Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Бутакова Оксана Стефановна
Должность: директор
Дата подписания: 05.12.2025 09:17:46
Уникальный программный ключ:
92ebe478f3654efe030354ec9c160360cb17a169

Министерство образования и науки Республики Саха (Якутия)
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
Республики Саха (Якутия) «Ленский технологический техникум»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Междисциплинарный курс: МДК.04.02 Цифровые технологии и автоматизация процессов обслуживания электрооборудования горнодобывающего предприятия

Профессия: 13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)

г. Ленск, 2024

Методические рекомендации по выполнению практических занятий составлены на основе требований Федерального государственного образовательного стандарта по профессии 13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям) к содержанию и уровню подготовки выпускника в соответствии учебным планом и рабочей программой междисциплинарного курса МДК.04.02 Цифровые технологии и автоматизация процессов обслуживания электрооборудования горнодобывающего предприятия, утвержденных ГБПОУ РС (Я) «Ленский технологический техникум».

РЕКОМЕНДОВАНО

Учебно-методическим советом

ГБПОУ РС (Я) «Ленский технологический техникум»

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
Республики Саха (Якутии)
«Ленский технологический техникум»
Учебно методический совет
Протокол № 10
«28» мая 2024 г.

Рассмотрена и рекомендована на заседании ПЦК «Профессиональной подготовки»

Протокол №10 от «6» июня 2024

Председатель ПЦК Лучина Г.А

Дьячков Юрий Юрьевич, мастер производственного обучения

Оглавление

Пояснительная записка....4
Практическое занятие №1....8
Практическое занятие №2....12
Практическое занятие №3....15
Практическое занятие №4....19
Практическое занятие №5....22
Практическое занятие №6....26
Практическое занятие №7....30
Практическое занятие №8....33
Практическое занятие №9....37
Практическое занятие №10....40
Практическое занятие №11....44
Информационное обеспечение реализации программы....48

Пояснительная записка

Методические указания к выполнению практических работ, обучающихся по междисциплинарному курсу **МДК.04.02 Цифровые технологии и автоматизация процессов обслуживания электрооборудования горнодобывающего предприятия** предназначены для обучающихся по профессии 13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям).

Цель методических указаний: оказание помощи обучающимся в выполнении практических работ по междисциплинарному курсу МДК.04.02 Цифровые технологии и автоматизация процессов обслуживания электрооборудования горнодобывающего предприятия **в** учреждениях среднего профессионального образования.

В связи с введением в образовательный процесс нового Федерального государственного образовательного стандарта, который ориентирован на выработку у студентов общих и профессиональных компетенций – набора знаний, умений, навыков и личностных качеств, которые позволят выпускнику стать конкурентоспособным на рынке труда, все более актуальной становится задача организации практической работы студентов.

Практические занятия являются важной формой образовательного процесса и направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений, они составляют важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки.

Цели практических занятий:

-помочь студентам систематизировать, закрепить и углубить знания теоретического характера;

-научить студентов приемам решения практических задач, способствовать овладению навыками и умениями составления служебных документов;

-научить их пользоваться справочной литературой и таблицами;

-формировать умение учиться самостоятельно, т. е. овладевать методами, способами и приемами самообучения, саморазвития и самоконтроля.

Настоящие методические указания содержат работы, которые позволят обучающимся самостоятельно овладеть фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по междисциплинарному курсу, опытом творческой и исследовательской деятельности и направлены на формирование следующих умений и знаний:

Уметь:

У.1. Установка соединительных муфт, тройников и коробок

У.2. Разборка, ремонт и сборка простых узлов, аппаратов и арматуры электроосвещения с применением простых ручных приспособлений и инструментов.

У.3. Очистка, промывка, протирка и продувка сжатым воздухом деталей и приборов электрооборудования

У.4. Изготовление несложных деталей из сортового металла

У.5. Соединение деталей и узлов электромашин, электроприборов по простым электромонтажным схемам

Знать:

З.1 Электромонтажные схемы и пускорегулирующую аппаратуру средней сложности

З.2 Основные свойства обрабатываемых материалов

З.3 Устройство универсальных и специальных приспособлений, монтажного инструмента и используемых контрольно-измерительных инструментов

З.4 Устройство и принцип работы обслуживаемых электромашин переменного и постоянного тока

З.5 Способы наладки щеточного механизма электродвигателей

З.6 Анализ и оценка информации

З.7 Оценка и учет последствий и эффектов деятельности

Результатом освоения курсу МДК.04.02 Цифровые технологии и автоматизация процессов обслуживания электрооборудования горнодобывающего предприятия является овладение обучающимися общих компетенций (ОК) и профессиональных компетенций (ПК):

ОК.01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам

ОК.02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационных технологий для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК.03 Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях

ОК.04 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде

ОК.05 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке

Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста

ОК.06 Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения

ОК.07 Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

ОК.08 Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности

ОК.09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках

ВД 4 Выявление и устранение отказов и неисправностей электрооборудования со схемами включения средней сложности

ПК 4.1 Регулирование нагрузки электрооборудования, установленного на обслуживаемом участке

ПК 4.2 Выполнение такелажных операций с применением кранов и других грузоподъемных машин

ПК 4.3 Выявление и устранение отказов, неисправностей и повреждений электрооборудования с простыми схемами включения

ПК 4.4 Управление информацией и данными с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач

ПК 4.5 Применение критического мышления в цифровой среде

Критериями оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся являются:

уровень освоения учебного материала;

уровень умения использовать теоретические знания при выполнении практических задач;

уровень умения активно использовать электронные образовательные ресурсы, находить требующуюся информацию, изучать ее и применять на практике;

обоснованность и четкость изложения материала;

оформление материала в соответствии с требованиями стандарта предприятия;

уровень умения ориентироваться в потоке информации, выделять главное;

уровень умения четко сформулировать проблему, предложив ее решение, критически оценить решение и его последствия;

уровень умения определить, проанализировать альтернативные возможности, варианты действий;

уровень умения сформулировать собственную позицию, оценку и аргументировать ее.

К категории *существенных ошибок* следует отнести ошибки, связанные с незнанием, непониманием учащимися основных положений теории и с неправильным применением методов, способов, приемов решения практических заданий, предусмотренных программой.

К категории *несущественных ошибок* следует отнести погрешности, связанные с небрежным выполнением записей, рисунков, графиков, чертежей, а также погрешности и недочеты, которые не приводят к искажению смысла задания и его выполнения.

При наличии существенной ошибки задание считается невыполненным.

Практические работы представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Перечень видов практических работ

Номер и наименование темы	**Наименование (содержание) практической работы**	**Кол-во час**	**Коды формируемых компетенций**	**Форма контроля**
МДК.04.02 Цифровые технологии и автоматизация процессов обслуживания электрооборудования горнодобывающего предприятия				
Тема 2.1 Автоматический контроль параметров рудничной атмосферы.	**Практическое занятие №1.** Ремонт и регулировка высоковольтного разъединителя	2	ПК 4.1, ПК 4.2, ПК 4.3, ПК 4.4, ПК 4.5 ОК 01 - ОК 09. КК 01, КК 02, КК 03	Текущий контроль
Тема 2.4 Автоматизированное управление производством на горных предприятиях	**Практическое занятие №2.** Монтаж и наладка аппаратуры ВМП	2	ПК 4.1, ПК 4.2, ПК 4.3, ПК 4.4, ПК 4.5 ОК 01 - ОК 09. КК 01, КК 02, КК 03	Текущий контроль
	Практическое занятие №3. Построение алгоритма работы аппаратуры автоматизации вентиляторов главного проветривания	2		Текущий контроль

	Практическое занятие №4. Чтение схемы управления калориферно-вентиляторной установкой	2		Текущий контроль
	Практическое занятие №5. Построение алгоритма работы аппаратуры управления буровой установкой МИНИМАТИК	2		Текущий контроль
	Практическое занятие №6. Монтаж и наладка аппаратуры стрелочного перевода	2		Текущий контроль
	Практическое занятие №7. Чтение схемы аппаратуры контроля скорости ленточных конвейеров	2		Текущий контроль
	Практическое занятие №8. Проектирование системы автоматизации водоотливной установки	2		Текущий контроль
	Практическое занятие №9. Чтение схемы автоматизации рудничного водоотлива	2		Текущий контроль
	Практическое занятие №10. Разработка схемы автономного отопления и вентиляции помещений рудничного поверхностного комплекса	2		Текущий контроль
	Практическое занятие №11. Преобразование аналогового сигнала методами квантования и модуляции	2		Текущий контроль

Практическое занятие №1

Тема: Ремонт и регулировка высоковольтного разъединителя

МДК.04.02 Цифровые технологии и автоматизация процессов обслуживания электрооборудования горнодобывающего предприятия

Профессия: 13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)

Продолжительность: 2 часа

Цель занятия:

Освоить методику безопасного проведения ремонта и регулировки высоковольтного разъединителя, применяемого в условиях горнодобывающего производства, с учетом

требований охраны труда, промышленной безопасности и цифровых технологий диагностики.

