

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Северо-Кавказский федеральный университет»

Невинномысский технологический институт (филиал) СКФУ  
Отделение среднего профессионального образования

**Методические указания к практическим занятиям**

**ПМ.01. Техническое обслуживание и ремонт основных узлов  
обслуживаемого оборудования, электрических машин, аппаратов,  
механизмов и приборов подвижного состава**

МДК.01.01 Конструкция, устройство, техническое обслуживание и ремонт подвижного  
состава

Специальность 23.01.10 Слесарь по обслуживанию и ремонту подвижного состава

Форма обучения очная

Методические указания к практическим занятиям по модулю ПМ.01 Техническое обслуживание и ремонт основных узлов обслуживаемого оборудования, электрических машин, аппаратов, механизмов и приборов подвижного состава составлены в соответствии с требованиями ФГОС СПО и предназначены для студентов, обучающихся по специальности: 23.01.10 Слесарь по обслуживанию и ремонту подвижного состава.

Методические указания для модуля разработаны:

Колдаевым А.И., доцентом, канд техн. наук, доцентом кафедры ИСЭА НТИ (филиал) СКФУ

**СОГЛАСОВАНО:**

**Представитель работодателя**

Исполнительный директор ООО

вагонно-ремонтный завод

«Депо-НТК» г. Невинномысск

\_\_\_\_\_  
должность представителя работодателя, наименование  
организации и город ее расположения



Безносов А.Н.

\_\_\_\_\_  
Фамилия, инициалы

### **Пояснительная записка**

**Цели и задачи практической работы** - обеспечить более высокий уровень профессиональной подготовки обучающихся

#### **Требования к результатам освоения:**

В ходе освоения профессионального модуля обучающийся должен:

##### **иметь практический опыт:**

- выявления неисправностей основных узлов оборудования и механизмов железнодорожного подвижного состава;
- проведения демонтажа, монтажа, сборки и регулировки узлов и механизмов железнодорожного подвижного состава;
- проведения ремонта узлов, механизмов и изготовления отдельных деталей.

##### **уметь:**

- осуществлять технический осмотр основных узлов механического, пневматического и электрического оборудования и механизмов железнодорожного подвижного состава;
- определять неисправности и объем работ по их устранению и ремонту;
- разбирать узлы вспомогательных частей ремонтируемого объекта железнодорожного подвижного состава в условиях тугой и скользящей посадок деталей;
- ремонтировать и изготавливать детали узлов оборудования;
- производить демонтаж и монтаж отдельных приборов пневматической системы;
- осуществлять соединение узлов с соблюдением размеров и их взаиморасположения при подвижной посадке со шплинтовым креплением;
- проверять действие пневматического оборудования под давлением сжатого воздуха

##### **знать:**

- устройство основных узлов оборудования, их назначение и взаимодействие;
- конструкцию, технические и эксплуатационные показатели обслуживаемого оборудования;
- виды ремонта железнодорожного подвижного состава, объем работ, периодичность, технологию работ по техническому обслуживанию и ремонту железнодорожного подвижного состава;
- устройства универсальных и специальных приспособлений.

**МДК.01.01 Конструкция, устройство, техническое обслуживание и ремонт подвижного состава**

**Практическое занятие № 1**

**Тема: «Выявление неисправностей тележек и определение способов их устранения»**

**Цель практического занятия:** формирование профессиональных компетенций по выявлению неисправностей тележек грузовых вагонов, измерению параметров износа и определению способов их устранения с оформлением дефектной ведомости.

**Время:** 4 академических часа (180 минут)

**1. Теоретическая часть**

**1.1. Общие сведения о тележках подвижного состава**

**Тележка** – это ходовая часть железнодорожного подвижного состава, предназначенная для:

- восприятия нагрузок от кузова (вагона/локомотива) и передачи их на колёсные пары и рельсы;
- обеспечения направления движения по рельсовому пути;
- смягчения динамических воздействий от неровностей пути.

**Основные типы тележек (по конструкции):**

| Тип тележки                       | Особенности                                                                      |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Двухосная (2-осная)               | Две колёсные пары, наиболее распространена на грузовых вагонах (ЦНИИ-ХЗ, 18-100) |
| Трёхосная (3-осная)               | Три колёсные пары, применяется на некоторых типах локомотивов                    |
| Двухосная с балансирами           | Обеспечивает лучшее распределение нагрузки, применяется на пассажирских вагонах  |
| Тепловозная (2-осная или 3-осная) | Усиленная конструкция, литые рамы, буксы с роликовыми подшипниками               |

**Основные узлы тележки грузового вагона (ЦНИИ-ХЗ):**

| Узел                        | Назначение                                        |
|-----------------------------|---------------------------------------------------|
| Рама тележки                | Несущая конструкция, соединяет все узлы тележки   |
| Колёсные пары               | Обеспечивают движение по рельсам                  |
| Буксовый узел               | Соединяет колёсную пару с рамой тележки           |
| Рессорное подвешивание      | Смягчает удары и вибрации                         |
| Тормозная рычажная передача | Передаёт усилие от тормозного цилиндра к колодкам |

| Узел                   | Назначение                     |
|------------------------|--------------------------------|
| Автосцепное устройство | Обеспечивает сцепление вагонов |

### 1.2. Основные неисправности тележек

| №  | Узел                   | Вид неисправности             | Признаки                              | Способы устранения                                     |
|----|------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 1  | Колёсная пара          | Износ гребня                  | Толщина гребня менее 33 мм            | Наплавка и механическая обработка (профильная обточка) |
| 2  | Колёсная пара          | Ползун на поверхности катания | Плоское место на колесе               | Обточка колёсной пары                                  |
| 3  | Колёсная пара          | Трещина в диске колеса        | Визуально, магнитная дефектоскопия    | Замена колёсной пары                                   |
| 4  | Колёсная пара          | Ослабление бандажа            | Зазор между бандажом и центром колеса | Замена бандажа                                         |
| 5  | Буксовый узел          | Перегрев подшипников          | Нагрев свыше 60°C                     | Замена смазки, проверка подшипников                    |
| 6  | Буксовый узел          | Трещина корпуса буксы         | Визуально                             | Замена корпуса буксы                                   |
| 7  | Буксовый узел          | Ослабление крепления          | Стук, вибрация                        | Подтяжка креплений                                     |
| 8  | Рессорное подвешивание | Обрыв листовой рессоры        | Просадка, визуально                   | Замена рессоры                                         |
| 9  | Рессорное подвешивание | Просадка пружин               | Уменьшение высоты                     | Замена пружин                                          |
| 10 | Рама тележки           | Трещина в раме                | Визуально, дефектоскопия              | Заварка трещины (наплавка), усиление                   |
| 11 | Рама тележки           | Износ отверстий               | Люфт в соединениях                    | Наплавка и расточка отверстий                          |

| №  | Узел                        | Вид неисправности       | Признаки              | Способы устранения           |
|----|-----------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------------|
| 12 | Тормозная рычажная передача | Износ тормозных колодок | Толщина менее нормы   | Замена колодок               |
| 13 | Тормозная рычажная передача | Заклинивание рычагов    | Затруднённое движение | Ремонт рычагов, замена осей  |
| 14 | Тормозная рычажная передача | Ослабление креплений    | Вибрация, стук        | Подтяжка болтовых соединений |

### 1.3. Методы выявления неисправностей

#### Визуальный осмотр:

- осмотр на наличие трещин, деформаций, сколов;
- проверка состояния сварных швов;
- контроль уровня смазки в буксах.

#### Измерительный контроль (средства измерений):

| Средство измерения           | Что измеряем                 | Норма          |
|------------------------------|------------------------------|----------------|
| Штангенциркуль ШЦ-1, ШЦ-2    | Толщина гребня колёсной пары | Не менее 33 мм |
| Микрометр                    | Толщина обода колеса         | По чертежу     |
| Шаблон для измерения бандажа | Износ бандажа                | По ПТЭ         |
| Линейка, щупы                | Зазоры в соединениях         | По чертежу     |
| Термометр (пирометр)         | Температура буксовых узлов   | Не более 60°C  |

#### Методы дефектоскопии:

- визуальный контроль;
- капиллярный контроль (для поверхностных трещин);
- магнитный контроль (для стальных деталей);
- ультразвуковой контроль (для выявления внутренних дефектов).

### 1.4. Дефектная ведомость

**Дефектная ведомость** – документ, в котором фиксируются выявленные неисправности и определяются виды ремонта.

**Структура дефектной ведомости:**

| <b>№</b> | <b>Наименование узла/детали</b> | <b>Чертежный размер</b> | <b>Фактический размер</b> | <b>Износ</b> | <b>Характер дефекта</b> | <b>Заключение (годен, ремонт, замена)</b> |
|----------|---------------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------|-------------------------|-------------------------------------------|
| 1        | Колёсная пара №1                | 130-0,5                 | 129,0                     | 1,0          | Износ гребня            | Ремонт (наплавка + обточка)               |
| 2        | Букса №2                        | 150±0,02                | 150,05                    | 0,05         | Повышенный нагрев       | Ремонт (замена подшипников)               |

**2. Практическая часть**

**2.1. Цели практического занятия**

| <b>Тип цели</b>        | <b>Содержание</b>                                                                                              |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Образовательная</b> | Сформировать навыки выявления неисправностей тележек вагонов и определения способов их устранения              |
| <b>Развивающая</b>     | Развить умение пользоваться измерительным инструментом, анализировать результаты измерений и принимать решения |
| <b>Воспитательная</b>  | Воспитать ответственность за качество выполняемых работ и безопасность движения                                |

**2.2. Формируемые компетенции**

| <b>Компетенция</b> | <b>Формулировка</b>                                                                                                                                         |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ОК 01</b>       | Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам                                                           |
| <b>ОК 02</b>       | Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности |
| <b>ОК 04</b>       | Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде                                                                                              |
| <b>ПК 1.1</b>      | Выявлять неисправности основных узлов оборудования и механизмов подвижного состава                                                                          |
| <b>ПК 1.2</b>      | Проводить демонтаж, монтаж, сборку и регулировку узлов и механизмов подвижного состава                                                                      |
| <b>ПК 1.3</b>      | Проводить ремонт узлов, механизмов и изготовление отдельных деталей подвижного состава                                                                      |

### 2.3. Оснащение

| №  | Наименование                                            | Количество         |
|----|---------------------------------------------------------|--------------------|
| 1  | Макет (или реальная) тележки грузового вагона (ЦНИИ-ХЗ) | 1 шт.              |
| 2  | Штангенциркуль ШЦ-1                                     | по числу студентов |
| 3  | Штангенциркуль ШЦ-2                                     | 2–3 шт.            |
| 4  | Микрометр (0–25 мм, 25–50 мм)                           | 2–3 шт.            |
| 5  | Шаблон для измерения бандажа и гребня                   | 2 шт.              |
| 6  | Набор щупов                                             | 2–3 шт.            |
| 7  | Линейка металлическая                                   | по числу студентов |
| 8  | Плакат «Устройство тележки грузового вагона»            | 2 шт.              |
| 9  | Плакат «Износ колёсной пары»                            | 2 шт.              |
| 10 | Бланки дефектных ведомостей                             | по числу студентов |
| 11 | Инструкция по дефектовке тележки                        | по числу студентов |
| 12 | Техническая документация (чертежи, допуски)             | 2–3 шт.            |

### 2.4. Порядок проведения занятия

#### 2.4.1. Вводная часть (10 минут)

1. Проверка готовности студентов.
2. Объявление темы и целей занятия.
3. Инструктаж по технике безопасности:
  - не касаться движущихся частей;
  - работать в спецодежде (рукавицы, обувь);
  - соблюдать осторожность с макетом;
  - при работе с измерительным инструментом – не прилагать чрезмерных усилий.
4. Актуализация знаний (фронтальный опрос):
  - Какие основные узлы тележки вы знаете?
  - Какие средства измерения используются для контроля состояния тележки?
  - Какие неисправности колёсной пары вы знаете?
  - Как выявляется износ гребня и бандажа?

#### 2.4.2. Основная часть (60 минут)

##### Этап 1. Изучение устройства тележки (15 минут)

##### Задание 1. Идентификация узлов тележки.

1. Студенты подходят к макету тележки.
2. Находят и называют следующие узлы:
  - рама тележки (боковины, надрессорная балка);

- колёсные пары;
  - буксовый узел;
  - рессорное подвешивание (пружины, листовые рессоры);
  - тормозная рычажная передача;
  - автосцепное устройство.
3. **Зарисовка схемы** тележки (в тетради) с указанием основных узлов.

### **Задание 2. Изучение допусков и норм износа.**

1. Студенты получают выписку из ПТЭ и чертежи на тележку.
2. Изучают допустимые предельные размеры:
  - толщина гребня – не менее 33 мм;
  - толщина обода бандажа – не менее 45 мм;
  - прокат по кругу катания – не более 7 мм;
  - разница диаметров колёсных пар – не более 3 мм.

### **3. Заполнение таблицы допусков и норм износа:**

| Параметр                        | Норма (номинальный размер) | Предельный износ     |
|---------------------------------|----------------------------|----------------------|
| Толщина гребня                  | 33 мм                      | Менее 33 мм – ремонт |
| Толщина обода бандажа           | 75 мм                      | Менее 45 мм – замена |
| Ползун на поверхности катания   | Отсутствие                 | Не более 2 мм        |
| Диаметр колёсной пары (бандажа) | 1050 мм                    | По чертежу           |

### **Этап 2. Выявление неисправностей тележки (25 минут)**

#### **Задание 3. Визуальный осмотр тележки.**

1. Студенты осматривают макет тележки и выявляют видимые дефекты (сколы, трещины, ослабления, деформации).
2. Записывают выявленные дефекты.

#### **Задание 4. Измерение колёсной пары.**

Каждый студент (в паре) производит измерения колёсной пары:

1. Измеряет **толщину гребня** штангенциркулем (в разных точках) – фиксирует минимальное значение.
2. Измеряет **расстояние между внутренними гранями колёс**.
3. Проверяет наличие **ползуна** на поверхности катания (линейкой, щупом).
4. Сравнивает полученные результаты с чертежными данными.

### **Результаты измерений заносятся в таблицу:**

| Параметр            | Результат измерения | Норма     | Отклонение | Заключение |
|---------------------|---------------------|-----------|------------|------------|
| Толщина гребня (мм) | 32,5                | $\geq 33$ | -0,5       | Ремонт     |

| Параметр            | Результат измерения | Норма | Отклонение | Заключение |
|---------------------|---------------------|-------|------------|------------|
| Диаметр колеса (мм) | 1048                | 1050  | -2         | Годен      |
| Ползун (мм)         | 0,5                 | 0     | +0,5       | Годен      |

**Задание 5. Проверка состояния букс и рессорного подвешивания.**

1. Проверить зазоры в буксовых узлах (щупами).
2. Проверить состояние пружин и рессор (на наличие трещин, осадки).
3. Проверить крепление болтов и гаек (подтяжка).

**Результаты заносятся в таблицу:**

| Узел       | Проверяемый параметр     | Результат     | Заключение |
|------------|--------------------------|---------------|------------|
| Букса №1   | Зазор (щуп)              | 0,2 мм        | Годен      |
| Букса №2   | Температура (при работе) | 70°C (нагрев) | Ремонт     |
| Пружина №1 | Высота                   | 195 мм        | Годен      |
| Пружина №2 | Трещина                  | Отсутствует   | Годен      |

**Этап 3. Оформление дефектной ведомости (20 минут)**

**Задание 6. Составление дефектной ведомости.**

1. Студенты заполняют **бланк дефектной ведомости** на основании выявленных неисправностей (результаты осмотра и измерений).
2. В дефектной ведомости указывают:
  - наименование узла или детали;
  - выявленный дефект (характер неисправности);
  - фактический размер (если измеряли);
  - заключение: годен, ремонт или замена.
3. Подписывают дефектную ведомость у мастера.

