механические характеристики двигателей и механизмов. Совместная характеристика. Критерий устойчивости совместной работы двигателя и механизма. Основное уравнение динамики электропривода. Приведение моментов к валу электродвигателя. Момент инерции системы.	***30***	
	В том числе, практических занятий	***24***	
	Практическое занятие № 41. Построение совместной характеристики для двигателя и механизма .	***24***	
	Практическое занятие № 42. Механическая характеристика ДПТ при различных способах возбуждения.		
	Практическое занятие № 43. Расчет и построение механических характеристик ДПТ.		
	Практическое занятие № 44. Расчет пусковых и тормозных резисторов.		
	Практическое занятие № 45. Расчет регулировочных резисторов.		
	Практическое занятие № 46. Исследование режимов работы ДПТ.		
	Практическое занятие № 47. Исследование системы ТП-Д (ДПТ).		

	Практическое занятие № 48. Расчет механической характеристики ДПТ с параллельным или с независимым возбуждением.		
	Практическое занятие № 49. Расчет пусковых и тормозных резисторов для ДПТ с параллельным возбуждением.		
Тема 1.6. Электроприводы с двигателями переменного тока	**Содержание**		
	Механическая характеристика трехфазного асинхронного двигателя (АД).Формула Клосса. Упрощенный расчет рабочего участка механической характеристики АД по формуле Клосса. Проблемы пуска АД. Пусковая диаграмма для АД с фазным ротором. Расчет пусковых резисторов в цепи ротора. Рекуперативное торможение АД. Торможение АД противовключением. Динамическое торможение АД. Реверс АД. Регулирование скорости АД изменением сопротивления в цепи ротора, напряжения на статоре, частоты питающего напряжения, числа пар полюсов. Импульсное регулирование координат ЭП. Разновидности и области применения однофазных АД. Особенности применения линейных АД.	***22***	
	В том числе, практических занятий	***16***	
	Практическое занятие № 50. Исследование АД с короткозамкнутым ротором и построение его механической характеристики.	***16***	
	Практическое занятие № 51. Исследование тормозных режимов АД.		
	Практическое занятие № 52. Регулирование скорости АД изменением различных параметров.		
	Практическое занятие № 53. Расчет механической характеристики АД по формуле Клосса.		
	Практическое занятие № 54. Расчет пусковых резисторов и построение пусковых и тормозных характеристик АД.		
	Содержание	***14***	

Тема 1.7. Электропривод с синхронным двигателем переменного тока	Статические характеристики и режимы работы СД. Пуск, регулирование скорости и торможение СД. СД как компенсатор реактивной мощности. Вентильно-индуктивный ЭП.		
	В том числе, практических занятий	***8***	
	Практическое занятие № 55. Исследование синхронного двигателя.	***8***	
	Практическое занятие № 56. Электропривод с вентильным двигателем		
Тема 1.8. Энергетика электропривода	**Содержание**	***10***	
	Энергетические показатели ЭП. Потери энергии при пуске, реверсе и торможении ЭД. Влияние нагрузки на потери, коэффициент полезного действия и мощности ЭП. Переходные процессы в ЭП. Переходные процессы при линейной и нелинейной совместной характеристике. Факторы, определяющие систему электропривода. Выбор электродвигателя по условиям работы ЭП и по условиям нагрева и охлаждения. Режимы работы ЭП по условиям нагрева. Выбор двигателя и проверка его на перегрузочную способность.		
	В том числе, практических занятий	***4***	
	Практическое занятие № 57. Расчет переходных процессов при нелинейной совместной характеристике.	***4***	
Тема 1.9. Системы электропривода	**Содержание**	***18***	
	Назначение и применение аппаратов, работающих в силовых цепях ЭП. Пуск и торможение ЭД в функции различных параметров. Принцип тиристорного управления ЭП. Типовые узлы и схемы управления разомкнутой системой ЭП. Достоинства замкнутой системы. Роль и виды обратных связей в системе ЭП. Главная обратная связь. Регулирование тока и момента. Микропроцессорные средства программного управления электроприводами. Комплексные и интегрированные ЭП.		