Учебные задачи:

1. Изучить устройство и принцип действия высоковольтного разъединителя.
2. Ознакомиться с нормативной документацией по обслуживанию разъединителей (ПУЭ, ПТЭЭП, инструкции завода-изготовителя).
3. Выполнить визуальный осмотр и дефектовку узлов разъединителя.
4. Провести регулировку механизма привода и контактной группы.
5. Применить цифровые средства диагностики (термовизор, мегаомметр, контактный измеритель сопротивления).
6. Оформить отчет о проведенном ремонте и регулировке.

Материально-техническое обеспечение:

- Высоковольтный разъединитель (например, РВР-10/400 или аналог) — макет или учебный стенд
- Изолирующие штанги, переносные заземления
- Комплект инструментов (гаечные ключи, отвертки, динамометрический ключ)
- Цифровой мегаомметр (например, MIC-2500)
- Микроомметр (измеритель контактного сопротивления, например, ИКС-1)
- Термовизионная камера (при наличии)
- Средства индивидуальной защиты (СИЗ): диэлектрические перчатки, коврик, каска, защитные очки
- Журналы учета работ, дефектные ведомости, техническая документация

Теоретическая часть (15 мин):

1. Назначение разъединителя:

Разъединитель — коммутационный аппарат, предназначенный для отключения обесточенных участков цепи под напряжением до 1000 В и выше. Не предназначен для отключения токов нагрузки или короткого замыкания.

2. Основные узлы:

- Ножи (подвижные контакты)
- Неподвижные контакты
- Изоляторы
- Приводной механизм (ручной или пружинный)

- Заземляющие ножи (при наличии)

3. Требования безопасности:

- Работа выполняется только при снятом напряжении и установленных переносных заземлениях.
- Обязательное наличие допуска по электробезопасности не ниже III группы.
- Использование СИЗ и средств защиты.

4. Цифровые технологии в диагностике:

- Термовизионный контроль — выявление перегрева контактов.
- Измерение сопротивления изоляции — оценка состояния изоляторов.
- Измерение переходного сопротивления контактов — контроль качества контактного соединения.

Практическая часть (90 мин):

Этап 1. Подготовка к работе (15 мин)

1. Получить допуск к работе у мастера/инструктора.
2. Проверить наличие и исправность СИЗ и инструмента.
3. Убедиться, что разъединитель отключен от сети и заземлен.
4. Ознакомиться с паспортом оборудования и инструкцией по эксплуатации.

Этап 2. Визуальный осмотр и дефектовка (20 мин)

1. Провести внешний осмотр:

- Наличие трещин на изоляторах
- Коррозия контактных поверхностей
- Износ или деформация ножей
- Состояние приводного механизма

2. Зафиксировать выявленные дефекты в дефектной ведомости.

Этап 3. Регулировка разъединителя (30 мин)

3. Проверить ход подвижных контактов — должен быть плавным, без заеданий.
4. Отрегулировать зазор между контактами в отключенном положении (согласно паспорту, обычно 150–200 мм).
5. Проверить и отрегулировать синхронность срабатывания фаз (разница не более 3 мм).
6. Затянуть болтовые соединения с требуемым моментом (по паспорту, например, 25 Н·м).

7. Проверить работу заземляющих ножей (если есть): они должны замыкаться до размыкания рабочих контактов.

Этап 4. Диагностика с применением цифровых приборов (20 мин)

1. Измерить сопротивление изоляции между фазами и на землю (норма — не менее 100 МОм при 2500 В).
2. Измерить переходное сопротивление контактов (норма — не более 50–100 мкОм).
3. При наличии термовизора — зафиксировать температуру контактных соединений (разница между фазами не более 10°C).

Этап 5. Завершение работ (5 мин)

1. Убрать инструмент и СИЗ.
2. Снять переносные заземления (по команде мастера).
3. Сдать оборудование в эксплуатацию.

Отчетность:

Студент оформляет отчет по форме:

- Название работы
- Цель и задачи
- Перечень использованного оборудования и инструментов
- Выявленные дефекты
- Проведенные регулировки
- Результаты измерений (таблица)
- Вывод о пригодности разъединителя к эксплуатации

Контрольные вопросы:

1. Почему разъединитель нельзя использовать для отключения под нагрузкой?
2. Какие параметры проверяются при регулировке разъединителя?
3. Как цифровые приборы повышают надежность обслуживания?
4. Какие меры безопасности обязательны при работе с ВР?

Критерии оценки:

- Правильность выполнения операций — 40%
- Соблюдение техники безопасности — 30%
- Качество оформления отчета — 20%
- Ответы на контрольные вопросы — 10%

Преподаватель: _____

Дата проведения: «_» _____ 20 г.

Подпись студента: _____

Практическое занятие №2

Тема: Монтаж и наладка аппаратуры ВМП (взрывозащищённого исполнения)

МДК.04.02 Цифровые технологии и автоматизация процессов обслуживания электрооборудования горнодобывающего предприятия

Профессия: 13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)

Продолжительность: 2 часа

Цель занятия:

Освоить методику безопасного монтажа, подключения и наладки электрооборудования во взрывозащищённом исполнении (ВМП — оборудование для взрывоопасных мест производства), применяемого в подземных горных выработках, с соблюдением требований промышленной безопасности и нормативной документации.

Учебные задачи:

1. Изучить конструктивные особенности и маркировку аппаратуры ВМП.
2. Ознакомиться с требованиями ПУЭ (Глава 7.3), ПБ 13-04, ГОСТ 30852.0–30852.13 к электрооборудованию для взрывоопасных зон.
3. Выполнить монтаж типового узла ВМП (например, взрывозащищённой распределительной коробки или пускателя).
4. Провести проверку целостности взрывозащиты и электрических параметров.
5. Осуществить наладку и функциональное тестирование.
6. Оформить отчёт о проделанной работе.

Материально-техническое обеспечение:

- Учебный стенд с макетом горной выработки и взрывозащищённым оборудованием (например: пускатель ПВИ, распределительная коробка КВВ, светильник СВВ)
- Комплект инструментов (ключ гаечный, отвёртки, пассатижи, динамометрический ключ)
- Мегаомметр (2500 В)
- Мультиметр цифровой

- Кабель ВВГнг(А)-LS или КГВВнг(А)-LS (взрывозащищённый монтажный кабель)
- Сертификаты соответствия на оборудование ВМП
- Средства индивидуальной защиты (СИЗ): диэлектрические перчатки, защитные очки, спецодежда
- Журналы учета работ, паспорта оборудования, схемы подключения

Теоретическая часть (15 мин):

1. Что такое ВМП?

ВМП — электрооборудование во взрывозащищённом исполнении, предназначенное для эксплуатации в условиях возможного выделения рудничного газа (метана) и угольной пыли. Обозначается маркировкой:

1ExdI Mb — где:

1 — уровень взрывозащиты (для подземных выработок)

Ex — знак соответствия международным стандартам

d — вид взрывозащиты (взрывонепроницаемая оболочка)

I — оборудование для рудничных установок (группа I)

Mb — категория оборудования (может работать при наличии метана)

2. Основные виды взрывозащиты:

- Взрывонепроницаемая оболочка («d»)
- Повышенная безопасность («e»)
- Искробезопасная электрическая цепь («i»)

3. Требования к монтажу:

- Запрещено нарушать герметичность и целостность оболочки.
- Все кабельные вводы должны быть уплотнены взрывозащищёнными сальниками.
- Заземление обязательно (сопротивление не более 1 Ом).
- Не допускается перекос фланцев, ослабление болтовых соединений.

4. Нормативные документы:

- ПУЭ, Глава 7.3 «Электроустановки во взрывоопасных зонах»
- Правила безопасности при ведении горных работ (ПБ 13-04)
- ГОСТ 30852.0–30852.13 (IEC 60079)

Практическая часть (90 мин):

Этап 1. Подготовка к работе (10 мин)

1. Получить допуск от мастера.
2. Проверить наличие и исправность СИЗ и инструмента.
3. Изучить паспорт и схему подключения выбранного аппарата ВМП (например, пускателя ПВИ-250).
4. Убедиться, что оборудование обесточено и заземлено.

Этап 2. Монтаж аппарата ВМП (30 мин)

1. Установить корпус аппарата на крепёжную раму/панель.
2. Проложить кабель через взрывозащищённый кабельный ввод.
3. Зачистить жилы кабеля, соблюдая длину разделки по паспорту.
4. Подключить проводники к клеммам согласно схеме (фаза, ноль, земля).
5. Затянуть болты крепления оболочки с требуемым моментом (указан в паспорте, например, 15–20 Н·м).
6. Убедиться, что взрывозащитные зазоры не нарушены.