**Пример дефектной ведомости:**

| № | Наименование детали     | Чертежный размер | Фактический размер | Характер дефекта          | Заключение                          |
|---|-------------------------|------------------|--------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| 1 | Колёсная пара (гребень) | 33 мм            | 32,0 мм            | Износ гребня              | Ремонт (наплавка + обточка)         |
| 2 | Букса №2                | -                | -                  | Повышенны й нагрев (70°C) | Ремонт (замена подшипников, смазки) |
| 3 | Тормозная колодка       | 45 мм            | 10 мм              | Износ колодки             | Замена                              |

| № | Наименование детали             | Чертежный размер | Фактический размер | Характер дефекта | Заключение |
|---|---------------------------------|------------------|--------------------|------------------|------------|
| 4 | Пружина рессорного подвешивания | -                | -                  | Трещина          | Замена     |

### 2.4.3. Заключительная часть (20 минут)

#### 1. Контрольное выполнение задания (10 минут):

Каждый студент получает **индивидуальную карточку-задание** с фотографией или схемой тележки с указанными дефектами (или с конкретными измерениями). Задание:

- Заполнить дефектную ведомость;
- Определить способ устранения каждой неисправности.

#### 2. Разбор типичных ошибок (5 минут):

| Ошибка                                    | Пояснение                          | Способ исправления                                    |
|-------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Неправильное положение штангенциркуля     | Смещение при измерении             | Повторить измерение, контролируя параллельность губок |
| Игнорирование мелких трещин               | Трещина может привести к аварии    | Обязательный визуальный осмотр с увеличением          |
| Неправильная запись в дефектной ведомости | Путаница между «ремонт» и «замена» | Уточнить по чертежу и ПТЭ                             |
| Завышение/занижение размера               | Ошибка снятия показаний            | Снять показания несколько раз, взять среднее          |

#### 3. Подведение итогов (3–5 минут):

- Оценка работы группы.
- Выставление оценок.
- Домашнее задание.

### 3. Оценочные материалы

#### 3.1. Карта контроля (оценочный лист студента)

| Критерий                                          | Оценка (0–5) |
|---------------------------------------------------|--------------|
| 1. Знание устройства тележки и её узлов           |              |
| 2. Правильность выбора измерительного инструмента |              |
| 3. Правильность проведения измерений              |              |
| 4. Выявление неисправностей                       |              |
| 5. Заполнение дефектной ведомости                 |              |

| Критерий                           | Оценка (0–5) |
|------------------------------------|--------------|
| 6. Определение способов устранения |              |
| 7. Соблюдение техники безопасности |              |
| <b>Итого</b>                       | <b>0–35</b>  |

**Шкала перевода баллов в оценку:**

| Баллы | Оценка                |
|-------|-----------------------|
| 28–35 | «отлично»             |
| 21–27 | «хорошо»              |
| 14–20 | «удовлетворительно»   |
| 0–13  | «неудовлетворительно» |

**3.2. Контрольные вопросы для самопроверки**

1. Назовите основные узлы тележки грузового вагона.
2. Как выявляется износ гребня колёсной пары?
3. Каковы допустимые пределы износа колёсной пары?
4. Какие неисправности могут возникать в буксовом узле?
5. Какие средства измерения используются при дефектовке тележки?
6. Как оформить дефектную ведомость?
7. Чем отличается ремонт от замены детали?
8. Что такое ползун на поверхности катания и как его выявить?
9. Какие виды дефектоскопии применяются для обнаружения трещин в деталях тележки?
10. Каковы правила безопасности при работе с тележкой?

**4. Домашнее задание**

1. Изучить устройство тележки грузового вагона по учебнику и конспекту.
2. Повторить допустимые нормы износа колёсных пар по ПТЭ.
3. Подготовить образец дефектной ведомости (бланк) для следующего занятия.
4. **Индивидуальное задание** (по выбору студента):
  - Составить дефектную ведомость на заданную неисправность (по фото или описанию);
  - Изучить методы восстановления изношенных деталей тележки (наплавка, механическая обработка);
  - Подготовить сообщение «Способы дефектоскопии деталей тележки» (2–3 мин).

**5. Приложение: Памятка для студентов**

**ПАМЯТКА «Дефектовка тележки грузового вагона»**

**Порядок действий:**

1. **Очистка** узлов тележки от грязи, смазки и консервационного покрытия.
2. **Визуальный осмотр:**
  - состояние рамы (трещины, деформации);
  - состояние колёсных пар (трещины, сколы, ползуны);
  - состояние букс (подтёки смазки, нагрев).
3. **Измерение** колёсных пар:
  - толщина гребня;
  - толщина бандажа (обода);
  - разница диаметров колёс;
  - глубина ползуна.
4. **Проверка** рессорного подвешивания:
  - состояние пружин (трещины, осадка);
  - состояние листовых рессор.
5. **Заполнение дефектной ведомости** с заключением (годен, ремонт, замена).
6. **Передача** дефектной ведомости мастеру.

## Практическое занятие № 2

**Тема: «Выявление неисправностей колёсной пары и зубчатой передачи 1, 2 и 3-го классов и определение способов их устранения»**

**Цель** - развить умения:

- пользоваться контрольно-измерительным инструментом для проверки параметров колёсных пар и зубчатых передач;
- анализировать результаты измерений и сравнивать их с допустимыми нормами;
- классифицировать неисправности по классам (1-й, 2-й, 3-й) и определять способы устранения

**Время:** 4 академических часа (180 минут)

### Формируемые компетенции

| Код компетенции | Формулировка                                                                                                                                                |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ОК 01</b>    | Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам                                                           |
| <b>ОК 02</b>    | Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности |
| <b>ОК 04</b>    | Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде                                                                                              |
| <b>ПК 1.1</b>   | Выявлять неисправности основных узлов оборудования и механизмов подвижного состава                                                                          |
| <b>ПК 1.2</b>   | Проводить демонтаж, монтаж, сборку и регулировку узлов и механизмов подвижного состава                                                                      |
| <b>ПК 1.3</b>   | Проводить ремонт узлов, механизмов и изготовление отдельных деталей подвижного состава                                                                      |

## 2. Теоретическая часть

### 2.1. Общие сведения о колёсных парах и зубчатых передачах

**Колёсная пара** – один из основных узлов ходовой части подвижного состава, состоящий из оси и двух колёс (с бандажами или цельнокатаных).

**Зубчатая передача (тяговый редуктор)** – узел, передающий вращающий момент от тягового электродвигателя (или дизеля) на колёсную пару. Состоит из ведущей шестерни (малой) и ведомого зубчатого колеса (большого).

### 2.2. Классификация неисправностей колёсных пар и зубчатых передач

| Класс            | Характер неисправности                                                                                                           | Возможность эксплуатации                                                   |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| <b>1-й класс</b> | Износ в пределах нормы, допустимый прокат, царапины без нарушения геометрии                                                      | <b>Эксплуатация разрешена</b> (до следующего ТО)                           |
| <b>2-й класс</b> | Износ сверх нормы, но не достигший предельного состояния; трещины, требующие контроля; зубья с повреждениями (сколы до 5% длины) | <b>Требуется ремонт</b> (без снятия с эксплуатации — при плановом ремонте) |
| <b>3-й класс</b> | Критические износы, трещины, ползуны, выщербины зубьев более 10% длины, разрушение деталей                                       | <b>Эксплуатация запрещена</b> (срочная замена или вывод из эксплуатации)   |

### 2.3. Основные неисправности колёсных пар

| № | Вид неисправности             | Признаки                           | 1-й класс     | 2-й класс                    | 3-й класс        | Способ устранения                      |
|---|-------------------------------|------------------------------------|---------------|------------------------------|------------------|----------------------------------------|
| 1 | Износ гребня                  | Толщина гребня < 33 мм             | $\geq 33$ мм  | 30–33 мм                     | < 30 мм          | Наплавка + обточка (2-й); замена (3-й) |
| 2 | Ползун на поверхности катания | Плоское место                      | $\leq 1$ мм   | 1–2 мм                       | > 2 мм           | Обточка (2-й); замена (3-й)            |
| 3 | Трещина в диске колеса        | Визуально, магнитная дефектоскопия | Отсутствует   | Микротрещина (под контролем) | Трещина сквозная | Замена колеса (3-й)                    |
| 4 | Ослабление бандажа            | Зазор между бандажом и центром     | $\leq 0,1$ мм | 0,1–0,3 мм                   | > 0,3 мм         | Замена бандажа                         |

| № | Вид неисправности               | Признаки                                   | 1-й класс                 | 2-й класс                | 3-й класс              | Способ устранения                   |
|---|---------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------------------|
| 5 | Прокат (износ по кругу катания) | Глубина выработки                          | $\leq 5$ мм               | 5–7 мм                   | $> 7$ мм               | Обточка (2-й); замена (3-й)         |
| 6 | Трещина в шейке оси             | Визуально, ультразвук                      | Отсутствует               | Микротрещина             | Сквозная трещина       | Замена оси (3-й)                    |
| 7 | Нагрев буксы                    | Температура $> 60^{\circ}\text{C}$ (летом) | $\leq 60^{\circ}\text{C}$ | 60–80 $^{\circ}\text{C}$ | $> 80^{\circ}\text{C}$ | Проверка смазки, замена подшипников |

#### 2.4. Основные неисправности зубчатой передачи (тягового редуктора)

| № | Вид неисправности           | Признаки                | 1-й класс          | 2-й класс      | 3-й класс        | Способ устранения                               |
|---|-----------------------------|-------------------------|--------------------|----------------|------------------|-------------------------------------------------|
| 1 | Износ зубьев                | Люфт, шум, выкрашивание | $\leq 5\%$ площади | 5–15% площади  | $> 15\%$ площади | Замена шестерни                                 |
| 2 | Сколы зубьев                | Визуально, на просвет   | $\leq 2$ мм        | 2–5 мм         | $> 5$ мм         | Замена (3-й)                                    |
| 3 | Трещина в корпусе редуктора | Визуально               | Отсутствует        | Микротрещина   | Сквозная трещина | Заварка + усиление (2-й); замена (3-й)          |
| 4 | Повышенный шум              | Прослушивание           | Допустимый         | Заметный       | Критический      | Диагностика подшипников, регулировка зацепления |
| 5 | Утечка масла                | Подтёки на корпусе      | Нет                | Следы (смазка) | Активная течь    | Замена уплотнений, прокладок                    |

#### 2.5. Методы выявления неисправностей

##### 1. Визуальный осмотр:

- осмотр колёсной пары на наличие трещин, сколов, раковин;
- проверка состояния зубьев шестерён (цвет, характер износа, сколы).

## 2. Измерение геометрических параметров:

| Средство измерения  | Параметр                | Допуск (норма)           |
|---------------------|-------------------------|--------------------------|
| Штангенциркуль ШЦ-1 | Толщина гребня          | $\geq 33$ мм             |
| Штангенциркуль ШЦ-2 | Толщина обода           | $\geq 45$ мм (для новых) |
| Микрометр           | Диаметр шейки оси       | По чертежу               |
| Щуп                 | Зазор в зацеплении      | 0,1–0,2 мм               |
| Специальный шаблон  | Прокат по кругу катания | $\leq 7$ мм              |

## 3. Специальные методы:

- магнитопорошковая дефектоскопия (для обнаружения трещин);
- ультразвуковой контроль (для шейки оси, зубчатых колёс);
- прослушивание (наличие стуков, шумов).

### 2.6. Дефектная ведомость колёсной пары и зубчатой передачи

| № | Наименование узла/детали | Чертежный размер | Фактический размер | Класс неисправности | Характер дефекта | Заключение                  |
|---|--------------------------|------------------|--------------------|---------------------|------------------|-----------------------------|
| 1 | Колёсная пара (гребень)  | 33 мм            | 31,5 мм            | 2-й класс           | Износ гребня     | Ремонт (наплавка + обточка) |
| 2 | Зубчатое колесо (зубья)  | По чертежу       | -                  | 3-й класс           | Сколы > 5 мм     | Замена                      |
| 3 | Шейка оси                | 130-0,5          | 129,0              | 2-й класс           | Износ шейки      | Восстановление (наплавка)   |

## 3. Практическая часть

### 3.1. Оснащение

| № | Наименование                                            | Количество         |
|---|---------------------------------------------------------|--------------------|
| 1 | Макет (или реальная) колёсной пары с зубчатой передачей | 1–2 шт.            |
| 2 | Штангенциркуль ШЦ-1                                     | по числу студентов |
| 3 | Штангенциркуль ШЦ-2                                     | 2–3 шт.            |
| 4 | Микрометр (0–25 мм, 25–50 мм)                           | 2–3 шт.            |
| 5 | Шаблон для измерения гребня и бандажа                   | 2 шт.              |

| №  | Наименование                                             | Количество         |
|----|----------------------------------------------------------|--------------------|
| 6  | Набор щупов                                              | 2–3 шт.            |
| 7  | Плакат «Устройство колёсной пары»                        | 1–2 шт.            |
| 8  | Плакат «Зубчатая передача (тяговый редуктор)»            | 1–2 шт.            |
| 9  | Бланки дефектных ведомостей                              | по числу студентов |
| 10 | Инструкция по дефектовке колёсных пар и зубчатых передач | по числу студентов |

### 3.2. Порядок проведения занятия

#### 3.2.1. Вводная часть (10 минут)

1. Проверка готовности студентов.
2. Объявление темы и целей занятия.
3. Инструктаж по технике безопасности:
  - при работе с макетом – не касаться движущихся частей;
  - при работе с измерительным инструментом – соблюдать осторожность;
  - работать в спецодежде (рукавицы, обувь).
4. Актуализация знаний:
  - Какие основные узлы колёсной пары вы знаете?
  - Какие средства измерения используются для контроля колёсной пары?
  - Какие неисправности колёсной пары вы знаете?
  - Что такое зубчатая передача и какие неисправности в ней возникают?
  - На какие классы делятся неисправности колёсных пар и зубчатых передач?

#### 3.2.2. Основная часть (60 минут)

##### Этап 1. Изучение устройства колёсной пары и зубчатой передачи (15 минут)

##### Задание 1. Идентификация узлов колёсной пары и зубчатой передачи.

1. Студенты подходят к макету колёсной пары с зубчатой передачей.
2. Находят и называют следующие узлы:
  - ось колёсной пары;
  - колёса (бандаж, диск, ступица);
  - гребень колеса;
  - шейка оси;
  - ведущая шестерня;
  - ведомое зубчатое колесо;
  - корпус редуктора;
  - подшипниковые узлы.
3. Зарисовка схемы колёсной пары и зубчатой передачи (в тетради) с указанием основных узлов.

##### Этап 2. Выявление неисправностей колёсной пары (25 минут)

##### Задание 2. Визуальный осмотр колёсной пары.

1. Студенты осматривают макет колёсной пары и выявляют видимые дефекты (трещины, сколы, раковины, деформации, подтёки масла).
2. Записывают выявленные дефекты.

### Задание 3. Измерение колёсной пары.

1. Каждый студент (в паре) производит измерения колёсной пары:
  - измеряет **толщину гребня** штангенциркулем (в разных точках) – фиксирует минимальное значение;
  - измеряет **прокат по кругу катания** (специальным шаблоном);
  - проверяет наличие **ползуна** на поверхности катания (линейкой, щупом);
  - измеряет **разницу диаметров колёс**.
2. Сравнивает полученные результаты с допустимыми нормами (по ПТЭ).
3. Определяет класс неисправности (1-й, 2-й или 3-й).

Результаты измерений заносятся в таблицу:

| Параметр               | Результат измерения | Норма     | Класс     | Заключение        |
|------------------------|---------------------|-----------|-----------|-------------------|
| Толщина гребня (мм)    | 31,5                | $\geq 33$ | 2-й класс | Ремонт (наплавка) |
| Прокат (мм)            | 6,0                 | $\leq 7$  | 1-й класс | Годен             |
| Ползун (мм)            | 1,5                 | $\leq 2$  | 2-й класс | Обточка           |
| Разница диаметров (мм) | 1,5                 | $\leq 3$  | 1-й класс | Годен             |

### Этап 3. Выявление неисправностей зубчатой передачи (15 минут)

#### Задание 4. Осмотр и проверка зубчатой передачи.

1. Студенты осматривают зубчатую передачу (макет):
  - проверяют состояние зубьев (сколы, выкрашивание, износ);
  - проверяют наличие трещин на корпусе редуктора;
  - проверяют состояние уплотнений и подтёков масла.
2. Проверяют **зазор в зацеплении** (щупом).