	Тиристорные силовые преобразователи. Следящий электропривод.		
	В том числе, практических занятий	***8***	
	Практическое занятие № 58. Исследование системы ПЧ-СД.	***8***	
	Практическое занятие № 59. Автоматический пуск и торможение АД.		

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Для реализации программы учебной дисциплины должны быть предусмотрены следующие специальные помещения:

Лаборатория «Электрического и электромеханического оборудования»**,** оснащенный в соответствии образовательной программы по специальности.

3.2. Информационное обеспечение реализации программы

Для реализации программы библиотечный фонд образовательной организации должен иметь печатные и/или электронные образовательные и информационные ресурсы для использования в образовательном процессе. При формировании библиотечного фонда образовательной организацией выбирается не менее одного издания из перечисленных ниже печатных изданий и (или) электронных изданий в качестве основного, при этом список может быть дополнен новыми изданиями.

1.2.1. Основные печатные издания

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

1.2.2. 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. 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

3. 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

Результаты обучения[1]	Критерии оценки	Методы оценки
Знания: – 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.	«отлично»: обучающийся показывает глубокое и полное знание и понимание всего объёма программного материала; полное понимание сущности рассматриваемых понятий, явлений и закономерностей, теорий, взаимосвязей; умеет составить полный и правильный ответ на основе изученного материала; выделять главные положения, самостоятельно подтверждать ответ конкретными примерами, фактами; самостоятельно и аргументировано делать анализ, обобщения, выводы. «хорошо»: обучающийся показывает знания всего изученного программного материала. Даёт полный и правильный ответ на основе изученных теорий; незначительные ошибки и недочёты при воспроизведении изученного материала, определения понятий дал неполные, небольшие неточности при использовании научных терминов или в выводах и обобщениях из наблюдений и опытов; материал излагает в определенной логической последовательности, при этом допускает одну негрубую ошибку или не более двух недочетов и может их исправить самостоятельно при требовании или при небольшой помощи преподавателя; в основном усвоил	**Текущий контроль:** экспертная оценка выполнения практических заданий. **Промежуточная аттестация**

[1] В ходе оценивания могут быть учтены личностные результаты.

	учебный материал; подтверждает ответ конкретными примерами; правильно отвечает на дополнительные вопросы; умеет самостоятельно выделять главные положения в изученном материале; на основании фактов и примеров обобщать, делать выводы, устанавливать внутрипредметные связи. «удовлетворительно»: обучающийся показывает освоение содержания учебного материала, но имеет пробелы в усвоении материала, материал излагает несистематизированно, фрагментарно, не всегда последовательно; показывает недостаточную сформированность отдельных знаний; выводы и обобщения аргументирует слабо, допускает в них ошибки, обучающийся допустил ошибки и неточности в использовании научной терминологии, определения понятий дал недостаточно четкие; «неудовлетворительно»: обучающийся не усвоил и не раскрыл основное содержание материала; не делает выводов и обобщений, не знает и не понимает значительную или основную часть программного материала в пределах поставленных вопросов или допускает более двух грубых ошибок, которые не может исправить.	
Умения: – испытавать, анализировать и определять основные параметры электрических машин;	«отлично»: обучающийся показывает глубокое и полное понимание всего объёма программного материала для демонстрации конкретных умений;	**Текущий контроль:** экспертная оценка выполнения практических заданий. **Промежуточная аттестация**

– определять параметры электрических цепей постоянного и переменного тока; – различать и выбирать аппараты для электрических цепей; – читать электрические схемы систем управления исполнительными машинами	«хорошо»: обучающийся показывает понимание всего изученного программного материала, однако допускает незначительные ошибки и недочёты при демонстрации умений, но может их исправить самостоятельно при требовании или при небольшой помощи преподавателя; «удовлетворительно»: обучающийся показывает освоение содержания учебного материала, но имеет проблемы при демонстрации умений, может исправить ошибки только при помощи преподавателя; «неудовлетворительно»: обучающийся не усвоил основное содержание материала, не может продемонстрировать конкретные умения или допускает более двух грубых ошибок, которые не может исправить.	