Этап 3. Проверка и наладка (35 мин)

1. Проверить сопротивление изоляции между жилами и на землю (норма ≥ 10 МОм).
2. Проверить целостность цепи заземления (сопротивление ≤ 1 Ом).
3. Провести визуальный контроль:

- Отсутствие повреждений оболочки
- Правильность маркировки
- Надёжность крепления крышки

4. Подать напряжение (по команде мастера).
5. Проверить функционирование:

- Включение/отключение пускателя
- Работа сигнальной индикации
- Отсутствие искрения, перегрева

Этап 4. Завершение работ (15 мин)

1. Отключить питание.
2. Убрать инструмент и материалы.
3. Оформить акт выполненных работ и отчёт.
4. Сдать оборудование в эксплуатацию.

Отчётность:

Студент оформляет отчёт, включающий:

- Название и цель работы
- Тип и маркировка установленного оборудования ВМП
- Перечень выполненных операций
- Результаты измерений (таблица: сопротивление изоляции, заземления и др.)
- Вывод о соответствии оборудования требованиям безопасности

Контрольные вопросы:

1. Как расшифровывается маркировка «1ExdI Mb»?
2. Почему нельзя использовать обычное электрооборудование в рудничных выработках?
3. Какие параметры проверяются при наладке ВМП?
4. Как обеспечивается взрывобезопасность при монтаже кабельных вводов?

Критерии оценки:

- Правильность монтажа и соблюдение требований ВМП — 40%
- Выполнение измерений и диагностики — 25%
- Соблюдение техники безопасности — 20%
- Качество оформления отчёта и ответы на вопросы — 15%

Преподаватель: _____

Дата проведения: «_» _____ 20 г.

Подпись студента: _____

Практическое занятие №3

Тема: Построение алгоритма работы аппаратуры автоматизации вентиляторов главного проветривания

МДК.04.02 Цифровые технологии и автоматизация процессов обслуживания электрооборудования горнодобывающего предприятия

Профессия: 13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)

Продолжительность: 2 часа

Цель занятия:

Научиться разрабатывать и визуализировать логический алгоритм функционирования системы автоматического управления вентиляторами главного проветривания (ВГП) с учетом требований безопасности, нормативных документов и условий эксплуатации на горнодобывающем предприятии.

Учебные задачи:

1. Изучить назначение и состав системы автоматизации ВГП.
2. Ознакомиться с требованиями ПБ 13-04, ПУЭ и РД по автоматизации вентиляции шахт.
3. Проанализировать входные и выходные сигналы системы управления.
4. Построить функциональную схему и блок-схему алгоритма работы аппаратуры автоматизации ВГП.
5. Применить базовые элементы логики (И, ИЛИ, НЕ) для описания аварийных и штатных режимов.
6. Оформить отчёт с пояснением логики управления.

Материально-техническое обеспечение:

- Компьютер с ПО для построения схем (например, Microsoft Visio, draw.io, или даже PowerPoint)
- Учебные схемы автоматизации ВГП
- Плакаты: «Система автоматики вентиляторной установки», «Аварийные режимы ВГП»
- Нормативные документы: ПБ 13-04, ПУЭ (разделы по вентиляции), типовые схемы управления
- Бумага формата А4, карандаш, линейка (для ручного черчения при отсутствии ПК)
- Примеры датчиков: метана (ДМТ), давления (ДД), вибрации (ДВ), температуры подшипников

Теоретическая часть (20 мин):

1. Назначение вентиляторов главного проветривания (ВГП):

Обеспечивают непрерывную подачу свежего воздуха в горные выработки и удаление вредных газов (метан, CO_2, пыль). Отказ ВГП угрожает жизни персонала и может привести к аварии.

2. Требования к автоматизации ВГП:

- Обязательное резервирование (основной + резервный вентилятор)
- Автоматический пуск резервного вентилятора при отказе основного
- Отключение при превышении концентрации метана ≥ 1,0%
- Контроль параметров: давление, вибрация, температура подшипников, ток двигателя

- Сигнализация и передача данных в диспетчерский пункт

3. Основные компоненты системы автоматизации:

- Датчики: метана (ДМТ), давления (ДД), температуры (ТСП), вибрации
- Контроллер (ПЛК — программируемый логический контроллер)
- Исполнительные устройства: магнитные пускатели, контакторы
- Система АСУ ТП (автоматизированная система управления технологическим процессом)

4. Логика работы (упрощённо):

- При нормальных условиях — работает основной ВГП
- При аварии (обрыв фазы, перегрев, метан ≥1%) — отключение основного и пуск резервного
- При отказе обоих — аварийная сигнализация и блокировка спуска людей в шахту

Практическая часть (90 мин):

Этап 1. Анализ исходных данных (15 мин)

1. Получить задание от преподавателя:

- Тип вентиляторной установки (например, ВЦД-31,5)
- Перечень датчиков и их пороговые значения
- Требования к резервированию

2. Изучить типовую схему управления ВГП.

Этап 2. Определение условий управления (20 мин)

Составить таблицу состояний:

Условие	**Действие**
Норма (метан <1%, давление в норме, нет перегрева)	Работает основной ВГП
Отказ основного ВГП (обрыв, перегрузка)	Автоматический пуск резервного
Метан ≥1%	Отключение ВГП, сигнализация
Метан ≥1,5%	Блокировка повторного пуска до снижения концентрации
Отказ обоих ВГП	Аварийная остановка, оповещение диспетчера

Этап 3. Построение блок-схемы алгоритма (40 мин)

Используя стандартные обозначения (ГОСТ 19.701-90), построить блок-схему, включающую:

- Начало/конец

- Блоки ввода данных (с датчиков)
- Логические условия («Да/Нет»)
- Блоки управления («Включить основной ВГП», «Перейти на резерв», «Выдать аварию»)

Пример фрагмента логики:

```
[Начало]
   ↓
[Проверка: метан < 1%?] —Нет→ [Отключить ВГП, сигнализация]
   ↓ Да
[Работает основной ВГП?]
   ↓ Нет
[Включить резервный ВГП]
   ↓
[Контроль параметров каждые 5 сек]
   ↓
[Конец цикла]
```

Этап 4. Оформление и защита алгоритма (15 мин)

1. Сохранить схему в электронном виде или оформить на листе А4.
2. Подписать все блоки и линии связи.
3. Кратко пояснить логику преподавателю.

Отчётность:

Студент представляет:

- Название и цель работы
- Перечень датчиков и пороговых значений
- Таблицу условий управления
- Блок-схему алгоритма (в печатном или рукописном виде)
- Вывод: как алгоритм обеспечивает безопасность и надёжность проветривания

Контрольные вопросы:

1. Почему автоматизация ВГП является критически важной системой на шахте?
2. Какие датчики обязательны в системе автоматики ВГП?
3. Что происходит при превышении концентрации метана до 1,5%?
4. Как обеспечивается резервирование вентиляторов?

Критерии оценки:

- Полнота и корректность анализа условий — 30%
- Логическая правильность блок-схемы — 40%

- Соответствие нормативным требованиям — 20%
- Качество оформления и ответы на вопросы — 10%

Преподаватель: _____

Дата проведения: «_» _____ 20 г.

Подпись студента: _____

Практическое занятие №4

Тема: Чтение схемы управления калориферно-вентиляторной установкой

МДК.04.02 Цифровые технологии и автоматизация процессов обслуживания электрооборудования горнодобывающего предприятия

Профессия: 13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)

Продолжительность: 2 часа

Цель занятия:

Научиться читать и интерпретировать электрические принципиальные схемы управления калориферно-вентиляторной установкой (КВУ), применяемой в системах вентиляции горнодобывающих предприятий, с целью последующего монтажа, наладки и обслуживания оборудования.

Учебные задачи:

1. Изучить назначение и состав калориферно-вентиляторной установки.
2. Ознакомиться с условными графическими обозначениями элементов схемы согласно ЕСКД (ГОСТ 2.701, 2.702).
3. Проанализировать принципиальную электрическую схему управления КВУ.
4. Определить цепи силовые и цепи управления, а также взаимосвязь между ними.
5. Выявить элементы защиты, сигнализации и автоматики.
6. Составить пояснительную записку к схеме и ответить на контрольные вопросы.

Материально-техническое обеспечение:

- Принципиальная электрическая схема управления калориферно-вентиляторной установки (на стенде, плакате или в электронном виде)
- Компьютеры с доступом к электронным каталогам и ГОСТам (при наличии)
- Справочники по условным обозначениям (ГОСТ 2.701–2.755)

- Карандаш, линейка, ластик, бумага формата А4
- Мультимедийный проектор (для демонстрации схемы)
- Паспорт КВУ (учебный образец)

Теоретическая часть (20 мин):

1. Назначение КВУ:

Калориферно-вентиляторная установка предназначена для подогрева наружного воздуха в холодный период года перед подачей его в шахту. Это предотвращает обмерзание вентиляционных стволов, обеспечивает комфортные условия труда и соблюдение санитарных норм.