#### Задание 5. Определение класса неисправности.

1. Студенты определяют класс неисправности для зубчатой передачи:
  - 1-й класс: допустимый износ ( $\leq 5\%$  площади зуба);
  - 2-й класс: износ до 15% площади зуба, микротрещины;
  - 3-й класс: сколы  $> 5$  мм, трещины, разрушение.

Результаты заносятся в таблицу:

| Узел            | Проверяемый параметр | Результат     | Класс     | Заключение |
|-----------------|----------------------|---------------|-----------|------------|
| Зубчатое колесо | Состояние зубьев     | Сколы до 5 мм | 3-й класс | Замена     |

| Узел               | Проверяемый параметр | Результат        | Класс     | Заключение      |
|--------------------|----------------------|------------------|-----------|-----------------|
| Ведущая шестерня   | Износ зубьев         | Выкрашивание 12% | 2-й класс | Ремонт (замена) |
| Корпус редуктора   | Трещина              | Отсутствует      | 1-й класс | Годеи           |
| Зазор в зацеплении | 0,15 мм              | 0,1–0,2 мм       | 1-й класс | Годеи           |

#### Этап 4. Оформление дефектной ведомости (5 минут)

##### Задание 6. Составление дефектной ведомости.

- Студенты **заполняют бланк дефектной ведомости** на основании выявленных неисправностей (результаты осмотра и измерений).
- В дефектной ведомости указывают:
  - наименование узла или детали;
  - выявленный дефект (характер неисправности);
  - фактический размер (если измеряли);
  - класс неисправности (1-й, 2-й, 3-й);
  - заключение: годен, ремонт или замена.
- Подписывают дефектную ведомость у мастера.

##### Пример дефектной ведомости:

| № | Наименование детали     | Чертежный размер | Фактический размер | Класс     | Характер дефекта    | Заключение                  |
|---|-------------------------|------------------|--------------------|-----------|---------------------|-----------------------------|
| 1 | Колёсная пара (гребень) | 33 мм            | 31,0 мм            | 2-й класс | Износ гребня        | Ремонт (наплавка + обточка) |
| 2 | Зубчатое колесо         | -                | -                  | 3-й класс | Сколы зубьев > 5 мм | Замена                      |
| 3 | Ведущая шестерня        | -                | -                  | 2-й класс | Выкрашивание 12%    | Замена                      |
| 4 | Шейка оси               | 130-0,5          | 129,0              | 2-й класс | Износ шейки         | Восстановление (наплавка)   |

### 3.2.3. Заключительная часть (20 минут)

#### 1. Контрольное выполнение задания (10 минут):

Каждый студент получает **индивидуальную карточку-задание** с фотографией или схемой колёсной пары с указанными дефектами и измеренными параметрами. Задание:

- Определить класс неисправности (1-й, 2-й или 3-й);
- Заполнить дефектную ведомость;
- Определить способ устранения каждой неисправности.

#### 2. Разбор типичных ошибок (5 минут):

| Ошибка                                        | Пояснение                          | Способ исправления                                    |
|-----------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Неправильное определение класса неисправности | Путаница между 2-м и 3-м классом   | Уточнить по таблицам ПТЭ                              |
| Неправильное измерение гребня                 | Смещение штангенциркуля            | Повторить измерение, контролируя параллельность губок |
| Игнорирование сколов на зубьях                | Сколы могут привести к разрушению  | Внимательный осмотр зубьев                            |
| Неправильная запись в дефектной ведомости     | Путаница между «ремонт» и «замена» | Уточнить по ПТЭ                                       |

#### 3. Подведение итогов (3–5 минут):

- Оценка работы группы.
- Выставление оценок.
- Домашнее задание.

### 4. Оценочные материалы

#### 4.1. Оценочный лист

| Критерий                                               | Оценка (0–5) |
|--------------------------------------------------------|--------------|
| 1. Знание устройства колёсной пары и зубчатой передачи |              |
| 2. Правильность выбора измерительного инструмента      |              |
| 3. Правильность проведения измерений                   |              |
| 4. Определение класса неисправности                    |              |
| 5. Заполнение дефектной ведомости                      |              |
| 6. Определение способов устранения                     |              |
| 7. Соблюдение техники безопасности                     |              |
| <b>Итого</b>                                           | <b>0–35</b>  |

### Шкала перевода баллов в оценку:

| Баллы | Оценка                |
|-------|-----------------------|
| 28–35 | «отлично»             |
| 21–27 | «хорошо»              |
| 14–20 | «удовлетворительно»   |
| 0–13  | «неудовлетворительно» |

#### 4.2. Контрольные вопросы для самопроверки

1. Назовите основные узлы колёсной пары.
2. Какие средства измерения используются для дефектовки колёсной пары?
3. Каковы допустимые нормы износа гребня?
4. Что такое «ползун» и как его выявить?
5. Какие неисправности характерны для зубчатой передачи?
6. На какие классы делятся неисправности колёсных пар и зубчатых передач?
7. Чем отличается 2-й класс от 3-го класса неисправности?
8. Как оформить дефектную ведомость на колёсную пару?
9. Какие методы дефектоскопии применяются для колёсных пар?
10. Каковы правила безопасности при работе с колёсной парой и зубчатой передачей?

#### 5. Домашнее задание

1. Изучить устройство колёсной пары по учебнику и конспекту.
2. Повторить допустимые нормы износа колёсных пар по ПТЭ.
3. Составить дефектную ведомость на заданную неисправность (по фото или описанию) — **индивидуальное задание**.
4. Подготовить сообщение «Методы восстановления колёсных пар» (2–3 мин) — **по желанию**.

#### 6. Приложение: Памятка для студентов

##### ПАМЯТКА «Дефектовка колёсной пары и зубчатой передачи»

##### Порядок действий:

1. **Очистка** узлов от грязи, смазки и консервационного покрытия.
2. **Визуальный осмотр** колёсной пары и зубчатой передачи.
3. **Измерение** колёсной пары:
  - толщина гребня;
  - толщина обода (бандажа);
  - прокат по кругу катания;
  - ползун.
4. **Проверка зубчатой передачи:**
  - состояние зубьев (сколы, выкрашивание, износ);
  - состояние корпуса редуктора (трещины);
  - состояние уплотнений (подтёки масла);
  - зазор в зацеплении.
5. **Определение класса неисправности** (1-й, 2-й, 3-й).
6. **Заполнение дефектной ведомости** с заключением (годен, ремонт, замена).

### Практическое занятие № 3

**Тема: «Выявление неисправностей буксовых узлов и определение способов их устранения»**

**Цель:** Сформировать у студентов практические навыки выявления неисправностей буксовых узлов подвижного состава, определения способов их устранения и оформления дефектной ведомости

**Время: 4 академических часа (180 минут)**

#### Формируемые компетенции

| Код компетенции | Формулировка                                                                                                                                                |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОК 01           | Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам                                                           |
| ОК 02           | Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности |
| ОК 04           | Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде                                                                                              |
| ПК 1.1          | Выявлять неисправности основных узлов оборудования и механизмов подвижного состава                                                                          |
| ПК 1.2          | Проводить демонтаж, монтаж, сборку и регулировку узлов и механизмов подвижного состава                                                                      |
| ПК 1.3          | Проводить ремонт узлов, механизмов и изготовление отдельных деталей подвижного состава                                                                      |

## 2. Теоретическая часть

### 2.1. Общие сведения о буксовом узле

**Букса** – узел, соединяющий колёсную пару с рамой тележки, обеспечивающий вращение колёсной пары с минимальным сопротивлением и воспринимающий вертикальные и горизонтальные нагрузки.

#### Назначение буксового узла:

- передача грузов от кузова на колёсную пару и рельсы;
- обеспечение вращения колёсной пары;
- направление движения колёсной пары в рельсовой колее;
- уменьшение износа шеек оси.

#### Основные типы букс:

| Тип                       | Особенности                                                                          |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| С роликовыми подшипниками | Наиболее распространён, имеет два роликовых подшипника (цилиндрических и конических) |
| С шарикоподшипниками      | Применяется реже, в основном на подвижном составе старых типов                       |

| Тип                              | Особенности                                           |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------|
| <b>С подшипниками скольжения</b> | Устаревший тип, на современных вагонах не применяется |

#### Основные элементы буксового узла:

| Элемент                       | Назначение                                                |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>Корпус буксы</b>           | Воспринимает нагрузки, защищает подшипники от загрязнений |
| <b>Подшипник</b>              | Обеспечивает вращение колёсной пары                       |
| <b>Крышка буксы</b>           | Герметизирует узел, защищает от попадания грязи и влаги   |
| <b>Уплотнения</b>             | Препятствуют вытеканию смазки                             |
| <b>Шейка оси</b>              | Место посадки подшипников                                 |
| <b>Лабиринтное уплотнение</b> | Герметизирует узел со стороны колёсной пары               |
| <b>Смазка</b>                 | Уменьшает трение и износ подшипников                      |

#### 2.2. Основные неисправности буксовых узлов

| № | Вид неисправности                      | Признаки                                  | Способы выявления                  |
|---|----------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------|
| 1 | <b>Перегрев подшипников</b>            | Нагрев корпуса > 60°C летом, > 50°C зимой | Термометр, пирометр, рука          |
| 2 | <b>Разрушение подшипников</b>          | Стук, вибрация, заклинивание              | Осмотр, прослушивание              |
| 3 | <b>Ослабление посадки на шейке оси</b> | Повышенный люфт, вибрация                 | Проверка зазора, осмотр            |
| 4 | <b>Трещина корпуса буксы</b>           | Визуально, подтёки смазки                 | Визуальный контроль, дефектоскопия |
| 5 | <b>Утечка смазки</b>                   | Подтёки на корпусе, загрязнение           | Визуальный осмотр                  |
| 6 | <b>Попадание влаги</b>                 | Коррозия, изменение цвета смазки          | Осмотр, анализ смазки              |

| <b>№</b> | <b>Вид неисправности</b>                   | <b>Признаки</b>                 | <b>Способы выявления</b>  |
|----------|--------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| 7        | <b>Ослабление крепления болтов</b>         | Стук, вибрация                  | Проверка затяжки          |
| 8        | <b>Износ шейки оси</b>                     | Увеличение зазора               | Микрометр, штангенциркуль |
| 9        | <b>Перекося корпуса буксы</b>              | Неравномерный износ подшипников | Измерение зазоров         |
| 10       | <b>Повреждение лабиринтного уплотнения</b> | Попадание грязи                 | Осмотр                    |

### **2.3. Способы устранения неисправностей**

| <b>Неисправность</b>                | <b>Способы устранения</b>                                                                         |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Перегрев подшипников                | Проверка уровня и качества смазки, замена смазки, проверка подшипников (замена при необходимости) |
| Разрушение подшипников              | Замена подшипников                                                                                |
| Ослабление посадки на шейке оси     | Наплавка шейки с последующей механической обработкой, установка ремонтного подшипника             |
| Трещина корпуса буксы               | Замена корпуса (заварка трещины допускается только по спецтехнологии)                             |
| Утечка смазки                       | Замена уплотнений, подтяжка креплений                                                             |
| Попадание влаги                     | Замена смазки, проверка герметичности уплотнений                                                  |
| Ослабление крепления болтов         | Подтяжка болтов, замена стопорных шайб                                                            |
| Износ шейки оси                     | Восстановление (наплавка + обточка), замена оси                                                   |
| Перекося корпуса буксы              | Проверка и регулировка, замена корпуса при необходимости                                          |
| Повреждение лабиринтного уплотнения | Замена уплотнения                                                                                 |

### **2.4. Предельные нормы износа буксовых узлов**

| Параметр           | Допустимый износ                                                     | Предельный износ                                                     |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Зазор в подшипнике | $\leq 0,05$ мм                                                       | $\geq 0,1$ мм                                                        |
| Диаметр шейки оси  | По чертежу                                                           | Менее 130 мм (для оси Ø130)                                          |
| Нагрев корпуса     | $\leq 50^{\circ}\text{C}$ (зимой), $\leq 60^{\circ}\text{C}$ (летом) | $\geq 60^{\circ}\text{C}$ (зимой), $\geq 70^{\circ}\text{C}$ (летом) |
| Уровень смазки     | В пределах нормы                                                     | Ниже нормы, загрязнение                                              |

### 3. Практическая часть

#### 3.1. Оснащение

| №  | Наименование                                                  | Количество         |
|----|---------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1  | Макет (или реальный) буксового узла с роликовыми подшипниками | 2–3 шт.            |
| 2  | Штангенциркуль ШЦ-1                                           | по числу студентов |
| 3  | Микрометр (0–25 мм, 25–50 мм)                                 | 2–3 шт.            |
| 4  | Набор щупов                                                   | 2–3 шт.            |
| 5  | Термометр (пирометр)                                          | 1–2 шт.            |
| 6  | Плакат «Устройство буксового узла с роликовыми подшипниками»  | 2 шт.              |
| 7  | Плакат «Неисправности букс»                                   | 2 шт.              |
| 8  | Бланки дефектных ведомостей                                   | по числу студентов |
| 9  | Инструкция по дефектовке буксовых узлов                       | по числу студентов |
| 10 | Техническая документация (чертежи, допуски)                   | 2–3 шт.            |

#### 3.2. Порядок проведения занятия

##### 3.2.1. Вводная часть (10 минут)

1. Проверка готовности студентов.
2. Объявление темы и целей занятия.
3. Инструктаж по технике безопасности:

- не касаться нагретых частей;
- работать в спецодежде (рукавицы, обувь);
- при работе с макетом соблюдать осторожность;
- при работе с измерительным инструментом – не прилагать чрезмерных усилий.

#### 4. Актуализация знаний:

- Каково назначение буксового узла?
- Какие неисправности буксовых узлов вы знаете?
- Какие средства измерения используются для контроля?
- Как выявляется перегрев буксы?
- Каковы последствия несвоевременного выявления неисправностей?

### 3.2.2. Основная часть (60 минут)

#### Этап 1. Изучение устройства буксового узла (15 минут)

##### Задание 1. Идентификация узлов буксы.

Студенты подходят к макету буксового узла и находят следующие элементы:

- корпус буксы;
- крышка буксы;
- подшипники (роликовые);
- шейка оси;
- уплотнительные кольца;
- лабиринтное уплотнение;
- смазочные каналы.

##### Задание 2. Изучение допусков и норм износа.

Студенты получают выписку из ПТЭ и чертежи буксового узла. Изучают допустимые предельные размеры:

- зазор в подшипнике;
- диаметр шейки оси;
- допустимый нагрев.

##### Задание 3. Заполнение таблицы допусков и норм износа:

| Параметр               | Норма                     | Предельный износ          |
|------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Зазор в подшипнике     | $\leq 0,05$ мм            | $\geq 0,1$ мм             |
| Диаметр шейки оси      | 130–0,5 мм                | Менее 130 мм              |
| Нагрев корпуса (летом) | $\leq 60^{\circ}\text{C}$ | $\geq 70^{\circ}\text{C}$ |
| Уровень смазки         | В пределах нормы          | Ниже нормы                |

#### Этап 2. Выявление неисправностей буксового узла (25 минут)

##### Задание 4. Визуальный осмотр буксы.

1. Студенты осматривают макет буксы и выявляют видимые дефекты (трещины, подтёки смазки, повреждения уплотнений, ослабление креплений).
2. Записывают выявленные дефекты.

##### Задание 5. Проверка состояния буксы.

1. Проверяют **зазор в подшипнике** (щупами) – фиксируют результат.
2. Проверяют **состояние смазки** (внешний вид, цвет, наличие загрязнений) – фиксируют.
3. Проверяют **наличие течи** (подтёки смазки на корпусе) – фиксируют.

**Задание 6. Оценка состояния буксы по классам.**

Студенты определяют класс неисправности:

| Класс            | Характер неисправности                                         |
|------------------|----------------------------------------------------------------|
| <b>1-й класс</b> | Отсутствие дефектов, допустимый износ                          |
| <b>2-й класс</b> | Незначительный износ, мелкие дефекты (ремонт без снятия буксы) |
| <b>3-й класс</b> | Критические износы, трещины, разрушение (срочная замена)       |

Результаты заносятся в таблицу:

| Параметр           | Результат   | Норма                   | Класс     | Заключение                    |
|--------------------|-------------|-------------------------|-----------|-------------------------------|
| Зазор в подшипнике | 0,06 мм     | $\leq 0,05$ мм          | 2-й класс | Ремонт (замена смазки)        |
| Нагрев корпуса     | 65°C        | $\leq 60^\circ\text{C}$ | 2-й класс | Ремонт (проверка подшипников) |
| Подтёки смазки     | Есть        | Нет                     | 2-й класс | Ремонт (замена уплотнений)    |
| Трещина корпуса    | Отсутствует | Нет                     | 1-й класс | Годен                         |

**Этап 3. Оформление дефектной ведомости (20 минут)****Задание 7. Составление дефектной ведомости.**

1. Студенты заполняют бланк дефектной ведомости на основании выявленных неисправностей.

2. В дефектной ведомости указывают:

- наименование узла или детали;
- выявленный дефект (характер неисправности);
- фактический размер (если измеряли);
- класс неисправности (1-й, 2-й или 3-й);
- заключение: годен, ремонт или замена.

3. Подписывают дефектную ведомость у мастера.

**Пример дефектной ведомости:**

| № | Наименование детали  | Чертежный размер | Фактический размер | Класс     | Характер дефекта | Заклучение             |
|---|----------------------|------------------|--------------------|-----------|------------------|------------------------|
| 1 | Букса №1 (подшипник) | 0,05 мм          | 0,06 мм            | 2-й класс | Зазор повышен    | Ремонт (замена смазки) |

| № | Наименование детали | Чертежный размер          | Фактический размер   | Класс     | Характер дефекта | Заключение                    |
|---|---------------------|---------------------------|----------------------|-----------|------------------|-------------------------------|
| 2 | Букса №2 (корпус)   | -                         | -                    | 2-й класс | Подтёки смазки   | Ремонт (замена уплотнений)    |
| 3 | Букса №3 (нагрев)   | $\leq 60^{\circ}\text{C}$ | $65^{\circ}\text{C}$ | 2-й класс | Перегрев         | Ремонт (проверка подшипников) |
| 4 | Букса №4 (трещина)  | Отсутствует               | Отсутствует          | 1-й класс | Годна            | Годен                         |

### 3.2.3. Заключительная часть (20 минут)

#### 1. Контрольное выполнение задания (10 минут):

Каждый студент получает индивидуальную карточку-задание с описанием состояния буксового узла (или фото). Задание:

- Определить класс неисправности (1-й, 2-й или 3-й);
- Заполнить дефектную ведомость;
- Определить способ устранения каждой неисправности.

#### 2. Разбор типичных ошибок (5 минут):

| Ошибка                                    | Пояснение                          | Способ исправления                         |
|-------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------|
| Неправильное измерение зазора             | Смещение щупа                      | Повторить измерение, контролируя положение |
| Игнорирование подтёков смазки             | Приводит к разрушению подшипника   | Внимательный осмотр всех элементов         |
| Путаница между 1-м и 2-м классом          | Неправильная оценка износа         | Уточнить по таблице норм                   |
| Неправильная запись в дефектной ведомости | Путаница между «ремонт» и «замена» | Уточнить по ПТЭ                            |

#### 3. Подведение итогов (3–5 минут):

- Оценка работы группы.
- Выставление оценок.
- Домашнее задание.

#### 4. Оценочные материалы

##### 4.1. Оценочный лист

| Критерий                            | Оценка (0–5) |
|-------------------------------------|--------------|
| 1. Знание устройства буксового узла |              |

| Критерий                                          | Оценка (0–5) |
|---------------------------------------------------|--------------|
| 2. Правильность выбора измерительного инструмента |              |
| 3. Правильность проведения измерений              |              |
| 4. Выявление неисправностей                       |              |
| 5. Определение класса неисправности               |              |
| 6. Заполнение дефектной ведомости                 |              |
| 7. Определение способов устранения                |              |
| 8. Соблюдение техники безопасности                |              |
| <b>Итого</b>                                      | <b>0–40</b>  |

**Шкала перевода баллов в оценку:**

| Баллы | Оценка                |
|-------|-----------------------|
| 32–40 | «отлично»             |
| 24–31 | «хорошо»              |
| 16–23 | «удовлетворительно»   |
| 0–15  | «неудовлетворительно» |

**4.2. Контрольные вопросы для самопроверки**

1. Назовите основные узлы буксы.
2. Как выявляется перегрев буксы?
3. Какие методы дефектоскопии применяются для контроля буксовых узлов?
4. Каковы допустимые пределы износа подшипников?
5. Какие неисправности возникают в буксовом узле?
6. Как классифицируются неисправности буксовых узлов?
7. Чем отличается 2-й класс от 3-го класса неисправности?
8. Как оформить дефектную ведомость на буксовый узел?
9. Каковы правила безопасности при обслуживании буксовых узлов?
10. Какие способы устранения неисправностей применяются?

**5. Домашнее задание**

1. Изучить устройство буксового узла по учебнику и конспекту.
2. Повторить допустимые нормы износа буксовых узлов по ПТЭ.
3. Составить дефектную ведомость на заданную неисправность (по фото или описанию) – **индивидуальное задание**.
4. Подготовить сообщение «Методы восстановления буксовых узлов» – **по желанию**.

**6. Приложение: Памятка для студентов**  
**ПАМЯТКА «Дефектовка буксового узла»**

**Порядок действий:**

1. **Очистка** буксы от грязи и смазки.
2. **Визуальный осмотр:** трещины, подтёки смазки, повреждения уплотнений.
3. **Проверка зазора** (щупами).
4. **Проверка температуры** (термометр, пирометр).
5. **Проверка состояния смазки** (цвет, загрязнённость).
6. **Определение класса неисправности** (1-й, 2-й, 3-й).
7. **Заполнение дефектной ведомости** с заключением (годен, ремонт, замена).

**Практическое занятие № 4**

**Тема: «Выявление неисправностей автосцепных устройств железнодорожного подвижного состава и определение способов их устранения»**

**1. Цель:** Сформировать у студентов практические навыки выявления неисправностей автосцепных устройств (СА-3 и СА-3М), определения способов их устранения и оформления дефектной ведомости

**Время: 4 академических часа (180 минут)**

**Формируемые компетенции**

| <b>Код компетенции</b> | <b>Формулировка</b>                                                                                                                                         |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ОК 01</b>           | Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам                                                           |
| <b>ОК 02</b>           | Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности |
| <b>ОК 04</b>           | Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде                                                                                              |
| <b>ПК 1.1</b>          | Выявлять неисправности основных узлов оборудования и механизмов подвижного состава                                                                          |
| <b>ПК 1.2</b>          | Проводить демонтаж, монтаж, сборку и регулировку узлов и механизмов подвижного состава                                                                      |
| <b>ПК 1.3</b>          | Проводить ремонт узлов, механизмов и изготовление отдельных деталей подвижного состава                                                                      |

**2. Теоретическая часть**

**2.1. Общие сведения об автосцепном устройстве**

**Автосцепка (автоматическая сцепка)** — устройство для автоматического сцепления подвижного состава и передачи тяговых и тормозных усилий, а также для буферирования (смягчения) продольных ударных нагрузок.

**Назначение автосцепки СА-3:**

- автоматическое сцепление вагонов и локомотивов;
- передача продольных усилий (растягивающих и сжимающих);
- смягчение ударов и толчков при движении и манёврах.

### Основные элементы автосцепки СА-3:

| Элемент                      | Назначение                                                            |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| <b>Корпус</b>                | Несущая часть, в которой размещены все механизмы                      |
| <b>Большой зуб</b>           | Обеспечивает сцепление с соседней автосцепкой                         |
| <b>Малый зуб</b>             | Обеспечивает направление при сцеплении                                |
| <b>Замок</b>                 | Фиксирует сцепленное состояние                                        |
| <b>Замочный болт</b>         | Удерживает замок                                                      |
| <b>Износный зуб</b>          | Передаёт тяговые усилия в сцепленном состоянии                        |
| <b>Головка автосцепки</b>    | Передняя часть с рабочими элементами                                  |
| <b>Хвостовик</b>             | Крепится к раме вагона (через центрирующий прибор)                    |
| <b>Центрирующий прибор</b>   | Обеспечивает возврат автосцепки в среднее положение после расцепления |
| <b>Поддерживающая планка</b> | Предотвращает опускание автосцепки                                    |
| <b>Пружина</b>               | Обеспечивает возврат замка и ударно-центрирующего прибора             |

### 2.2. Основные неисправности автосцепного устройства

| № | Вид неисправности                | Признаки                               | Способы выявления                |
|---|----------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------|
| 1 | <b>Износ большого зуба</b>       | Уменьшение размера, закругление кромок | Шаблон, штангенциркуль           |
| 2 | <b>Износ малого зуба</b>         | Уменьшение размера, деформация         | Шаблон, штангенциркуль           |
| 3 | <b>Износ замка</b>               | Недостаточный ход замка, заедание      | Проверка подвижности             |
| 4 | <b>Трещина корпуса</b>           | Визуально                              | Визуальный осмотр, дефектоскопия |
| 5 | <b>Износ отверстий в корпусе</b> | Увеличение размера отверстий, люфт     | Штангенциркуль                   |
| 6 | <b>Ослабление крепления</b>      | Стук, вибрация                         | Проверка затяжки болтов          |

| №  | Вид неисправности                          | Признаки                           | Способы выявления    |
|----|--------------------------------------------|------------------------------------|----------------------|
| 7  | <b>Неисправность центрирующего прибора</b> | Отклонение автосцепки от оси       | Визуально, измерение |
| 8  | <b>Износ замочного болта</b>               | Неплотное прилегание, люфт         | Осмотр, измерение    |
| 9  | <b>Износ отверстия для тягового хомута</b> | Увеличение размера                 | Штангенциркуль       |
| 10 | <b>Заедание механизма</b>                  | Затруднённое сцепление/расцепление | Проверка подвижности |

### 2.3. Контрольные размеры автосцепки СА-3

| Наименование параметра                       | Номинальный размер, мм | Допустимый износ, мм |
|----------------------------------------------|------------------------|----------------------|
| Длина большого зуба (по оси)                 | 152                    | $\geq 148$           |
| Ширина большого зуба в основании             | 68                     | $\geq 60$            |
| Ширина малого зуба                           | 45                     | $\geq 40$            |
| Расстояние между зубами                      | 118                    | $\pm 5$              |
| Высота автосцепки над уровнем головки рельса | 1040–1080              | —                    |
| Зазор в замке                                | 2–5                    | Не более 5           |
| Зазор в центрирующем приборе                 | 2–4                    | Не более 4           |

### 2.4. Типовые способы устранения неисправностей

| Неисправность       | Способы устранения                                                    |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Износ большого зуба | Наплавка с последующей механической обработкой                        |
| Износ малого зуба   | Наплавка с последующей механической обработкой                        |
| Износ замка         | Замена или наплавка (восстановление)                                  |
| Трещина корпуса     | Замена корпуса (заварка допускается только по специальной технологии) |
| Износ отверстий     | Наплавка с последующей расточкой                                      |

| Неисправность                       | Способы устранения                                  |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Ослабление крепления                | Подтяжка болтов, замена изношенных деталей          |
| Неисправность центрирующего прибора | Регулировка, замена пружин                          |
| Заедание механизма                  | Разборка, чистка, смазка, замена изношенных деталей |

### 3. Практическая часть

#### 3.1. Оснащение

| №  | Наименование                                       | Количество         |
|----|----------------------------------------------------|--------------------|
| 1  | Макет (или реальная) автосцепки СА-3               | 2–3 шт.            |
| 2  | Штангенциркуль ШЦ-1                                | по числу студентов |
| 3  | Штангенциркуль ШЦ-2                                | 2–3 шт.            |
| 4  | Специальный шаблон для проверки автосцепки (№ 817) | 2 шт.              |
| 5  | Набор щупов                                        | 2–3 шт.            |
| 6  | Линейка металлическая                              | по числу студентов |
| 7  | Плакат «Устройство автосцепки СА-3»                | 2 шт.              |
| 8  | Плакат «Неисправности автосцепки»                  | 2 шт.              |
| 9  | Бланки дефектных ведомостей                        | по числу студентов |
| 10 | Инструкция по дефектовке автосцепных устройств     | по числу студентов |
| 11 | Техническая документация (чертежи, допуски)        | 2–3 шт.            |

#### 3.2. Порядок проведения занятия

##### 3.2.1. Вводная часть (10 минут)

1. Проверка готовности студентов.
2. Объявление темы и целей занятия.
3. Инструктаж по технике безопасности:
  - не применять чрезмерных усилий при работе с макетом;
  - не направлять острие шаблона на себя и других;
  - работать в спецодежде (рукавицы).
4. Актуализация знаний:
  - Каково назначение автосцепки СА-3?
  - Из каких элементов состоит автосцепное устройство?
  - Какие неисправности автосцепки вы знаете?

- Какие средства измерения используются для контроля?
- Каковы последствия несвоевременного выявления неисправностей?

### 3.2.2. Основная часть (60 минут)

#### Этап 1. Изучение устройства автосцепки (15 минут)

##### Задание 1. Идентификация узлов автосцепки.

Студенты подходят к макету автосцепки СА-3 и находят следующие элементы:

- корпус автосцепки;
- большой зуб;
- малый зуб;
- замок;
- замочный болт;
- хвостовик;
- центрирующий прибор;
- поддерживающая планка;
- пружина центрирующего прибора.

**Задание 2. Зарисовка схемы автосцепки** с указанием основных размеров и допусков.

##### Задание 3. Изучение допусков и норм износа.

Студенты получают выписку из ПТЭ и чертежи автосцепки. Изучают допустимые предельные размеры:

- длина большого зуба;
- ширина большого зуба;
- ширина малого зуба;
- высота автосцепки над уровнем головки рельса.

#### Этап 2. Выявление неисправностей автосцепки (25 минут)

##### Задание 4. Визуальный осмотр автосцепки.

Студенты осматривают макет автосцепки и выявляют видимые дефекты (трещины, износ зубьев, деформации, ослабление креплений). Записывают выявленные дефекты.

##### Задание 5. Измерение параметров автосцепки.

1. Каждый студент (в паре) производит измерения:
  - длину большого зуба;
  - ширину большого зуба;
  - ширину малого зуба;
  - расстояние между зубами.
2. Проверяют высоту автосцепки над уровнем головки рельса (по модели).
3. Проверяют зазор в замке (щупом).
4. Сравнивают полученные результаты с допустимыми нормами.

Результаты измерений заносятся в таблицу:

| Параметр                  | Результат измерения | Норма      | Отклонение | Заключение |
|---------------------------|---------------------|------------|------------|------------|
| Длина большого зуба (мм)  | 150                 | $\geq 148$ | +2         | Годен      |
| Ширина большого зуба (мм) | 62                  | $\geq 60$  | +2         | Годен      |

| Параметр                | Результат измерения | Норма     | Отклонение | Заключение |
|-------------------------|---------------------|-----------|------------|------------|
| Ширина малого зуба (мм) | 42                  | $\geq 40$ | +2         | Годен      |
| Зазор в замке (мм)      | 4                   | 2–5       | 0          | Годен      |

### Задание 6. Определение класса неисправности.

Студенты определяют класс неисправности автосцепки:

| Класс     | Характер неисправности                                         |
|-----------|----------------------------------------------------------------|
| 1-й класс | Отсутствие дефектов, допустимый износ                          |
| 2-й класс | Незначительный износ (ремонт без снятия автосцепки)            |
| 3-й класс | Критические износы, трещины (замена или вывод из эксплуатации) |

### Этап 3. Оформление дефектной ведомости (20 минут)

#### Задание 7. Составление дефектной ведомости.

1. Студенты заполняют бланк дефектной ведомости на основании выявленных неисправностей.