2. Основные компоненты КВУ:

- Вентилятор (электродвигатель + крыльчатка)
- Калорифер (теплообменник с ТЭНами или горячей водой)
- Датчики температуры воздуха (на входе и выходе)
- Блок управления (контроллер или релейная логика)
- Магнитные пускатели, автоматические выключатели, реле времени, термостаты

3. Особенности схемы управления:

- Обязательная блокировка: вентилятор должен включаться до калорифера и отключаться после него (во избежание перегрева ТЭНов).
- Защита от перегрева калорифера (термореле).
- Возможность ручного и автоматического режимов.
- Сигнализация аварийных ситуаций (обрыв фазы, перегрев, отказ вентилятора).

4. Условные обозначения (основные):

- **QF** — автоматический выключатель
- **KM** — магнитный пускатель
- **KT** — реле времени
- **KK** — термостат / термореле
- **HL** — сигнальная лампа
- **SB** — кнопка управления
- **M** — электродвигатель
- **EK** — нагревательный элемент (ТЭН)

Практическая часть (90 мин):

Этап 1. Ознакомление со схемой (15 мин)

1. Получить схему управления КВУ от преподавателя.
2. Определить тип схемы: принципиальная, развернутая, функциональная.
3. Найти и подписать основные узлы: вентилятор, калорифер, панель управления.

Этап 2. Анализ цепей (30 мин)

1. Выделить **силовую часть:**

- Питание электродвигателя вентилятора
- Питание ТЭНов калорифера

2. Выделить **цепи управления:**

- Кнопки «Пуск»/«Стоп»
- Реле времени для задержки включения калорифера
- Термостаты и датчики

3. Определить последовательность включения:

- Нажатие «Пуск» → включение вентилятора → через 30 сек → включение калорифера

Этап 3. Изучение защит и блокировок (25 мин)

1. Найти на схеме:

- Тепловое реле для двигателя
- Термовыключатель калорифера (срабатывание при >80°C)
- Блокировку от одновременного включения ТЭНов без вентилятора

2. Объяснить, как срабатывает аварийная сигнализация.

Этап 4. Составление пояснительной записки (20 мин)

На отдельном листе оформить:

- Назначение КВУ
- Перечень основных элементов схемы (с обозначениями)
- Алгоритм запуска и остановки
- Описание защитных функций
- Возможные неисправности и их признаки по схеме (например, не включается калорифер — проверить реле времени KT1)

Отчётность:

Студент сдаёт:

- Подписанную схему (с выделенными цепями цветом или штриховкой)

- Пояснительную записку по структуре выше
- Ответы на контрольные вопросы

Контрольные вопросы:

1. Почему вентилятор должен включаться до калорифера?
2. Какие виды защиты предусмотрены в схеме КВУ?
3. Как обозначается на схеме реле времени?
4. Что произойдёт, если откажет датчик температуры на выходе калорифера?
5. Как перейти в ручной режим управления?

Критерии оценки:

- Правильность анализа схемы — 40%
- Полнота пояснительной записки — 30%
- Знание условных обозначений и нормативов — 20%
- Ответы на контрольные вопросы — 10%

Преподаватель: _____

Дата проведения: «_» _____ 20 г.

Подпись студента: _____

Практическое занятие №5

Тема: Построение алгоритма работы аппаратуры управления буровой установкой МИНИМАТИК

МДК.04.02 Цифровые технологии и автоматизация процессов обслуживания электрооборудования горнодобывающего предприятия

Профессия: 13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)

Продолжительность: 2 часа

Цель занятия:

Научиться разрабатывать логический алгоритм функционирования системы автоматического управления буровой установкой типа МИНИМАТИК, применяемой при проходке горных выработок, с учетом последовательности технологических операций, требований безопасности и взаимодействия исполнительных механизмов.

Учебные задачи:

1. Изучить назначение, состав и принцип действия буровой установки МИНИМАТИК.

2. Ознакомиться с основными режимами работы: ручной, автоматический, аварийный.

3. Проанализировать последовательность операций при автоматическом бурении.

4. Определить входные (датчики) и выходные (исполнительные устройства) сигналы системы управления.

5. Построить блок-схему алгоритма автоматического цикла бурения.

6. Оформить пояснительную записку и защитить разработанный алгоритм.

Материально-техническое обеспечение:

- Учебный стенд с макетом буровой установки МИНИМАТИК (или видеоматериалы/схемы)
- Компьютер с ПО для построения схем (Visio, draw.io, PowerPoint и др.)
- Плакаты: «Структурная схема МИНИМАТИК», «Цикл автоматического бурения»
- Техническое описание и руководство по эксплуатации МИНИМАТИК (учебный вариант)
- Бумага А4, карандаш, линейка (при работе вручную)
- Примеры датчиков: конечные выключатели, датчики давления, положения каретки, крутящего момента

Теоретическая часть (20 мин):

1. Назначение установки МИНИМАТИК:

Буровая установка **МИНИМАТИК** — это автоматизированный комплекс для бурения шпуров в забое горизонтальных и наклонных выработок. Применяется при проведении подготовительных и очистных работ. Обеспечивает высокую точность, безопасность и производительность.

2. Основные узлы:

- Буровая каретка с бурильной машиной
- Гидравлическая или электрогидравлическая система подачи
- Манипулятор для установки штанг
- Система позиционирования (по координатам X, Y, Z)
- Пульт управления с возможностью выбора режима (ручной/автомат)

3. Этапы автоматического цикла бурения:

- Установка каретки в исходное положение

- Позиционирование по заданным координатам шпура
- Подвод бура к забою
- Включение вращения и подачи
- Контроль глубины и параметров бурения
- Отвод каретки в исходное положение
- Подготовка к следующему шпуру

4. Элементы автоматики:

- Конечные выключатели (положение каретки)
- Датчики давления в гидросистеме
- Датчики крутящего момента и осевого усилия
- Программируемый логический контроллер (ПЛК)
- Сигнализация и аварийная блокировка

5. Требования безопасности:

- Блокировка запуска при открытом ограждении
- Автоматическая остановка при превышении усилия подачи
- Контроль утечек гидравлики
- Запрет одновременного движения по нескольким осям без разрешения

Практическая часть (90 мин):

Этап 1. Анализ технологического цикла (15 мин)

1. Изучить описание автоматического цикла бурения по технической документации.
2. Выделить ключевые этапы и условия перехода между ними.
3. Определить аварийные ситуации (обрыв штанги, заклинивание бура и др.).

Этап 2. Формализация логики управления (20 мин)

Составить таблицу:

Этап	**Условия перехода**	**Исполнительное действие**
Исходное положение	Каретка в «дом»	Готовность к позиционированию
Позиционирование	Координаты заданы	Движение по осям X, Y, Z
Подвод к забою	Расстояние до забоя ≤ 10 см	Включение медленной подачи
Бурение	Вращение + подача включены	Контроль глубины и усилия
Отвод	Достигнута глубина шпура	Отключение подачи, отвод каретки

Этап 3. Построение блок-схемы алгоритма (40 мин)

Используя стандарт ГОСТ 19.701-90, построить блок-схему, включающую:

- Начало цикла
- Проверку готовности (давление, положение, отсутствие аварий)
- Последовательные блоки: позиционирование → подвод → бурение → отвод
- Условные переходы при аварии («Заклинивание?» → «Аварийная остановка»)
- Возврат в исходное положение и завершение цикла

Пример фрагмента:

```
[Начало]
   ↓
[Проверка: нет аварий?] —Нет→ [Сигнализация, стоп]
   ↓ Да
[Переместить каретку в заданную точку]
   ↓
[Подвести бур к забою]
   ↓
[Включить вращение и подачу]
   ↓
[Глубина достигнута?] —Нет→ [Контроль усилия]
   ↓ Да
[Отвести каретку]
   ↓
[Конец цикла]
```

Этап 4. Оформление и защита (15 мин)

1. Подписать все блоки и логические переходы.
2. Составить краткую пояснительную записку (1/2 страницы).
3. Презентовать алгоритм преподавателю.

Отчётность:

Студент представляет:

- Блок-схему алгоритма работы аппаратуры управления МИНИМАТИК
- Таблицу этапов и условий
- Пояснительную записку с описанием логики и мер безопасности
- Ответы на контрольные вопросы

Контрольные вопросы:

1. Какие датчики обеспечивают безопасность при автоматическом бурении?
2. Почему важно контролировать усилие подачи при бурении?

3. Как система реагирует на заклинивание бурового инструмента?

4. В чём преимущество автоматического режима перед ручным?

5. Какие блокировки предусмотрены в системе управления?

Критерии оценки:

- Логическая корректность алгоритма — 40%
- Полнота учёта аварийных ситуаций — 25%
- Соответствие требованиям безопасности и технологии — 20%
- Качество оформления и ответы на вопросы — 15%

Преподаватель: _____

Дата проведения: «_» _____ 20 г.

Подпись студента: _____

Практическое занятие №6

Тема: Монтаж и наладка аппаратуры стрелочного перевода

МДК.04.02 Цифровые технологии и автоматизация процессов обслуживания электрооборудования горнодобывающего предприятия

Профессия: 13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)

Продолжительность: 2 часа

Цель занятия:

Освоить методику безопасного монтажа, подключения и наладки электромеханической аппаратуры стрелочного перевода, применяемого в железнодорожных (рельсовых) транспортных системах горнодобывающих предприятий, с соблюдением требований промышленной безопасности, нормативной документации и с использованием цифровых средств диагностики.

Учебные задачи:

1. Изучить устройство и принцип действия стрелочного электропривода (например, типа СП-6, СП-6М или аналога).

2. Ознакомиться с требованиями ПТЭ, ПТБ и инструкций по эксплуатации стрелочных переводов.

3. Выполнить монтаж электропривода на учебном макете стрелочного перевода.

4. Подключить силовые и контрольные цепи согласно схеме.

5. Провести наладку: регулировку конечных выключателей, проверку блокировок, функциональное тестирование.

6. Использовать цифровые приборы для проверки параметров (мультиметр, мегаомметр).

7. Оформить отчёт о проделанной работе.

Материально-техническое обеспечение:

- Учебный стенд с макетом железнодорожного пути и стрелочного перевода
- Электропривод стрелочный (например, СП-6 или макет)
- Комплект инструментов: ключи, отвёртки, пассатижи, динамометрический ключ
- Кабель КВВГнг(А)-LS или аналог (для цепей управления)
- Цифровой мультиметр
- Мегаомметр (500–1000 В)
- Схема электрическая принципиальная стрелочного перевода
- Средства индивидуальной защиты (СИЗ): диэлектрические перчатки, каска, спецодежда
- Журналы учета работ, паспорта оборудования

Теоретическая часть (15–20 мин):

1. Назначение стрелочного перевода:

Стрелочный перевод — устройство, позволяющее направлять подвижной состав с одного пути на другой. В условиях горного предприятия используется на откаточных путях для транспортировки породы, оборудования и персонала.

2. Основные компоненты электропривода:

- Электродвигатель (постоянного или переменного тока)
- Редуктор и передаточный механизм
- Конечные выключатели «+» и «–» (контроль крайних положений)
- Блокировочные контакты (для АБ-системы или централизованного управления)
- Ручной привод (для аварийного перевода)

3. Требования к монтажу и эксплуатации:

- Надёжное крепление привода к раме перевода
- Заземление корпуса (сопротивление ≤ 4 Ом)
- Защита от влаги и пыли (IP54 и выше)

- Чёткая фиксация стрелки в крайних положениях
- Блокировка повторного включения до завершения хода

4. Нормативные документы:

- Правила технической эксплуатации (ПТЭ) железнодорожного транспорта
- Правила техники безопасности (ПТБ) при обслуживании стрелочных переводов
- Инструкция по эксплуатации конкретного типа привода

Практическая часть (90 мин):

Этап 1. Подготовка к работе (10 мин)

1. Получить допуск от мастера/преподавателя.
2. Проверить наличие и исправность СИЗ и инструмента.
3. Убедиться, что питание отключено и вывешена табличка «Не включать! Работают люди!».
4. Изучить схему подключения и паспорт привода.

Этап 2. Монтаж электропривода (25 мин)

1. Установить электропривод на крепёжные кронштейны у стрелочного перевода.
2. Выполнить механическое соединение тяги привода со стрелочным брусом.
3. Проложить кабель от поста управления к приводу.
4. Подключить жилы к клеммам согласно маркировке:

- Фаза/ноль (или +/– при постоянном токе)
- Конечные выключатели (КВ1, КВ2)
- Блокировочные контакты
- Заземление (PE)

Этап 3. Наладка и регулировка (30 мин)

1. Проверить сопротивление изоляции цепей (норма ≥ 0,5 МОм).
2. Проверить целостность цепи заземления.
3. Вручную перевести стрелку в крайние положения и отрегулировать конечные выключатели так, чтобы:

- Двигатель отключался точно в крайнем положении
- Не было «перебега» или неполного прилегания стрелки

4. Проверить блокировку: при сработавшем КВ1 — запрет включения на «+», и наоборот.

Этап 4. Функциональное тестирование (20 мин)

1. Подать напряжение (по команде преподавателя).
2. Выполнить несколько циклов «туда-обратно» с пульта управления.
3. Убедиться в:

- Плавности хода
- Чёткой фиксации стрелки
- Отсутствии искрения и перегрева
- Корректной работе сигнализации (если предусмотрена)

4. Протестировать ручной привод (аварийный режим).

Этап 5. Завершение работ (5 мин)

1. Отключить питание.
2. Убрать инструмент и материалы.
3. Оформить акт выполненных работ.

Отчётность:

Студент оформляет отчёт, включающий:

- Название и цель работы
- Тип установленного привода и его маркировку
- Перечень выполненных операций
- Результаты измерений (таблица: сопротивление изоляции, заземления)
- Замечания и рекомендации
- Вывод о пригодности к эксплуатации

Контрольные вопросы:

1. Каково назначение конечных выключателей в стрелочном приводе?
2. Почему важно обеспечить надёжное прилегание стрелки к рамному рельсу?
3. Какие меры безопасности обязательны при монтаже аппаратуры перевода?
4. Как проверяется исправность блокировочной цепи?
5. В каких случаях используется ручной привод?

Критерии оценки:

- Правильность монтажа и подключения — 35%
- Качество регулировки и наладки — 30%
- Соблюдение требований безопасности — 20%
- Оформление отчёта и ответы на вопросы — 15%

Преподаватель: _____

Дата проведения: «_» _____ 20 г.

Подпись студента: _____

Практическое занятие №7

Тема: Чтение схемы аппаратуры контроля скорости ленточных конвейеров

МДК.04.02 Цифровые технологии и автоматизация процессов обслуживания электрооборудования горнодобывающего предприятия

Профессия: 13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)

Продолжительность: 2 часа

Цель занятия:

Научиться читать и анализировать электрические схемы аппаратуры контроля скорости ленточных конвейеров, применяемых на горнодобывающих предприятиях, с целью понимания принципов работы систем защиты, диагностики неисправностей и обеспечения безопасной эксплуатации транспортного оборудования.

Учебные задачи:

1. Изучить назначение и состав системы контроля скорости ленточного конвейера.
2. Ознакомиться с условными графическими обозначениями элементов схемы по ЕСКД (ГОСТ 2.701–2.755).
3. Проанализировать принципиальную электрическую схему аппаратуры контроля скорости.
4. Определить цепи измерения, управления и защиты.
5. Выявить логику срабатывания защиты при отклонении скорости.
6. Составить пояснительную записку и ответить на контрольные вопросы.

Материально-техническое обеспечение:

- Принципиальная электрическая схема аппаратуры контроля скорости ленточного конвейера (на плакате, в печатном или электронном виде)
- Компьютеры с доступом к ГОСТам и справочным материалам (при наличии)
- Справочники по условным обозначениям (ГОСТ 2.701, 2.702, 2.738)
- Карандаш, линейка, ластик, бумага формата А4
- Плакат: «Система контроля скорости конвейера»
- Учебный паспорт конвейера с описанием защиты

- Мультимедийный проектор (для демонстрации схемы)

Теоретическая часть (20 мин):

1. Назначение контроля скорости:

Контроль скорости ленточного конвейера необходим для:

- Предотвращения обрыва ленты при проскальзывании или заклинивании
- Обнаружения самопроизвольного останова (например, при обрыве ремня привода)
- Защиты от перегрузки и неравномерной подачи груза
- Обеспечения синхронной работы многоприводных конвейеров

2. Основные компоненты системы:

- Датчик скорости (импульсный, индуктивный или тахогенератор)
- Реле контроля скорости (например, РКС-1, РКС-2 или цифровой контроллер)
- Магнитный пускатель привода конвейера
- Сигнальная лампа или выход в систему АСУ ТП
- Кнопки «Пуск», «Стоп», «Сброс»

3. Принцип работы:

Датчик генерирует импульсы, пропорциональные скорости вращения барабана. Реле сравнивает частоту импульсов с заданным порогом. При снижении скорости ниже 80–90% номинальной (или полной остановке) — срабатывает защита: отключение привода и выдача аварийного сигнала.

4. Типовые уставки защиты:

- **Проскальзывание** — скорость < 85% от номинальной
- **Обрыв ленты / останов** — скорость = 0 при включённом приводе
- **Перегрузка** — резкое снижение скорости под нагрузкой

5. Условные обозначения (основные):

- **BR** — датчик скорости (тахометрический датчик)
- **KK1** — реле контроля скорости
- **KM** — магнитный пускатель привода
- **HL1** — аварийная сигнальная лампа
- **SB1/SB2** — кнопки «Пуск»/«Стоп»
- **M** — электродвигатель привода

Практическая часть (90 мин):

Этап 1. Ознакомление со схемой (15 мин)

1. Получить схему от преподавателя.