2. В дефектной ведомости указывают:

- наименование узла или детали;
- выявленный дефект (характер неисправности);
- фактический размер (если измеряли);
- класс неисправности (1-й, 2-й или 3-й);
- заключение: годен, ремонт или замена.

3. Подписывают дефектную ведомость у мастера.

#### Пример дефектной ведомости:

| № | Наименование детали      | Чертежный размер | Фактический размер | Класс     | Характер дефекта  | Заключение           |
|---|--------------------------|------------------|--------------------|-----------|-------------------|----------------------|
| 1 | Автосцепка (большой зуб) | 152 мм           | 147 мм             | 3-й класс | Износ зуба        | Замена (наплавка)    |
| 2 | Автосцепка (малый зуб)   | 45 мм            | 39 мм              | 3-й класс | Износ зуба        | Замена (наплавка)    |
| 3 | Замок                    | 2–5 мм           | 6 мм               | 2-й класс | Увеличенный зазор | Ремонт (регулировка) |
| 4 | Корпус автосцепки        | Отсутствует      | Отсутствует        | 1-й класс | Годен             | Годен                |

### 3.2.3. Заключительная часть (20 минут)

#### 1. Контрольное выполнение задания (10 минут):

Каждый студент получает индивидуальную карточку-задание с описанием состояния автосцепки (или фото). Задание:

- Определить класс неисправности (1-й, 2-й или 3-й);
- Заполнить дефектную ведомость;
- Определить способ устранения каждой неисправности.

#### 2. Разбор типичных ошибок (5 минут):

| Ошибка                                    | Пояснение                          | Способ исправления                              |
|-------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Неправильное измерение длины зуба         | Смещение штангенциркуля            | Повторить измерение, контролируя параллельность |
| Игнорирование трещин                      | Трещина может привести к аварии    | Обязательный осмотр с увеличением               |
| Путаница между 1-м и 2-м классом          | Неправильная оценка износа         | Уточнить по таблице норм                        |
| Неправильная запись в дефектной ведомости | Путаница между «ремонт» и «замена» | Уточнить по ПТЭ                                 |

#### 3. Подведение итогов (3–5 минут):

- Оценка работы группы.
- Выставление оценок.
- Домашнее задание.

#### 4. Оценочные материалы

##### 4.1. Оценочный лист

| Критерий                                          | Оценка (0–5) |
|---------------------------------------------------|--------------|
| 1. Знание устройства автосцепки                   |              |
| 2. Правильность выбора измерительного инструмента |              |
| 3. Правильность проведения измерений              |              |
| 4. Выявление неисправностей                       |              |
| 5. Определение класса неисправности               |              |
| 6. Заполнение дефектной ведомости                 |              |
| 7. Определение способов устранения                |              |
| 8. Соблюдение техники безопасности                |              |
| <b>Итого</b>                                      | <b>0–40</b>  |

### Шкала перевода баллов в оценку:

| Баллы | Оценка                |
|-------|-----------------------|
| 32–40 | «отлично»             |
| 24–31 | «хорошо»              |
| 16–23 | «удовлетворительно»   |
| 0–15  | «неудовлетворительно» |

#### 4.2. Контрольные вопросы для самопроверки

1. Назовите основные элементы автосцепки СА-3.
2. Какие неисправности автосцепки вы знаете?
3. Какие средства измерения используются для контроля автосцепки?
4. Каковы допустимые пределы износа большого зуба?
5. Как выявляется трещина в корпусе автосцепки?
6. Как классифицируются неисправности автосцепных устройств?
7. Чем отличается 2-й класс от 3-го класса неисправности?
8. Как оформить дефектную ведомость на автосцепку?
9. Каковы правила безопасности при обслуживании автосцепки?
10. Какие способы устранения неисправностей применяются?

#### 5. Домашнее задание

1. Изучить устройство автосцепки СА-3 по учебнику и конспекту.
2. Повторить допустимые нормы износа автосцепки по ПТЭ.
3. Составить дефектную ведомость на заданную неисправность (по фото или описанию) – **индивидуальное задание**.
4. Подготовить сообщение «Методы восстановления автосцепок СА-3» – **по желанию**.

#### 6. Приложение: Памятка для студентов

##### ПАМЯТКА «Дефектовка автосцепки СА-3»

##### Порядок действий:

1. **Очистка** автосцепки от грязи и смазки.
2. **Визуальный осмотр**: трещины, износ зубьев, деформации.
3. **Измерение** большого и малого зубьев (штангенциркулем).
4. **Проверка** зазора в замке (щупом).
5. **Проверка** центрирующего прибора (отклонение от оси).
6. **Определение класса неисправности** (1-й, 2-й, 3-й).
7. **Заполнение дефектной ведомости** с заключением (годен, ремонт, замена).

### Практическое занятие № 5

**Тема:** «Выявление неисправностей дизелей и определение способов их устранения. Выявление правильности работы регуляторов дизелей и их регулировка»

**1. Цель:** Сформировать у студентов практические навыки выявления неисправностей дизельных двигателей, определения способов их устранения, а также проверки и регулировки регуляторов дизелей

**Время:** 4 академических часа (180 минут)

### Формируемые компетенции

| Код компетенции | Формулировка                                                                                                                                                |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ОК 01</b>    | Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам                                                           |
| <b>ОК 02</b>    | Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности |
| <b>ОК 04</b>    | Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде                                                                                              |
| <b>ПК 1.1</b>   | Выявлять неисправности основных узлов оборудования и механизмов подвижного состава                                                                          |
| <b>ПК 1.2</b>   | Проводить демонтаж, монтаж, сборку и регулировку узлов и механизмов подвижного состава                                                                      |
| <b>ПК 1.3</b>   | Проводить ремонт узлов, механизмов и изготовление отдельных деталей подвижного состава                                                                      |

## 2. Теоретическая часть

### 2.1. Общие сведения о дизельных двигателях тепловозов

**Дизельный двигатель** – поршневой двигатель внутреннего сгорания с воспламенением от сжатия, являющийся основным источником механической энергии на тепловозах.

#### Основные узлы дизеля:

| Узел                                            | Назначение                                                                                          |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Кривошипно-шатунный механизм (КШМ)</b>       | Преобразование возвратно-поступательного движения поршней во вращательное движение коленчатого вала |
| <b>Газораспределительный механизм (ГРМ)</b>     | Обеспечение своевременного открытия и закрытия впускных и выпускных клапанов                        |
| <b>Топливная аппаратура</b>                     | Подача топлива в цилиндры (ТНВД, форсунки)                                                          |
| <b>Система смазки</b>                           | Смазка трущихся деталей, отвод тепла                                                                |
| <b>Система охлаждения</b>                       | Отвод тепла от двигателя                                                                            |
| <b>Система воздухообеспечения (турбонаддув)</b> | Подача воздуха для сгорания топлива                                                                 |
| <b>Регулятор</b>                                | Автоматическое поддержание заданной частоты вращения коленчатого вала                               |

| Узел                | Назначение                                  |
|---------------------|---------------------------------------------|
| Пусковое устройство | Запуск дизеля (стартер, пусковой двигатель) |

## 2.2. Основные неисправности дизелей и их признаки

| № | Неисправность                        | Признаки                                                | Причина                                                                                   |
|---|--------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Падение мощности                     | Снижение скорости, тягового усилия                      | Износ ЦПГ, неисправность ТНВД, засорение топливных фильтров                               |
| 2 | Перегрев двигателя                   | Температура охлаждающей жидкости $> 85^{\circ}\text{C}$ | Неисправность термостата, недостаток воды, забитые соты радиатора                         |
| 3 | Повышенный расход топлива            | Расход выше нормы                                       | Износ ТНВД, засорение форсунок, неправильная регулировка                                  |
| 4 | Дымный выхлоп                        | Чёрный дым, синий дым, белый дым                        | Неполное сгорание, износ маслоотражательных колпачков                                     |
| 5 | Стуки в двигателе                    | Металлические звуки, глухие удары                       | Износ подшипников КШМ, увеличенные зазоры в ГРМ                                           |
| 6 | Неустойчивая работа на холостом ходу | Плавание оборотов, остановка                            | Неисправность регулятора, неравномерная подача топлива                                    |
| 7 | Низкое давление масла                | Давление $< 2,5 \text{ кгс/см}^2$                       | Износ масляного насоса, утечка масла                                                      |
| 8 | Затруднённый пуск                    | Длительное проворачивание, отсутствие запуска           | Неисправность пускового устройства, низкая компрессия, неисправность топливной аппаратуры |

## 2.3. Регулятор дизеля: назначение и неисправности

**Регулятор дизеля** – автоматическое устройство, поддерживающее заданную частоту вращения коленчатого вала дизеля при изменении нагрузки путём изменения подачи топлива.

### Типы регуляторов:

| Тип                         | Особенности                            |
|-----------------------------|----------------------------------------|
| Механические (центробежные) | Работают на основе центробежных грузов |

| Тип            | Особенности                                  |
|----------------|----------------------------------------------|
| Пневматические | Используют разрежение во впускном коллекторе |
| Гидравлические | Используют давление масла                    |
| Электронные    | Управляются микропроцессором                 |

#### Основные неисправности регуляторов:

| Неисправность              | Проявление                               | Способы устранения                     |
|----------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------|
| Нестабильность оборотов    | Плавание частоты вращения                | Регулировка зазоров, очистка элементов |
| Зависание оборотов         | Обороты не снижаются при сбросе нагрузки | Замена пружин, ремонт механизма        |
| Снижение чувствительности  | Медленная реакция на изменение нагрузки  | Регулировка, замена изношенных деталей |
| Не работает в одном режиме | Отказ при определённых оборотах          | Диагностика, ремонт механизма          |

#### 2.4. Параметры работы дизеля и допустимые значения

| Параметр                         | Допустимое значение           | Примечание                      |
|----------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Температура охлаждающей жидкости | 75–85°C                       | Максимум 90°C                   |
| Давление масла                   | 2,5–4,5 кгс/см <sup>2</sup>   | Минимум 2,0 кгс/см <sup>2</sup> |
| Частота вращения холостого хода  | 400–500 об/мин                | По типу дизеля                  |
| Частота вращения полной мощности | 1000–1500 об/мин              | По типу дизеля                  |
| Расход топлива                   | По технической характеристике | По данным завода-изготовителя   |
| Температура выхлопных газов      | 450–550°C                     | По показаниям термометра        |

### 3. Практическая часть

#### 3.1. Оснащение

| №  | Наименование                                          | Количество         |
|----|-------------------------------------------------------|--------------------|
| 1  | Макет (или реальный) дизельного двигателя (разрезной) | 1–2 шт.            |
| 2  | Регулятор дизеля (макет или реальный)                 | 1–2 шт.            |
| 3  | Штангенциркуль ШЦ-1                                   | по числу студентов |
| 4  | Набор щупов                                           | 2–3 шт.            |
| 5  | Термометр (пирометр)                                  | 1–2 шт.            |
| 6  | Манометр для измерения давления масла                 | 1 шт.              |
| 7  | Прибор для проверки форсунок                          | 1 шт.              |
| 8  | Плакат «Устройство дизеля тепловоза»                  | 2 шт.              |
| 9  | Плакат «Регулятор дизеля»                             | 2 шт.              |
| 10 | Бланки дефектных ведомостей                           | по числу студентов |
| 11 | Инструкция по регулировке регулятора                  | по числу студентов |
| 12 | Техническая документация (чертежи, нормы)             | 2–3 шт.            |

### **3.2. Порядок проведения занятия**

#### **3.2.1. Вводная часть (10 минут)**

1. Проверка готовности студентов.
2. Объявление темы и целей занятия.
3. Инструктаж по технике безопасности:
  - не касаться нагретых частей;
  - при работе с топливной аппаратурой соблюдать осторожность;
  - работать в спецодежде и рукавицах.
4. Актуализация знаний:
  - Каковы основные узлы дизельного двигателя?
  - Какие неисправности дизелей вы знаете?
  - Каково назначение регулятора дизеля?
  - Какие параметры работы дизеля контролируются?
  - Каковы допустимые нормы давления масла и температуры?

#### **3.2.2. Основная часть (60 минут)**

##### **Этап 1. Изучение устройства дизеля (15 минут)**

##### **Задание 1. Идентификация узлов дизеля.**

Студенты подходят к макету дизельного двигателя и находят следующие узлы:

- блок цилиндров;
- поршни, шатуны, коленчатый вал;

- головка блока цилиндров;
- клапаны (впускной, выпускной);
- топливный насос высокого давления (ТНВД);
- форсунка;
- масляный насос;
- водяной насос;
- турбокомпрессор;
- регулятор.

**Задание 2. Зарисовка схемы дизеля с указанием основных узлов.**

**Задание 3. Изучение допустимых параметров работы.**

Студенты знакомятся с технической документацией и таблицей допустимых параметров:

| Параметр               | Допустимое значение         |
|------------------------|-----------------------------|
| Температура воды       | 75–85°C                     |
| Давление масла         | 2,5–4,5 кгс/см <sup>2</sup> |
| Обороты холостого хода | 400–500 об/мин              |
| Обороты нагрузки       | 1000–1500 об/мин            |

**Этап 2. Выявление неисправностей дизеля (25 минут)**

**Задание 4. Визуальный осмотр дизеля.**

Студенты осматривают макет дизеля и выявляют видимые дефекты (подтёки масла, топлива, повреждения, ослабления). Записывают выявленные дефекты.

**Задание 5. Проверка параметров работы.**

1. Проверяют **температуру** (по показаниям термометра) – фиксируют.
2. Проверяют **давление масла** (по показаниям манометра) – фиксируют.
3. Проверяют **частоту вращения** (по тахометру) – фиксируют.
4. Проверяют **характер выхлопа** (цвет, плотность) – фиксируют.

**Результаты заносятся в таблицу:**

| Параметр         | Фактическое значение    | Норма     | Отклонение | Заключение        |
|------------------|-------------------------|-----------|------------|-------------------|
| Температура воды | 88°C                    | 75–85°C   | +3°C       | Перегрев          |
| Давление масла   | 2,0 кгс/см <sup>2</sup> | 2,5–4,5   | -0,5       | Низкое давление   |
| Обороты ХХ       | 450 об/мин              | 400–500   | 0          | Норма             |
| Цвет выхлопа     | Чёрный                  | Без цвета | -          | Неполное сгорание |

**Задание 6. Определение класса неисправности.**

Студенты определяют **класс неисправности**:

| Класс     | Характер неисправности                      |
|-----------|---------------------------------------------|
| 1-й класс | Отсутствие дефектов, допустимые параметры   |
| 2-й класс | Незначительные отклонения (регулировка, ТО) |
| 3-й класс | Критические отклонения (требуется ремонт)   |

### Этап 3. Проверка и регулировка регулятора (20 минут)

#### Задание 7. Изучение устройства регулятора.

Студенты рассматривают макет регулятора дизеля, изучают его устройство:

- центробежные грузы;
- пружина;
- рычаги;
- тяги к ТНВД.

#### Задание 8. Проверка работы регулятора.

1. Проверяют **чувствительность регулятора** – изменение оборотов при изменении положения рычага управления.
2. Проверяют **равномерность хода** – отсутствие плавания оборотов.
3. Проверяют **зазоры** (щупами) в механизме регулятора.

#### Задание 9. Регулировка регулятора.

Студенты выполняют регулировку регулятора (на макете):

1. Устанавливают минимальные обороты холостого хода (регулирующим винтом).
2. Проверяют максимальные обороты (ограничитель).
3. Регулируют натяжение пружины (при необходимости).

#### Результаты заносятся в таблицу:

| Параметр           | Фактическое значение | Норма        | Отклонение | Заключение |
|--------------------|----------------------|--------------|------------|------------|
| Обороты ХХ (мин)   | 450 об/мин           | 400–500      | 0          | Норма      |
| Обороты ХХ (макс)  | 1500 об/мин          | 1400–1500    | 0          | Норма      |
| Равномерность хода | Норма                | 10–20 об/мин | 0          | Норма      |

### Этап 4. Оформление дефектной ведомости (5 минут)

#### Задание 10. Составление дефектной ведомости.

1. Студенты заполняют бланк дефектной ведомости на основании выявленных неисправностей.
2. В дефектной ведомости указывают:
  - наименование узла или детали;
  - выявленный дефект (характер неисправности);
  - фактический параметр;

- класс неисправности (1-й, 2-й или 3-й);
  - заключение: годен, ремонт или замена.
3. Подписывают дефектную ведомость у мастера.

**Пример дефектной ведомости:**

| № | Наименование узла    | Фактический параметр    | Норма       | Класс         | Характер дефекта  | Заключение                       |
|---|----------------------|-------------------------|-------------|---------------|-------------------|----------------------------------|
| 1 | Система охлаждения   | 88°C                    | 75–85°C     | 2-й класс     | Перегрев          | Ремонт (проверка термостата)     |
| 2 | Система смазки       | 2,0 кгс/см <sup>2</sup> | 2,5–4,5     | 2-й класс     | Низкое давление   | Ремонт (замена масляного насоса) |
| 3 | Топливная аппаратура | Чёрный дым              | Без цвета   | 2-й класс     | Неполное сгорание | Ремонт (проверка форсунок)       |
| 4 | Регулятор            | 450 об/мин              | 40<br>0–500 | 1<br>-й класс | Норма             | Годе<br>н                        |

**3.2.3. Заключительная часть (20 минут)**

**1. Контрольное выполнение задания (10 минут):**

Каждый студент получает индивидуальную карточку-задание с описанием состояния дизеля. Задание:

- Определить класс неисправности (1-й, 2-й или 3-й);
- Заполнить дефектную ведомость;
- Определить способ устранения каждой неисправности.

**2. Разбор типичных ошибок (5 минут):**

| Ошибка                                        | Пояснение                             | Способ исправления                   |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| Неправильная оценка цвета выхлопа             | Чёрный дым – неполное сгорание        | Проверка форсунок                    |
| Игнорирование низкого давления масла          | Приводит к разрушению двигателя       | Срочная диагностика масляной системы |
| Путаница в оборотах холостого хода и нагрузки | Разные режимы работы                  | Уточнить по документации             |
| Неправильное определение класса неисправности | Путаница между 1-м, 2-м и 3-м классом | Уточнить по таблице                  |

**3. Подведение итогов (3–5 минут):**

- Оценка работы группы.
- Выставление оценок.
- Домашнее задание.

#### 4. Оценочные материалы

##### 4.1. Оценочный лист

| Критерий                                 | Оценка (0–5) |
|------------------------------------------|--------------|
| 1. Знание устройства дизеля              |              |
| 2. Правильность выявления неисправностей |              |
| 3. Правильность проверки регулятора      |              |
| 4. Определение класса неисправности      |              |
| 5. Заполнение дефектной ведомости        |              |
| 6. Определение способов устранения       |              |
| 7. Регулировка регулятора                |              |
| 8. Соблюдение техники безопасности       |              |
| <b>Итого</b>                             | <b>0–40</b>  |

##### Шкала перевода баллов в оценку:

| Баллы | Оценка                |
|-------|-----------------------|
| 32–40 | «отлично»             |
| 24–31 | «хорошо»              |
| 16–23 | «удовлетворительно»   |
| 0–15  | «неудовлетворительно» |

##### 4.2. Контрольные вопросы для самопроверки

1. Назовите основные узлы дизельного двигателя.
2. Какие неисправности дизелей вы знаете?
3. Каковы допустимые параметры работы дизеля?
4. Как выявляется перегрев дизеля?
5. Как проверяется давление масла?
6. Каково назначение регулятора дизеля?
7. Какие неисправности регулятора вы знаете?
8. Как выполняется регулировка регулятора?
9. Как классифицируются неисправности дизелей?
10. Какие способы устранения неисправностей применяются?

#### 5. Домашнее задание

1. Изучить устройство дизеля по учебнику и конспекту.
2. Повторить допустимые параметры работы дизеля.
3. Составить дефектную ведомость на заданную неисправность (по описанию) – **индивидуальное задание.**
4. Подготовить сообщение «Способы регулировки регуляторов дизелей» – **по желанию.**

#### **6. Приложение: Памятка для студентов**

##### **ПАМЯТКА «Дефектовка дизеля»**

##### **Порядок действий:**

1. **Визуальный осмотр:** подтёки масла, топлива, повреждения.
2. **Проверка параметров:** температура воды, давление масла.
3. **Проверка выхлопа:** цвет, плотность.
4. **Проверка работы регулятора:** обороты, чувствительность.
5. **Определение класса неисправности** (1-й, 2-й, 3-й).
6. **Заполнение дефектной ведомости** с заключением (годен, ремонт, замена).

#### **Практическое занятие № 6**

**Тема: «Определение экономичности работы дизелей и настройка работы топливной аппаратуры. Определение качества ремонта дизелей и проведение реостатных испытаний»**

**1. Цель:** Сформировать у студентов практические навыки определения экономичности работы дизелей, настройки топливной аппаратуры, определения качества ремонта дизелей и проведения реостатных испытаний

**Время: 4 академических часа (180 минут)**

##### **Формируемые компетенции**

| <b>Код компетенции</b> | <b>Формулировка</b>                                                                                                                                         |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ОК 01</b>           | Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам                                                           |
| <b>ОК 02</b>           | Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности |
| <b>ОК 04</b>           | Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде                                                                                              |
| <b>ПК 1.1</b>          | Выявлять неисправности основных узлов оборудования и механизмов подвижного состава                                                                          |
| <b>ПК 1.2</b>          | Проводить демонтаж, монтаж, сборку и регулировку узлов и механизмов подвижного состава                                                                      |
| <b>ПК 1.3</b>          | Проводить ремонт узлов, механизмов и изготовление отдельных деталей подвижного состава                                                                      |

## **2. Теоретическая часть**

### **2.1. Экономичность работы дизеля: понятие и показатели**

**Экономичность дизеля** – это способность двигателя эффективно преобразовывать тепловую энергию топлива в механическую работу при минимальном расходе топлива и потерях.

**Основные показатели экономичности:**

| Показатель                                        | Определение                                              | Единица измерения |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------|
| <b>Удельный расход топлива (<math>g_e</math>)</b> | Расход топлива на единицу мощности в единицу времени     | г/кВт·ч           |
| <b>Эффективный КПД (<math>\eta_e</math>)</b>      | Отношение полезной работы к затраченной тепловой энергии | %                 |
| <b>Расход топлива на холостом ходу</b>            | Расход при минимальной частоте вращения                  | кг/ч              |
| <b>Равномерность подачи топлива по цилиндрам</b>  | Отклонение подачи топлива в разные цилиндры              | %                 |

**Факторы, влияющие на экономичность:**

| Фактор                           | Влияние                                          |
|----------------------------------|--------------------------------------------------|
| Состояние топливной аппаратуры   | Неисправные форсунки → перерасход топлива        |
| Компрессия в цилиндрах           | Низкая компрессия → неполное сгорание            |
| Давление наддува                 | Низкое давление → снижение мощности              |
| Температура охлаждающей жидкости | Перегрев или недогрев → снижение КПД             |
| Качество смазки                  | Загрязнённое масло → повышенное трение           |
| Регулировка регулятора           | Неправильная настройка → нестабильность оборотов |

**Нормативы удельного расхода топлива:**

| Тип дизеля              | Удельный расход топлива (г/кВт·ч) |
|-------------------------|-----------------------------------|
| 2Д100, 10Д100           | 190–210                           |
| ПД1М, ПД2М              | 185–200                           |
| Д49 (Коломенский завод) | 190–205                           |
| Современные дизели      | 180–195                           |

## 2.2. Топливная аппаратура и её настройка

**Назначение топливной аппаратуры:** подача топлива в цилиндры дизеля в определённое время и в определённом количестве.

### Основные элементы топливной аппаратуры:

| Элемент                                  | Назначение                                              |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Топливный насос высокого давления (ТНВД) | Создание высокого давления и подача топлива к форсункам |
| Форсунка                                 | Распыление топлива в цилиндре                           |
| Фильтр тонкой очистки                    | Очистка топлива от механических примесей и воды         |
| Топливопровод высокого давления          | Подача топлива от ТНВД к форсункам                      |
| Ограничитель максимальных оборотов       | Предотвращение превышения допустимой частоты вращения   |

### Параметры настройки топливной аппаратуры:

| Параметр                                        | Допустимое значение         |
|-------------------------------------------------|-----------------------------|
| Давление впрыска (форсунка)                     | 250–350 кгс/см <sup>2</sup> |
| Угол опережения впрыска                         | 12–18° до ВМТ               |
| Равномерность подачи топлива по цилиндрам       | ±3%                         |
| Производительность ТНВД (за 100 ходов плунжера) | По чертежу                  |

## 2.3. Реостатные испытания дизелей

**Реостатные испытания** – испытания дизеля на специальном стенде с электрическим реостатом (тормозом), позволяющие определить мощность, экономичность и другие параметры.

### Основные этапы реостатных испытаний:

| Этап                                     | Содержание                                                    |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 1. Подготовка                            | Проверка систем, прогрев дизеля                               |
| 2. Холостой ход                          | Проверка работы на холостом ходу                              |
| 3. Нагрузочная характеристика            | Испытание при различных нагрузках (25, 50, 75, 100% мощности) |
| 4. Определение удельного расхода топлива | Замер расхода топлива при различных нагрузках                 |

| Этап                               | Содержание                   |
|------------------------------------|------------------------------|
| 5. Проверка регулировки регулятора | Оценка стабильности оборотов |

**Параметры, контролируемые при реостатных испытаниях:**

| Параметр                    | Контрольное значение          |
|-----------------------------|-------------------------------|
| Мощность (кВт)              | По нагрузочной характеристике |
| Частота вращения (об/мин)   | 400–1500                      |
| Температура воды            | 75–85°C                       |
| Давление масла              | 2,5–4,5 кгс/см <sup>2</sup>   |
| Удельный расход топлива     | По паспорту                   |
| Температура выхлопных газов | 450–550°C                     |
| Дымность                    | ≤ 40% по шкале Бош            |

**3. Практическая часть**

**3.1. Оснащение**

| №  | Наименование                                     | Количество         |
|----|--------------------------------------------------|--------------------|
| 1  | Стенд для реостатных испытаний (макет или схема) | 1 шт.              |
| 2  | Макет топливной аппаратуры (ТНВД + форсунки)     | 2–3 шт.            |
| 3  | Прибор для проверки форсунок                     | 1 шт.              |
| 4  | Манометр для проверки давления впрыска           | 1 шт.              |
| 5  | Тахометр (электронный)                           | 1–2 шт.            |
| 6  | Термометр (пирометр)                             | 1–2 шт.            |
| 7  | Мерный бачок для расхода топлива                 | 1 шт.              |
| 8  | Плакат «Топливная аппаратура дизеля»             | 2 шт.              |
| 9  | Плакат «Схема реостатных испытаний»              | 2 шт.              |
| 10 | Бланки протоколов испытаний                      | по числу студентов |
| 11 | Инструкция по реостатным испытаниям              | по числу студентов |

| №  | Наименование                              | Количество |
|----|-------------------------------------------|------------|
| 12 | Техническая документация (чертежи, нормы) | 2–3 шт.    |

### 3.2. Порядок проведения занятия

#### 3.2.1. Вводная часть (10 минут)

1. Проверка готовности студентов.
2. Объявление темы и целей занятия.
3. Инструктаж по технике безопасности:
  - не касаться нагретых частей;
  - при работе с топливной аппаратурой соблюдать осторожность;
  - при работе на стенде соблюдать правила работы с электрооборудованием;
  - работать в спецодежде и рукавицах.
4. Актуализация знаний:
  - Что такое экономичность дизеля?
  - Каковы основные показатели экономичности?
  - Из каких элементов состоит топливная аппаратура?
  - Каковы параметры настройки топливной аппаратуры?
  - Что такое реостатные испытания?

#### 3.2.2. Основная часть (60 минут)

##### Этап 1. Определение экономичности работы дизеля (15 минут)

##### Задание 1. Расчёт удельного расхода топлива.

Студенты получают исходные данные (мощность дизеля, расход топлива, время испытаний). Задание: рассчитать удельный расход топлива и оценить экономичность.

##### Пример расчёта:

- Мощность дизеля:  $N_e = 1200$  кВт
- Расход топлива за 1 час:  $G = 240$  кг
- Удельный расход топлива:  $g_e = G / N_e = 240 / 1200 = 0,2$  кг/кВт·ч = 200 г/кВт·ч
- Норма: 190–210 г/кВт·ч → экономичность соответствует норме

##### Задание 2. Оценка экономичности по параметрам.

Студенты по заданным параметрам (температура, дымность) делают вывод об экономичности:

| Параметр                    | Значение              | Оценка                |
|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Температура выхлопных газов | $> 600^\circ\text{C}$ | Перерасход топлива    |
| Цвет выхлопа                | Чёрный                | Неполное сгорание     |
| Расход топлива              | Выше нормы            | Требуется регулировка |

##### Этап 2. Настройка топливной аппаратуры (20 минут)

##### Задание 3. Изучение устройства ТНВД и форсунок.

Студенты знакомятся с устройством топливной аппаратуры на макетах:

- плунжерная пара;
- нагнетательный клапан;

- распылитель форсунки;
- пружина форсунки.

#### **Задание 4. Проверка форсунок (на имитаторе).**

1. Проверяют герметичность форсунки (отсутствие подтеканий).
2. Проверяют давление начала впрыска (с помощью прибора).
3. Оценивают качество распыления (струя должна быть мелкодисперсной).

**Результаты заносятся в таблицу:**

| Параметр            | Норма                       | Фактическое значение    | Заключение |
|---------------------|-----------------------------|-------------------------|------------|
| Давление впрыска    | 250–350 кгс/см <sup>2</sup> | 280 кгс/см <sup>2</sup> | Норма      |
| Качество распыления | Мелкодисперсная струя       | Норма                   | Годен      |
| Герметичность       | Отсутствие подтеканий       | Норма                   | Годен      |

#### **Задание 5. Регулировка форсунки.**

Студенты выполняют регулировку форсунки на имитаторе:

1. Откручивают регулировочный винт.
2. Устанавливают требуемое давление (по манометру).
3. Контролируют качество распыления.
4. Затягивают контргайку.

#### **Этап 3. Реостатные испытания (25 минут)**

##### **Задание 6. Изучение схемы реостатных испытаний.**

Студенты знакомятся со схемой стенда для реостатных испытаний:

- реостат (тормоз);
- измерительные приборы;
- система охлаждения;
- система отвода выхлопных газов.

##### **Задание 7. Проведение реостатных испытаний (имитация).**

1. Студенты получают протокол испытаний.
2. По заданным данным заполняют протокол:
  - нагрузка 25%, 50%, 75%, 100% мощности;
  - частота вращения, температура, давление масла, температура воды.