2. Определить тип схемы (принципиальная, развернутая).

3. Найти и подписать основные узлы: датчик скорости, реле, пускатель, двигатель.

Этап 2. Анализ цепей (30 мин)

1. Выделить **цепь измерения:**

- От датчика скорости → к реле контроля скорости

2. Выделить **цепь управления:**

- Кнопки → реле → блок-контакты пускателя

3. Выделить **цепь защиты:**

- Нормально замкнутый контакт реле скорости в цепи пускателя

4. Определить последовательность:

- При нормальной скорости — контакт реле замкнут → пускатель удерживается
- При снижении скорости — контакт размыкается → отключение привода

Этап 3. Изучение режимов и неисправностей (25 мин)

1. Найти на схеме:

- Цепь аварийной сигнализации
- Кнопку «Сброс» после срабатывания защиты

2. Проанализировать возможные неисправности:

- Обрыв цепи датчика → ложное срабатывание
- Залипание контактов реле → отсутствие защиты
- Ослабление крепления датчика → нет сигнала

Этап 4. Составление пояснительной записки (20 мин)

Оформить на листе А4:

- Назначение системы контроля скорости
- Перечень основных элементов схемы (с обозначениями)
- Принцип действия при нормальной и аварийной работе
- Порядок действий при срабатывании защиты
- Возможные причины ложных срабатываний

Отчётность:

Студент сдаёт:

- Подписанную и прокомментированную схему (с выделением цепей цветом или штриховкой)
- Пояснительную записку по указанной структуре
- Ответы на контрольные вопросы

Контрольные вопросы:

1. Какой элемент схемы формирует сигнал о скорости конвейера?
2. Почему защита по скорости подключается через нормально замкнутый контакт?
3. При каких отклонениях скорости срабатывает защита?
4. Как восстановить работу конвейера после срабатывания защиты?
5. Как проверить исправность датчика скорости?

Критерии оценки:

- Правильность анализа схемы — 40%
- Полнота и логичность пояснительной записки — 30%
- Знание условных обозначений и принципов защиты — 20%
- Ответы на контрольные вопросы — 10%

Преподаватель: _____

Дата проведения: «_» _____ 20 г.

Подпись студента: _____

Практическое занятие №8

Тема: Проектирование системы автоматизации водоотливной установки

МДК.04.02 Цифровые технологии и автоматизация процессов обслуживания электрооборудования горнодобывающего предприятия

Профессия: 13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)

Продолжительность: 2 часа

Цель занятия:

Научиться разрабатывать структурную и функциональную схему автоматизированной водоотливной установки (ВОУ), применяемой на горнодобывающих предприятиях, с учётом требований безопасности, нормативной документации и принципов резервирования.

Учебные задачи:

1. Изучить назначение, состав и режимы работы водоотливной установки.

2. Ознакомиться с требованиями ПБ 13-04, ПУЭ и типовыми решениями по автоматизации ВОУ.

3. Определить основные датчики, исполнительные механизмы и управляющие устройства.

4. Разработать структурную схему автоматизации ВОУ.

5. Построить логический алгоритм управления насосами (основной/резервный).

6. Оформить проектную документацию и защитить разработанное решение.

Материально-техническое обеспечение:

- Компьютеры с ПО для проектирования (Visio, draw.io, PowerPoint, AutoCAD Electrical — при наличии)
- Плакаты: «Схема водоотливной установки», «Уровни воды в водосборнике»
- Нормативные документы: ПБ 13-04, ПУЭ (разделы по насосным установкам), РД по автоматизации ВОУ
- Учебные примеры схем автоматизации водоотлива
- Бумага формата А4, карандаш, линейка (при работе вручную)
- Справочники по датчикам уровня, насосам, ПЛК

Теоретическая часть (20 мин):

1. Назначение водоотливной установки (ВОУ):

Обеспечивает откачку грунтовых, шахтных и технологических вод из водосборников (приямков) подземных и открытых горных выработок. Надёжность ВОУ критически важна — её отказ может привести к затоплению выработок.

2. Основные компоненты ВОУ:

- Водосборник (с отметками уровней)
- Насосы (основной и резервный, часто 2–3 единицы)
- Электродвигатели насосов
- Датчики уровня воды (поплавковые, ультразвуковые, гидростатические)
- Шкаф управления (с ПЛК или релейной логикой)
- Система сигнализации и диспетчеризации

3. Уровни контроля в водосборнике:

- **H1** — нижний уровень (отключение насоса)
- **H2** — пусковой уровень основного насоса
- **H3** — пусковой уровень резервного насоса (при росте воды)

- **H4** — аварийный уровень (сигнализация, возможна эвакуация)

4. Принципы автоматизации:

- Автоматический пуск/останов по уровню
- Чередование насосов для равномерного износа
- Резервирование: при отказе основного — включение резервного
- Блокировка пуска «всухую» (при отсутствии воды)
- Передача данных в диспетчерский пункт

5. Нормативные требования:

- Насосы должны обеспечивать откачку максимального притока воды за 20 часов в сутки
- Обязательное резервирование (не менее 1 резервного насоса)
- Защита от «сухого хода» и перегрева
- Заземление и взрывозащита (при наличии метана)

Практическая часть (90 мин):

Этап 1. Анализ исходных данных (10 мин)

1. Получить задание:

- Объём водосборника
- Максимальный приток воды
- Количество насосов (например, 2 рабочих + 1 резервный)
- Тип датчиков уровня

2. Определить отметки уровней H1–H4.

Этап 2. Разработка структурной схемы (30 мин)

Нарисовать схему, включающую:

- Водосборник с датчиками уровня (L1–L4)
- Насосы №1, №2, №3
- Шкаф управления (ПЛК)
- Пульт диспетчера
- Силовые и сигнальные связи

Использовать стандартные обозначения:

- **LT** — датчик уровня
- **P** — насос
- **PLC** — контроллер
- **HMI** — панель оператора

Этап 3. Построение алгоритма управления (35 мин)

Разработать блок-схему логики работы:

```
[Начало]
   ↓
[Уровень > Н2?] —Нет→ [Ждать]
   ↓ Да
[Запустить насос №1]
   ↓
[Уровень < Н1?] —Нет→ [Контроль работы]
   ↓ Да
[Остановить насос №1]
   ↓
[Уровень > Н3?] —Нет→ [Цикл завершён]
   ↓ Да
[Запустить насос №2 (резервный)]
   ↓
[Уровень > Н4?] —Да→ [Аварийная сигнализация]
```

Добавить:

- Чередование насосов (чёт/нечёт день)
- Контроль аварий: обрыв фазы, перегрев, отсутствие потока

Этап 4. Оформление проекта (15 мин)

- Подготовить краткий проект, включающий:
- Титульный лист (название, ФИО, дата)
- Структурную схему автоматизации
- Блок-схему алгоритма управления
- Перечень оборудования (датчики, насосы, контроллер)
- Краткое пояснение логики и мер безопасности

Отчётность:

Студент представляет:

- Структурную схему ВОУ
- Алгоритм управления (блок-схема)
- Пояснительную записку (0.5–1 стр.)
- Ответы на контрольные вопросы

Контрольные вопросы:

1. Какие уровни воды контролируются в водосборнике и для чего?
2. Почему запрещён пуск насоса «всухую»?

3. Как обеспечивается резервирование в автоматизированной ВОУ?

4. Какие датчики применяются для контроля уровня воды?

5. Куда передаётся сигнал при достижении аварийного уровня?

Критерии оценки:

- Логическая полнота и безопасность алгоритма — 40%
- Корректность структурной схемы — 30%
- Соответствие нормативным требованиям — 20%
- Качество оформления и ответы на вопросы — 10%

Преподаватель: _____

Дата проведения: «_» _____ 20 г.

Подпись студента: _____

Практическое занятие №9

Тема: Чтение схемы автоматизации рудничного водоотлива

МДК.04.02 Цифровые технологии и автоматизация процессов обслуживания электрооборудования горнодобывающего предприятия

Профессия: 13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)

Продолжительность: 2 часа

Цель занятия:

Научиться читать, анализировать и интерпретировать принципиальные электрические схемы автоматизации рудничной водоотливной установки с целью понимания логики управления, диагностики неисправностей и обеспечения безопасной эксплуатации в условиях подземного горного производства.

Учебные задачи:

1. Изучить назначение и состав автоматизированной рудничной водоотливной установки.

2. Ознакомиться с условными графическими обозначениями элементов схемы по ЕСКД (ГОСТ 2.701–2.755).

3. Проанализировать принципиальную электрическую схему автоматизации водоотлива.

4. Выделить цепи измерения уровня воды, управления насосами и аварийной сигнализации.

5. Определить последовательность включения/отключения насосов в зависимости от уровня воды.

6. Составить пояснительную записку и ответить на контрольные вопросы.