##### **Пример протокола реостатных испытаний:**

| № | Параметр         | Ед. изм. | 25% | 50% | 75%  | 100% |
|---|------------------|----------|-----|-----|------|------|
| 1 | Мощность         | кВт      | 300 | 600 | 900  | 1200 |
| 2 | Частота вращения | об/мин   | 700 | 950 | 1200 | 1450 |
| 3 | Температура воды | °С       | 60  | 75  | 82   | 88   |

| № | Параметр                | Ед. изм.            | 25% | 50% | 75% | 100% |
|---|-------------------------|---------------------|-----|-----|-----|------|
| 4 | Давление масла          | кгс/см <sup>2</sup> | 3,5 | 4,0 | 4,2 | 4,5  |
| 5 | Удельный расход топлива | г/кВт·ч             | 220 | 205 | 195 | 210  |
| 6 | Дымность                | %                   | 10  | 15  | 20  | 30   |

#### **Задание 8. Анализ результатов.**

Студенты анализируют результаты испытаний:

- определяют мощность при номинальной частоте вращения;
- сравнивают удельный расход топлива с нормой;
- выявляют отклонения от допустимых значений.

#### **Этап 4. Оформление документации (5 минут)**

##### **Задание 9. Составление заключения о качестве ремонта.**

1. Студенты заполняют бланк **протокола реостатных испытаний** (часть 2).
2. В протоколе указывают:
  - данные испытаний;
  - выявленные отклонения;
  - заключение о качестве ремонта.

##### **Пример заключения:**

Заключение: дизель 10Д100 после ремонта № 3 прошел реостатные испытания. Номинальная мощность при номинальной частоте вращения (1450 об/мин) составила 1200 кВт. Удельный расход топлива при номинальной мощности – 210 г/кВт·ч (норма 190–210 г/кВт·ч). Отклонений не выявлено. Дизель признан годным к эксплуатации.

#### **3.2.3. Заключительная часть (20 минут)**

##### **1. Контрольное выполнение задания (10 минут):**

Каждый студент получает **индивидуальную карточку-задание** с исходными данными (мощность, расход топлива, параметры испытаний). Задание:

- Рассчитать удельный расход топлива;
- Оценить экономичность дизеля;
- Заполнить протокол реостатных испытаний;
- Сделать заключение о качестве ремонта.

##### **2. Разбор типичных ошибок (5 минут):**

| Ошибка                                | Пояснение                         | Способ исправления             |
|---------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| Неправильный расчёт удельного расхода | Путаница в единицах измерения     | Проверить формулу              |
| Игнорирование температуры выхлопа     | Приводит к перегреву              | Контролировать по протоколу    |
| Неправильная оценка экономичности     | Сравнение с неверными нормативами | Использовать паспортные данные |
| Неправильное заполнение протокола     | Пропуск обязательных полей        | Использовать образец           |

### 3. Подведение итогов (3–5 минут):

- Оценка работы группы.
- Выставление оценок.
- Домашнее задание.

### 4. Оценочные материалы

#### 4.1. Оценочный лист

| Критерий                                      | Оценка (0–5) |
|-----------------------------------------------|--------------|
| 1. Знание показателей экономичности           |              |
| 2. Правильность расчёта удельного расхода     |              |
| 3. Настройка топливной аппаратуры             |              |
| 4. Проведение реостатных испытаний (имитация) |              |
| 5. Заполнение протокола испытаний             |              |
| 6. Анализ результатов и выводы                |              |
| 7. Определение качества ремонта               |              |
| 8. Соблюдение техники безопасности            |              |
| <b>Итого</b>                                  | <b>0–40</b>  |

#### Шкала перевода баллов в оценку:

| Баллы | Оценка                |
|-------|-----------------------|
| 32–40 | «отлично»             |
| 24–31 | «хорошо»              |
| 16–23 | «удовлетворительно»   |
| 0–15  | «неудовлетворительно» |

#### 4.2. Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что такое экономичность дизеля?
2. Каковы основные показатели экономичности?
3. Как рассчитывается удельный расход топлива?
4. Каковы допустимые значения удельного расхода топлива?
5. Какие элементы входят в топливную аппаратуру?
6. Каковы параметры настройки форсунок?
7. Что такое реостатные испытания?
8. Какие параметры контролируются при реостатных испытаниях?

9. Как оценивается качество ремонта дизеля?
10. Каковы правила безопасности при реостатных испытаниях?

#### **5. Домашнее задание**

1. Изучить методику расчёта удельного расхода топлива.
2. Повторить параметры настройки топливной аппаратуры.
3. Составить протокол реостатных испытаний по заданным данным – индивидуальное задание.
4. Подготовить сообщение «Современные методы диагностики дизелей» – по желанию.

#### **6. Приложение: Памятка для студентов**

##### **ПАМЯТКА «Реостатные испытания дизеля»**

##### **Порядок проведения испытаний:**

1. Прогрев дизеля до рабочей температуры.
2. Проверка работы на холостом ходу.
3. Нагрузка 25% мощности – замер параметров.
4. Нагрузка 50% мощности – замер параметров.
5. Нагрузка 75% мощности – замер параметров.
6. Нагрузка 100% мощности – замер параметров.
7. Обработка результатов и заключение.

##### **Параметры контроля:**

- Мощность (кВт)
- Частота вращения (об/мин)
- Температура воды (°С)
- Давление масла (кгс/см<sup>2</sup>)
- Удельный расход топлива (г/кВт·ч)
- Дымность (%)

#### **Практическое занятие № 7**

**Тема: «Определение конструктивных особенностей тяговых двигателей и определение способов устранения неисправностей»**

**1. Цель:** Сформировать у студентов практические навыки определения конструктивных особенностей тяговых электродвигателей (ТЭД), выявления их неисправностей и определения способов их устранения

**Время: 4 академических часа (180 минут)**

##### **Формируемые компетенции**

| <b>Код компетенции</b> | <b>Формулировка</b>                                                                                                                                         |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ОК 01</b>           | Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам                                                           |
| <b>ОК 02</b>           | Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности |
| <b>ОК 04</b>           | Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде                                                                                              |

| <b>Код компетенции</b> | <b>Формулировка</b>                                                                    |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ПК 1.1</b>          | Выявлять неисправности основных узлов оборудования и механизмов подвижного состава     |
| <b>ПК 1.2</b>          | Проводить демонтаж, монтаж, сборку и регулировку узлов и механизмов подвижного состава |
| <b>ПК 1.3</b>          | Проводить ремонт узлов, механизмов и изготовление отдельных деталей подвижного состава |

## **2. Теоретическая часть**

### **2.1. Назначение и принцип действия тягового электродвигателя**

**Тяговый электродвигатель (ТЭД)** — основная машина, приводящая в движение тепловоз или электровоз. Он предназначен для преобразования электрической энергии в механическую и передачи вращающего момента на колёсные пары.

**Принцип действия ТЭД** основан на взаимодействии магнитного поля главных полюсов и тока в обмотке якоря, в результате чего возникает вращающий момент, передаваемый через зубчатую передачу на колёсную пару.

### **2.2. Конструктивные особенности тяговых двигателей**

Тяговый электродвигатель постоянного тока (например, НБ-418К6) состоит из следующих основных частей:

| <b>Элемент</b>           | <b>Назначение</b>                                     | <b>Конструктивные особенности</b>                                                                                                                                                |
|--------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Остов</b>             | Корпус двигателя, одновременно служит магнитопроводом | Отливается из стали с высокими магнитными свойствами, имеет горловины для подшипниковых щитов, кронштейны для крепления моторно-осевых подшипников и подвески ТЭД к раме тележки |
| <b>Главные полюса</b>    | Создание основного магнитного потока                  | Состоят из сердечника и катушки обмотки возбуждения, крепятся к остову болтами. Могут иметь компенсационную обмотку для уменьшения реакции якоря                                 |
| <b>Добавочные полюса</b> | Улучшение коммутации                                  | Расположены между главными полюсами, имеют меньшие размеры                                                                                                                       |
| <b>Якорь</b>             | Вращающаяся часть, в которой индуцируется ЭДС         | Состоит из сердечника (набранного из листов электротехнической стали), обмотки, коллектора и вала. В пазы сердечника укладывается обмотка якоря                                  |
| <b>Коллектор</b>         | Распределение тока по обмотке якоря                   | Набран из медных пластин, изолированных друг от друга и от вала                                                                                                                  |

| Элемент                   | Назначение                                                        | Конструктивные особенности                             |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <b>Щёточный аппарат</b>   | Съём тока с коллектора                                            | Включает щёткодержатели и щётки, закреплён на траверсе |
| <b>Подшипниковые щиты</b> | Закрытие торцевых горловин остова и установка якорных подшипников | Защищают двигатель от попадания загрязнений            |

#### Типы подвешивания ТЭД:

- **Опорно-осевое** — двигатель опирается на ось колёсной пары через моторно-осевые подшипники. Наиболее распространено на грузовых локомотивах.
- **Опорно-рамное** — двигатель закреплён на раме тележки. Применяется на пассажирских тепловозах для снижения неподрессоренной массы.

#### 2.3. Основные неисправности тяговых двигателей и их причины

| № | Вид неисправности                       | Признаки                       | Основные причины                                                                                |
|---|-----------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | <b>Понижение сопротивления изоляции</b> | Утечка тока, пробой обмоток    | Попадание грязи, масла, влаги; механическое повреждение изоляции; старение изоляции             |
| 2 | <b>Разрушение подшипников</b>           | Стук, вибрация, заклинивание   | Несвоевременная смазка, износ, превышение частоты вращения якоря при буксовании                 |
| 3 | <b>Перегрев подшипников</b>             | Нагрев корпуса выше 80°C       | Недостаток или загрязнение смазки, нарушение регулировки, износ деталей                         |
| 4 | <b>Искрение на коллекторе</b>           | Яркое искрение, подгар пластин | Загрязнение коллектора, износ щёток, ослабление пружин щёткодержателей, неправильная коммутация |
| 5 | <b>Подгар коллектора</b>                | Тёмные или обгоревшие пластины | Плохой контакт щёток, перегрузка, нарушение коммутации                                          |
| 6 | <b>Обрыв обмотки якоря</b>              | Потеря мощности, вибрация      | Перегрузка, старение изоляции, механическое повреждение                                         |
| 7 | <b>Межвитковое замыкание</b>            | Нагрев обмоток, снижение КПД   | Перегрев, старение изоляции, попадание влаги                                                    |
| 8 | <b>Ослабление крепления полюсов</b>     | Стук в двигателе               | Вибрация, несвоевременная подтяжка болтов                                                       |

| №  | Вид неисправности                  | Признаки                               | Основные причины                                                       |
|----|------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 9  | <b>Попадание влаги и грязи</b>     | Снижение изоляции, коррозия            | Негерметичность люков, повреждение уплотнений, некачественная продувка |
| 10 | <b>Круговой огонь на коллектре</b> | Сильная дуга по поверхности коллектора | Резкое изменение нагрузки, боксование, нарушение коммутации            |

#### 2.4. Способы устранения неисправностей

| Неисправность                    | Способы устранения                                                                                    |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Понижение сопротивления изоляции | Сушка обмоток, очистка от грязи и масла, замена повреждённой изоляции                                 |
| Разрушение подшипников           | Замена подшипников, проверка и регулировка смазки                                                     |
| Искрение на коллекторе           | Протирка коллектора, замена щёток, регулировка щёткодержателей, проточка коллектора при необходимости |
| Подгар коллектора                | Шлифовка или проточка коллектора, удаление заусенцев между пластинами                                 |
| Обрыв обмотки якоря              | Замена обмотки или якоря в сборе (в депо)                                                             |
| Ослабление крепления полюсов     | Подтяжка болтов, проверка момента затяжки                                                             |
| Попадание влаги и грязи          | Продувка сжатым воздухом, проверка и замена уплотнений                                                |
| Круговой огонь на коллекторе     | Сушка, проверка коммутации, замена щёток, проточка коллектора                                         |

### 3. Практическая часть

#### 3.1. Оснащение

| № | Наименование                                                       | Количество         |
|---|--------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1 | Макет (или реальный) тягового электродвигателя (НБ-418К6, ЭД-118А) | 1–2 шт.            |
| 2 | Разрезной макет ТЭД для изучения внутреннего устройства            | 1 шт.              |
| 3 | Штангенциркуль ШЦ-1                                                | по числу студентов |

| №  | Наименование                                            | Количество         |
|----|---------------------------------------------------------|--------------------|
| 4  | Индикатор часового типа                                 | 1–2 шт.            |
| 5  | Мегаомметр (для имитации проверки изоляции)             | 1 шт.              |
| 6  | Набор щупов                                             | 2–3 шт.            |
| 7  | Плакат «Устройство тягового двигателя постоянного тока» | 2 шт.              |
| 8  | Плакат «Неисправности ТЭД и их причины»                 | 2 шт.              |
| 9  | Бланки дефектных ведомостей                             | по числу студентов |
| 10 | Инструкция по дефектовке ТЭД                            | по числу студентов |
| 11 | Техническая документация (чертежи, допуски)             | 2–3 шт.            |

### **3.2. Порядок проведения занятия**

#### **3.2.1. Вводная часть (10 минут)**

1. Проверка готовности студентов.
2. Объявление темы и целей занятия.
3. Инструктаж по технике безопасности:
  - не касаться токоведущих частей (при работе с макетом);
  - при работе с измерительным инструментом соблюдать осторожность;
  - работать в спецодежде (рукавицы, обувь);
  - соблюдать правила электробезопасности при проверке изоляции.
4. Актуализация знаний:
  - Каково назначение тягового двигателя?
  - Из каких основных частей состоит ТЭД?
  - Какие неисправности ТЭД вы знаете?
  - Каковы причины искрения на коллекторе?
  - Какие средства измерения используются для контроля состояния ТЭД?

#### **3.2.2. Основная часть (60 минут)**

##### **Этап 1. Изучение конструктивных особенностей ТЭД (15 минут)**

##### **Задание 1. Идентификация узлов ТЭД.**

Студенты подходят к макету тягового электродвигателя, находят и называют следующие элементы:

- остов (корпус);
- главные полюса (с обмоткой);
- добавочные полюса;
- якорь (сердечник, обмотка, вал, вентилятор);
- коллектор;
- щёточный аппарат (траверса, щёткодержатели, щётки);
- подшипниковые щиты (со стороны коллектора и противокolleкторная);
- моторно-осевые подшипники (на корпусе);
- раструб для входа охлаждающего воздуха;
- кронштейны подвески.

**Задание 2. Определение типа подвешивания.**

По макету (или схеме) студенты определяют тип подвешивания ТЭД (опорно-осевое или опорно-рамное). Объясняют конструктивные особенности каждого типа .

**Задание 3. Зарисовка схемы ТЭД** с указанием основных узлов и путей охлаждающего воздуха.

**Этап 2. Выявление неисправностей ТЭД (25 минут)****Задание 4. Визуальный осмотр ТЭД.**

Студенты осматривают макет ТЭД и выявляют видимые дефекты:

- состояние коллектора (нагар, подгар, царапины);
- состояние щёток (износ, сколы);
- состояние изоляции проводов (трещины, оголения);
- состояние уплотнений (подтёки масла);
- состояние креплений (ослабление болтов).

**Результаты заносятся в таблицу:**

| № | Осматриваемый узел        | Выявленный дефект              |
|---|---------------------------|--------------------------------|
| 1 | Коллектор                 | Подгар пластин, следы искрения |
| 2 | Щётки                     | Износ до предельного размера   |
| 3 | Изоляция выводов          | Трещины на изоляции            |
| 4 | Крепление щёткодержателей | Ослабление болтов              |

**Задание 5. Проверка параметров ТЭД.**

1. Проверяют зазор между щётками и коллектором (щупом) .
2. Проверяют состояние коллектора (наличие подгара, заусенцев).
3. Измеряют биение коллектора (индикатором часового типа) .