Материально-техническое обеспечение:

- Принципиальная электрическая схема автоматизации рудничного водоотлива (на плакате, в печатном или электронном виде)
- Компьютеры с доступом к ГОСТам и справочным материалам (при наличии)
- Справочники по условным обозначениям (ГОСТ 2.701, 2.702, 2.738)
- Карандаш, линейка, ластик, бумага формата А4
- Плакат: «Схема водоотливной установки шахты»
- Учебный паспорт водоотливной установки
- Мультимедийный проектор (для демонстрации схемы)

Теоретическая часть (20 мин):

1. Назначение рудничного водоотлива:

Обеспечивает непрерывную откачку шахтных и грунтовых вод из водосборников горизонтов шахты. Отказ системы может привести к затоплению выработок, остановке производства и угрозе жизни персонала.

2. Основные компоненты системы автоматизации:

- Водосборник с отметками уровней (Н1–Н4)
- Датчики уровня воды (поплавковые, гидростатические, электродные)
- Насосы (основной, резервный, аварийный)
- Магнитные пускатели (КМ1, КМ2, КМ3)
- Реле контроля уровня (например, РУ-3) или ПЛК
- Сигнальные лампы и реле аварийной сигнализации
- Кнопки «Пуск», «Стоп», «Сброс»

3. Уровни срабатывания (стандартные):

- **Н1** — нижний уровень (отключение насоса)
- **Н2** — пуск основного насоса
- **Н3** — пуск резервного насоса (при росте воды)
- **Н4** — аварийный уровень (сигнализация в диспетчерскую)

4. Принцип работы:

При достижении уровня Н2 замыкается контакт датчика → включается основной насос. Если уровень продолжает расти (например, из-за отказа насоса), при Н3 включается

резервный. При Н4 — аварийная сигнализация и возможная блокировка спуска людей в шахту.

5. Условные обозначения (основные):

- **SQ1, SQ2…** — датчики уровня (конечные выключатели поплавка)
- **KM1, KM2** — магнитные пускатели насосов
- **HL1, HL2** — сигнальные лампы («Насос 1 в работе», «Авария»)
- **KK1** — реле уровня или контроллер
- **M1, M2** — электродвигатели насосов
- **SB1–SB3** — кнопки управления

Практическая часть (90 мин):

Этап 1. Ознакомление со схемой (15 мин)

1. Получить схему автоматизации рудничного водоотлива.
2. Определить тип схемы (принципиальная развернутая).
3. Найти и подписать основные узлы: водосборник, насосы, датчики, пускатели.

Этап 2. Анализ цепей управления (30 мин)

1. Выделить **цепи измерения уровня:**
- От датчиков SQ1–SQ4 к реле/контроллеру
2. Выделить **цепи управления насосами:**
- Кнопки → блок-контакты пускателей → катушки KM1, KM2
3. Найти **цепь аварийной сигнализации:**
- При срабатывании SQ4 (H4) → включение HL3 и передача сигнала

Этап 3. Изучение логики работы (25 мин)

1. Проследить последовательность:
- При уровне > H2 → замыкание SQ2 → включение KM1 → запуск M1
- При уровне < H1 → размыкание SQ1 → отключение KM1
2. Проанализировать резервирование:
- Если M1 не снизил уровень до H1 за заданное время → включение M2
3. Определить защитные функции:
- Тепловое реле → отключение при перегрузке
- Блокировка «сухого хода» (при отсутствии воды)

Этап 4. Составление пояснительной записки (20 мин)

Оформить на листе А4:

- Назначение системы автоматизации водоотлива

- Перечень основных элементов схемы с обозначениями
- Описание алгоритма включения/отключения насосов по уровням
- Порядок действий при аварийном уровне (H4)
- Возможные неисправности и их признаки по схеме (например, не включается резервный насос — проверить SQ3 и цепь KM2)

Отчётность:

Студент сдаёт:

- Подписанную схему с выделенными цветом или штриховкой цепями
- Пояснительную записку по указанной структуре
- Ответы на контрольные вопросы

Контрольные вопросы:

1. Как обозначаются датчики уровня на электрической схеме?
2. Почему в водоотливной установке обязательно резервирование насосов?
3. Что происходит при достижении аварийного уровня воды (H4)?
4. Как схема предотвращает «сухой ход» насоса?
5. Как проверить исправность цепи управления резервным насосом?

Критерии оценки:

- Правильность анализа схемы и выделения цепей — 40%
- Полнота и логичность пояснительной записки — 30%
- Знание условных обозначений и принципов автоматики — 20%
- Ответы на контрольные вопросы — 10%

Преподаватель: _____

Дата проведения: «_» _____ 20 г.

Подпись студента: _____

Практическое занятие №10

Тема: Разработка схемы автономного отопления и вентиляции помещений рудничного поверхностного комплекса

МДК.04.02 Цифровые технологии и автоматизация процессов обслуживания электрооборудования горнодобывающего предприятия

Профессия: 13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)

Продолжительность: 2 часа

Цель занятия:

Научиться разрабатывать функциональную схему автономной системы отопления и вентиляции для административно-бытовых и производственных помещений рудничного поверхностного комплекса с учётом требований энергоэффективности, безопасности и автоматизации.

Учебные задачи:

1. Изучить состав и назначение систем отопления и вентиляции на поверхностных объектах горного предприятия.
2. Ознакомиться с нормативными требованиями (СНиП 41-01-2003, ПУЭ, СанПиН).
3. Определить основные компоненты автономной системы: котёл, насосы, вентиляторы, датчики, управляющий контроллер.
4. Разработать функциональную схему системы отопления и приточно-вытяжной вентиляции.
5. Обеспечить логику автоматического управления по температуре и качеству воздуха.
6. Оформить проектную документацию и защитить разработанное решение.

Материально-техническое обеспечение:

- Компьютеры с ПО для схемотехники (Visio, draw.io, PowerPoint, AutoCAD)
- Плакаты: «Схема автономного отопления», «Приточно-вытяжная вентиляция»
- Нормативные документы: СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование», ПУЭ
- Учебные примеры типовых схем
- Бумага А4, карандаш, линейка (при работе вручную)
- Справочники по котельному оборудованию, вентиляторам, датчикам

Теоретическая часть (20 мин):

1. Назначение систем на поверхностном комплексе:

Поверхностный рудничный комплекс включает:

- Административные здания
- Бытовые помещения (гардеробные, душевые, столовые)
- Ремонтные мастерские, склады, компрессорные

Для обеспечения нормальных условий труда и хранения оборудования необходимы:

- **Отопление** — поддержание +18…+22°C в холодный период
- **Вентиляция** — удаление вредных выделений, обеспечение притока свежего воздуха

2. Принцип автономности:

Система не зависит от центральной теплосети — использует собственный теплогенератор (газовый/электрический котёл или тепловая пушка).

3. Основные компоненты:

- **Отопление:**
- Котёл (электрический или газовый)
- Циркуляционный насос
- Расширительный бак
- Радиаторы / конвекторы
- Датчики температуры (в помещении и в подающей линии)
- **Вентиляция:**
- Приточный вентилятор с калорифером
- Вытяжной вентилятор
- Датчики температуры и CO_2 (или влажности)
- Воздуховоды, заслонки
- **Автоматика:**
- Программируемый логический контроллер (ПЛК) или блок управления
- Реле, контакторы, термостаты
- Сигнализация аварий (утечка теплоносителя, перегрев)

4. Требования нормативов:

- Температура в рабочих помещениях — не ниже +18°C
- Кратность воздухообмена — от 1 до 3 раз/час (в зависимости от назначения)
- Электрооборудование — с защитой от поражения током (заземление, УЗО)
- При использовании газа — обязательна газовая автоматика и сигнализация утечки

Практическая часть (90 мин):

Этап 1. Анализ объекта (10 мин)

1. Получить задание:

- Тип здания (например, административно-бытовой корпус)
- Площадь, количество помещений

- Климатическая зона (для определения мощности)

2. Определить требования к микроклимату.

Этап 2. Разработка функциональной схемы отопления (30 мин)

Нарисовать схему, включающую:

- Котёл (обозначение: **КТ**)
- Циркуляционный насос (**P1**)
- Расширительный бак (**БР**)
- Радиаторы в помещениях
- Датчики температуры (**TE1** — в помещении, **TE2** — в подаче)
- Контроллер (**PLC**)
- Электропитание и защиту (автомат **QF**, УЗО)

Указать связи:

- При **TE1 < 18°C** → включение котла и насоса
- При **TE1 ≥ 22°C** → отключение

Этап 3. Разработка схемы вентиляции (30 мин)

Добавить на схему:

- Приточный вентилятор с калорифером (**VF1 + EK**)
- Вытяжной вентилятор (**VF2**)
- Датчик CO_2 или влажности (**XE1**)
- Заслонки с электроприводом (**YA1, YA2**)

Логика:

- При **CO_2 > 800 ppm** → увеличение оборотов VF1/VF2
- При **T наружного воздуха < –5°C** → включение калорифера

Этап 4. Интеграция и оформление (20 мин)

1. Объединить отопление и вентиляцию в единую функциональную схему.
2. Подписать все элементы согласно ГОСТ 2.701–2.755.
3. Составить краткую пояснительную записку (0.5 стр.):

- Назначение системы
- Принцип автоматического регулирования
- Меры безопасности
- Возможности энергосбережения (например, ночное понижение температуры)

Отчётность:

Студент представляет:

- Функциональную схему автономного отопления и вентиляции
- Перечень основного оборудования с обозначениями
- Пояснительную записку
- Ответы на контрольные вопросы

Контрольные вопросы:

1. Почему на рудничных объектах часто применяют автономные системы отопления?
2. Какие датчики необходимы для автоматизации вентиляции?
3. Как обеспечивается энергосбережение в системе отопления?
4. Какие меры безопасности обязательны при использовании газового котла?
5. Как система реагирует на отключение электропитания?

Критерии оценки:

- Логичность и полнота функциональной схемы — 40%
- Соответствие санитарным и техническим нормам — 25%
- Учёт автоматизации и энергоэффективности — 20%
- Качество оформления и ответы на вопросы — 15%

Преподаватель: _____

Дата проведения: «_» _____ 20 г.

Подпись студента: _____

Практическое занятие №11

Тема: Преобразование аналогового сигнала методами квантования и модуляции

МДК.04.02 Цифровые технологии и автоматизация процессов обслуживания электрооборудования горнодобывающего предприятия

Профессия: 13.01.10 Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования (по отраслям)

Продолжительность: 2 часа

Цель занятия:

Освоить основные принципы преобразования аналоговых сигналов (температуры, давления, уровня и др.) в цифровую форму с использованием методов квантования и модуляции, применяемых в системах автоматизации горнодобывающего производства.

Учебные задачи:

1. Изучить понятия аналогового и цифрового сигнала.

2. Ознакомиться с процессами дискретизации, квантования и кодирования.

3. Понять суть методов модуляции (АИМ, ШИМ) как способов представления аналоговой информации.

4. Выполнить графическое моделирование квантования аналогового сигнала.

5. Промоделировать простую ШИМ-модуляцию на основе заданного аналогового уровня.

6. Сделать вывод о роли преобразования сигналов в АСУ ТП горных предприятий.

Материально-техническое обеспечение:

- Компьютеры с ПО: Excel, Python (Jupyter Notebook), или онлайн-симуляторы сигналов (например, Falstad CircuitJS)
- Проектор и экран для демонстрации
- Раздаточный материал: графики синусоиды, шаблоны для квантования
- Линейка, карандаш, миллиметровая бумага (при работе вручную)
- Плакат: «Этапы аналого-цифрового преобразования»
- Справочная информация по АЦП, ШИМ, датчикам (учебные таблицы)

Теоретическая часть (25 мин):

1. Аналоговый и цифровой сигнал

- **Аналоговый сигнал** — непрерывная функция времени (например, напряжение от датчика температуры).
- **Цифровой сигнал** — последовательность дискретных значений (нулей и единиц), понятная микроконтроллерам и ПЛК.

2. Этапы преобразования (АЦП):

1. **Дискретизация** — отбор значений сигнала через равные промежутки времени (частота дискретизации ≥ 2·f_{max} — теорема Котельникова).
2. **Квантование** — округление амплитуды до ближайшего разрешённого уровня (зависит от разрядности АЦП: 8, 12, 16 бит).
3. **Кодирование** — представление квантованного значения в двоичном виде.

Пример: при 8-битном АЦП диапазон 0–10 В делится на 256 уровней → шаг квантования = 10 В / 256 ≈ 39 мВ.

3. Модуляция как метод передачи аналоговой информации

- **Амплитудно-импульсная модуляция (АИМ)** — амплитуда импульсов пропорциональна мгновенному значению аналогового сигнала.

- **Широтно-импульсная модуляция (ШИМ)** — ширина импульсов изменяется, частота постоянна. Среднее значение ШИМ-сигнала ≈ аналоговому уровню.

В горной автоматике ШИМ широко используется для управления скоростью вентиляторов, насосов, ТЭНов.

4. Применение в горном деле:

- Датчики метана, давления, температуры выдают аналоговый сигнал → АЦП в контроллере → обработка → управление исполнительными устройствами (часто через ШИМ).

Практическая часть (85 мин):

Этап 1. Графическое квантование аналогового сигнала (30 мин)

Задание:

На миллиметровой бумаге (или в Excel) построить:

1. Аналоговый сигнал — синусоида: $U(t) = 5 \cdot \sin(2\pi t)$, В, на интервале 0–2 с.
2. Выполнить дискретизацию с шагом Δt = 0.2 с (10 точек).
3. Провести квантование по амплитуде с шагом 1 В (уровни: 0, ±1, ±2, ±3, ±4, ±5 В).
4. Отметить ошибку квантования (разница между истинным и квантованным значением).

Результат — ступенчатая аппроксимация синусоиды.

Этап 2. Моделирование ШИМ (35 мин)

Задание:

Смоделировать ШИМ-сигнал для передачи уровня **U = 3 В** при питании **U_{пит} = 5 В.**

1. Рассчитать скважность:

$$D = \frac{U}{U_{\text{пит}}} = \frac{3}{5} = 0{,}6 \quad (60\%)$$

2. Построить ШИМ-сигнал с периодом T = 10 мс:

- Импульс «1» — 6 мс
- Импульс «0» — 4 мс

3. Повторить для уровней 1 В, 2 В, 4 В.
4. Показать, как фильтр (RC-цепочка) преобразует ШИМ обратно в аналоговое напряжение.

Можно использовать Excel или нарисовать вручную.

Этап 3. Анализ и выводы (20 мин)

1. Сравнить качество восстановления сигнала при разной частоте дискретизации и разрядности.
2. Объяснить, почему ШИМ предпочтительна в промышленной автоматике (простота, помехоустойчивость, КПД).
3. Сформулировать роль АЦП/ЦАП в системах контроля рудничной атмосферы, водоотлива, вентиляции.

Отчётность:

Студент оформляет отчёт, включающий:

- График аналогового сигнала и его квантованную версию
- Таблицу значений до и после квантования с ошибкой
- Схему ШИМ-сигналов для разных уровней напряжения
- Краткий вывод (0.5 стр.) о значении преобразования сигналов в автоматизации горного производства

Контрольные вопросы:

1. Что такое шаг квантования и от чего он зависит?
2. Почему при недостаточной частоте дискретизации возникает искажение сигнала?
3. Как по ШИМ-сигналу определить эквивалентное аналоговое напряжение?
4. Где в системах рудника используется АЦП?
5. Чем ШИМ лучше аналогового управления?

Критерии оценки:

- Правильность графического моделирования квантования — 30%
- Корректность построения ШИМ — 30%
- Понимание теоретических основ — 25%
- Качество вывода и ответы на вопросы — 15%

Преподаватель: _____

Дата проведения: «_» _____ 20 г.

Подпись студента: _____

Информационное обеспечение реализации программы

1. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования. Акимова Н.А. - М.: Академия, 2020, Допущено Министерством образования РФ

2. Электробезопасность при эксплуатации электроустановок промышленных предприятий. Учебник. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. – М.: Академия, 2019 Рецензия №307 от 1 октября 2008г. ФГУ ФИРО

3. Технология электромонтажных работ. Учебник. Нестеренко В.М. – Академия, 2019. Рецензия №787 от 26 декабря 2012г. ФГАУ ФИРО

4. Справочник электромонтера. Учебное пособие. Москаленко В.В. – М.:Академия, 2020

3.2.2. Основные электронные издания

1. Электрооборудование электрических станций, сетей и систем. Киреева Э. А. Учебное пособие, 2020 https://book.ru/book/931454

2. Применение и испытание средств защиты, используемых в электроустановках в вопросах и ответах. Бодрухина С. С. КноРус 2023 https://book.ru/book/946351

3. Правила устройства электроустановок. Вопросы и ответы. Бодрухина С. С. КноРус, 2022 https://book.ru/book/940652

4. Электромонтер. Основы профессиональной деятельности. Пожиленков А. М., Ткачева Г.В., Шабанова Т. Н., Шагеева О. А. КноРус, 2022 https://book.ru/book/942859 Учебнопрактическое пособие СПО

5. Полный справочник по электрооборудованию и электротехнике (с примерами расчетов). Киреева Э. А., Шерстнев С. Н., под ред. КноРус, 2021 https://book.ru/book/939146

3.2.3. Дополнительные источники:

1. Межотраслевые правила по охране труда при эксплуатации электроустановок. М., 2012г.

2. Покровский «Общий курс слесарного дела». – М.: Высшая школа; «Академия», 2005 г.

3. Медведев В.Т. «Охрана труда и промышленная экология». М., 2012 г.