**Результаты заносятся в таблицу:**

| Параметр              | Фактическое значение | Норма          | Отклонение | Заключение            |
|-----------------------|----------------------|----------------|------------|-----------------------|
| Зазор щётка-коллектор | 0,5 мм               | 0,2–0,3 мм     | +0,2 мм    | Требуется регулировка |
| Биение коллектора     | 0,08 мм              | $\leq 0,05$ мм | +0,03 мм   | Требуется проточка    |
| Длина щёток           | 30 мм                | $\geq 35$ мм   | -5 мм      | Замена                |

**Задание 6. Определение класса неисправности.**

Студенты определяют класс неисправности ТЭД:

|                  |                                                    |
|------------------|----------------------------------------------------|
| Класс            | Характер неисправности                             |
| <b>1-й класс</b> | Отсутствие дефектов, допустимый износ              |
| <b>2-й класс</b> | Незначительные дефекты (ремонт без снятия ТЭД)     |
| <b>3-й класс</b> | Критические дефекты (требуется выкатка и разборка) |

### Этап 3. Определение способов устранения неисправностей (15 минут)

#### Задание 7. Подбор способов устранения.

Студенты по выявленным неисправностям определяют способы их устранения:

| Неисправность                     | Способ устранения                           |
|-----------------------------------|---------------------------------------------|
| Подгар коллектора                 | Проточка коллектора на станке, шлифовка     |
| Износ щёток                       | Замена щёток, регулировка нажатия           |
| Ослабление крепления              | Подтяжка болтов с контролем момента затяжки |
| Снижение изоляции                 | Сушка обмоток, очистка от грязи             |
| Ослабление пружин щёткодержателей | Замена пружин, регулировка                  |

#### Задание 8. Составление технологической последовательности ремонта.

Студенты составляют последовательность ремонта ТЭД:

1. Демонтаж ТЭД с локомотива (выкатка колёсно-моторного блока).
2. Очистка и продувка ТЭД.
3. Визуальный осмотр и дефектовка узлов.
4. Ремонт или замена дефектных узлов.
5. Сборка ТЭД.
6. Испытания (проверка сопротивления изоляции, проверка работы под напряжением).
7. Установка ТЭД на локомотив.

### Этап 4. Оформление дефектной ведомости (5 минут)

#### Задание 9. Составление дефектной ведомости.

Студенты заполняют бланк дефектной ведомости на основании выявленных неисправностей. В ведомости указывают:

- наименование узла или детали;
- выявленный дефект (характер неисправности);
- фактический размер (если измеряли);
- класс неисправности (1-й, 2-й или 3-й);
- заключение: годен, ремонт или замена.

**Пример дефектной ведомости:**

| № | Наименование детали       | Фактический параметр | Норма          | Класс     | Характер дефекта     | Заключение          |
|---|---------------------------|----------------------|----------------|-----------|----------------------|---------------------|
| 1 | Коллектор                 | Биение 0,08 мм       | $\leq 0,05$ мм | 2-й класс | Биение коллектора    | Проточка и шлифовка |
| 2 | Щётки                     | 30 мм                | $\geq 35$ мм   | 2-й класс | Износ щёток          | Замена              |
| 3 | Крепление щёткодержателей | Ослаблено            | Затянуто       | 2-й класс | Ослабление крепления | Подтяжка болтов     |
| 4 | Изоляция выводов          | Трещины              | Отсутствует    | 2-й класс | Повреждение изоляции | Замена изоляции     |

**3.2.3. Заключительная часть (20 минут)**

**1. Контрольное выполнение задания (10 минут):**

Каждый студент получает **индивидуальную карточку-задание** с фотографией или описанием состояния ТЭД. Задание:

- Определить конструктивные особенности ТЭД;
- Выявить неисправности;
- Определить способ устранения каждой неисправности;
- Заполнить дефектную ведомость.

**2. Разбор типичных ошибок (5 минут):**

| Ошибка                                         | Пояснение                        | Способ исправления                                           |
|------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Путаница между главными и добавочными полюсами | Разное назначение                | Главные — для магнитного потока, добавочные — для коммутации |
| Неправильное определение причины искрения      | Может быть несколько причин      | Проверять комплексно: коллектор, щётки, пружины, коммутация  |
| Игнорирование состояния изоляции               | Приводит к пробоям               | Обязательная проверка мегаомметром                           |
| Неправильное определение класса неисправности  | Путаница между 2-м и 3-м классом | Уточнить по технической документации                         |

**3. Подведение итогов (3–5 минут):**

- Оценка работы группы.
- Выставление оценок.
- Домашнее задание.

**4. Оценочные материалы**

**4.1. Оценочный лист**

| <b>Критерий</b>                                          | <b>Оценка (0–5)</b> |
|----------------------------------------------------------|---------------------|
| 1. Знание устройства ТЭД                                 |                     |
| 2. Правильность выявления неисправностей                 |                     |
| 3. Правильность использования измерительного инструмента |                     |
| 4. Определение класса неисправности                      |                     |
| 5. Заполнение дефектной ведомости                        |                     |
| 6. Определение способов устранения                       |                     |
| 7. Соблюдение техники безопасности                       |                     |
| <b>Итого</b>                                             | <b>0–35</b>         |

**Шкала перевода баллов в оценку:**

| <b>Баллы</b> | <b>Оценка</b>         |
|--------------|-----------------------|
| 28–35        | «отлично»             |
| 21–27        | «хорошо»              |
| 14–20        | «удовлетворительно»   |
| 0–13         | «неудовлетворительно» |

**4.2. Контрольные вопросы для самопроверки**

1. Каково назначение тягового электродвигателя?
2. Из каких основных частей состоит ТЭД?
3. Каково назначение главных полюсов? Добавочных полюсов?
4. Каково устройство коллектора?
5. Какие неисправности ТЭД наиболее характерны?
6. Каковы причины искрения на коллекторе?
7. Как проверяется сопротивление изоляции ТЭД?
8. Каковы причины разрушения подшипников?
9. В чём отличие опорно-осевого подвешивания от опорно-рамного?
10. Каковы правила безопасности при ремонте ТЭД?

**5. Домашнее задание**

1. Изучить устройство тягового двигателя по учебнику и конспекту.
2. Повторить основные неисправности ТЭД и способы их устранения.
3. Составить дефектную ведомость на заданную неисправность (по описанию)

– индивидуальное задание.

4. Подготовить сообщение «Современные тяговые двигатели: асинхронные и синхронные» – по желанию.

#### **6. Приложение: Памятка для студентов**

##### **ПАМЯТКА «Дефектовка тягового электродвигателя»**

###### **Порядок действий:**

1. **Очистка** ТЭД от грязи, масла, пыли (продувка сжатым воздухом).
2. **Визуальный осмотр:** коллектор, щётки, изоляция, крепления.
3. **Проверка зазоров** (щупами, индикатором).
4. **Проверка сопротивления изоляции** (мегаомметром).
5. **Выявление неисправностей** по внешним признакам.
6. **Определение класса неисправности** (1-й, 2-й, 3-й).
7. **Заполнение дефектной ведомости** с заключением (годен, ремонт, замена).

###### **Основные неисправности ТЭД:**

- Искрение на коллекторе → проверка щёток, коллектора, коммутации.
- Понижение изоляции → сушка, очистка, замена изоляции.
- Разрушение подшипников → замена подшипников, проверка смазки.
- Биение коллектора → проточка коллектора.

#### **Практическое занятие № 8**

**Тема: «Определение конструкции вспомогательных электрических машин и определение способов устранения неисправностей»**

**1. Цель:** Сформировать у студентов практические навыки определения конструктивных особенностей вспомогательных электрических машин (ВЭМ), выявления их неисправностей и определения способов их устранения

**Время: 4 академических часа (180 минут)**

##### **Формируемые компетенции**

| <b>Код компетенции</b> | <b>Формулировка</b>                                                                                                                                         |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ОК 01</b>           | Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам                                                           |
| <b>ОК 02</b>           | Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности |
| <b>ОК 04</b>           | Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде                                                                                              |
| <b>ПК 1.1</b>          | Выявлять неисправности основных узлов оборудования и механизмов подвижного состава                                                                          |
| <b>ПК 1.2</b>          | Проводить демонтаж, монтаж, сборку и регулировку узлов и механизмов подвижного состава                                                                      |
| <b>ПК 1.3</b>          | Проводить ремонт узлов, механизмов и изготовление отдельных деталей подвижного состава                                                                      |

#### **2. Теоретическая часть**

##### **2.1. Назначение и классификация вспомогательных электрических машин**

**Вспомогательные электрические машины (ВЭМ)** — это электрические машины, обеспечивающие работу вспомогательных агрегатов и систем локомотива, не связанных непосредственно с тягой.

**Назначение ВЭМ:**

- привод компрессоров (для подачи сжатого воздуха в тормозную систему и пневматические устройства);
- привод вентиляторов (для охлаждения тяговых двигателей, трансформатора, резисторов и кабин);
- привод насосов (топливных, масляных, водяных, для систем охлаждения и смазки);
- привод генераторов (для зарядки аккумуляторных батарей и питания цепей управления);
- привод стеклоочистителей, отопления кабин, кондиционирования и др.

**Классификация ВЭМ по роду тока:**

| Тип                            | Особенности                                                       | Применение                                              |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Машины постоянного тока</b> | Питание от контактной сети или аккумуляторов, простота управления | Компрессоры, вентиляторы (на тепловозах и электровозах) |
| <b>Машины переменного тока</b> | Более надёжны, меньше износ, простота конструкции                 | Вспомогательные приводы на современных локомотивах      |

**Классификация ВЭМ по назначению:**

| Группа                        | Назначение                                                    | Примеры                                  |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| <b>Компрессорные агрегаты</b> | Подача сжатого воздуха в тормозную систему и пневмоустройства | Мотор-компрессор КТ-6, КТ-6Э, ЭК-7В      |
| <b>Вентиляторные агрегаты</b> | Охлаждение ТЭД, трансформатора, резисторов                    | Мотор-вентилятор ВА-22, ВА-23            |
| <b>Насосные агрегаты</b>      | Подача топлива, масла, воды                                   | Мотор-насос топливный, масляный, водяной |
| <b>Генераторы</b>             | Зарядка АКБ, питание цепей управления                         | Генератор постоянного тока П-91, П-92    |
| <b>Прочие агрегаты</b>        | Стеклоочистители, отопление кабины, кондиционирование         | Мотор стеклоочистителя                   |

**2.2. Конструктивные особенности вспомогательных электрических машин**

Несмотря на разнообразие ВЭМ, их конструкция имеет общие элементы с тяговыми двигателями, но меньшие размеры и мощность.

### Основные элементы ВЭМ:

| Элемент                                                                                                  | Назначение                                        | Особенности                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Остов (корпус)</b>                                                                                    | Несущая конструкция, защита от загрязнений        | Меньших размеров, чем у ТЭД, может быть литым или сварным                                                                                |
| <b>Обмотка статора (для машин переменного тока) или обмотка возбуждения (для машин постоянного тока)</b> | Создание магнитного поля                          | У машин переменного тока — на статоре, у машин постоянного тока — на главных полюсах                                                     |
| <b>Ротор (якорь)</b>                                                                                     | Вращающаяся часть                                 | Меньших размеров, чем у ТЭД, с обмоткой и коллектором (у машин постоянного тока) или короткозамкнутым ротором (у машин переменного тока) |
| <b>Подшипниковые узлы</b>                                                                                | Обеспечение вращения ротора                       | Как правило, качения (шариковые или роликовые)                                                                                           |
| <b>Система вентиляции</b>                                                                                | Охлаждение машины                                 | Принудительная (от вентилятора) или естественная                                                                                         |
| <b>Щёточный аппарат</b>                                                                                  | Съём тока с коллектора (у машин постоянного тока) | Меньших размеров, чем у ТЭД                                                                                                              |
| <b>Уплотнения</b>                                                                                        | Герметизация узлов                                | Предотвращение попадания грязи и влаги                                                                                                   |

### 2.3. Основные неисправности ВЭМ и их причины

| № | Вид неисправности                                          | Признаки                       | Основные причины                                            |
|---|------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 1 | <b>Понижение сопротивления изоляции</b>                    | Утечка тока, пробой обмоток    | Попадание грязи, масла, влаги; старение изоляции            |
| 2 | <b>Перегрев обмоток</b>                                    | Нагрев корпуса выше нормы      | Перегрузка, недостаточное охлаждение, межвитковое замыкание |
| 3 | <b>Разрушение подшипников</b>                              | Стук, вибрация, заклинивание   | Недостаток или загрязнение смазки, износ                    |
| 4 | <b>Искрение на коллекторе (для машин постоянного тока)</b> | Яркое искрение, подгар пластин | Загрязнение коллектора, износ щёток, ослабление пружин      |

| № | Вид неисправности                  | Признаки                    | Основные причины                                                 |
|---|------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------------|
| 5 | <b>Не запускается</b>              | Двигатель не вращается      | Обрыв в цепи питания, неисправность пускового реле, заклинивание |
| 6 | <b>Повышенный шум или вибрация</b> | Посторонние звуки           | Ослабление креплений, износ подшипников, дисбаланс               |
| 7 | <b>Ослабление крепления</b>        | Вибрация, стук              | Несвоевременная подтяжка болтов                                  |
| 8 | <b>Попадание влаги и грязи</b>     | Снижение изоляции, коррозия | Негерметичность люков, повреждение уплотнений                    |

#### 2.4. Способы устранения неисправностей

| Неисправность                    | Способы устранения                                                                   |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Понижение сопротивления изоляции | Сушка обмоток, очистка от грязи и масла, замена повреждённой изоляции                |
| Перегрев обмоток                 | Проверка системы вентиляции, устранение перегрузки, замена обмотки при необходимости |
| Разрушение подшипников           | Замена подшипников, проверка и замена смазки                                         |
| Искрение на коллекторе           | Протирка коллектора, замена щёток, регулировка щёткодержателей                       |
| Не запускается                   | Проверка питания, проверка пускового реле, устранение заклинивания                   |
| Повышенный шум или вибрация      | Подтяжка креплений, замена подшипников, балансировка                                 |
| Ослабление крепления             | Подтяжка болтов с контролем момента затяжки                                          |
| Попадание влаги и грязи          | Очистка, продувка, замена уплотнений, герметизация                                   |

### 3. Практическая часть

#### 3.1. Оснащение

| № | Наименование                                                             | Количество |
|---|--------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1 | Макеты (или реальные) ВЭМ: мотор-компрессор, мотор-вентилятор, генератор | 2–3 шт.    |

| №  | Наименование                                             | Количество         |
|----|----------------------------------------------------------|--------------------|
| 2  | Разрезные макеты ВЭМ для изучения внутреннего устройства | 1–2 шт.            |
| 3  | Штангенциркуль ШЦ-1                                      | по числу студентов |
| 4  | Набор щупов                                              | 2–3 шт.            |
| 5  | Мегаомметр (для имитации проверки изоляции)              | 1 шт.              |
| 6  | Плакат «Вспомогательные электрические машины локомотива» | 2 шт.              |
| 7  | Плакат «Неисправности ВЭМ и их причины»                  | 2 шт.              |
| 8  | Бланки дефектных ведомостей                              | по числу студентов |
| 9  | Инструкция по дефектовке ВЭМ                             | по числу студентов |
| 10 | Техническая документация (чертежи, допуски)              | 2–3 шт.            |

### **3.2. Порядок проведения занятия**

#### **3.2.1. Вводная часть (10 минут)**

1. Проверка готовности студентов.
2. Объявление темы и целей занятия.
3. **Инструктаж по технике безопасности:**
  - не касаться токоведущих частей (при работе с макетом);
  - при работе с измерительным инструментом соблюдать осторожность;
  - работать в спецодежде (рукавицы, обувь);
  - соблюдать правила электробезопасности при проверке изоляции.
4. **Актуализация знаний:**
  - Каково назначение вспомогательных электрических машин?
  - Какие ВЭМ устанавливаются на локомотивах?
  - Какие неисправности ВЭМ вы знаете?
  - Каковы отличия ВЭМ от тяговых двигателей?
  - Какие средства измерения используются для контроля состояния ВЭМ?

#### **3.2.2. Основная часть (60 минут)**

##### **Этап 1. Изучение конструктивных особенностей ВЭМ (15 минут)**

##### **Задание 1. Идентификация узлов ВЭМ.**

Студенты подходят к макетам ВЭМ (мотор-компрессор, мотор-вентилятор, генератор) и находят следующие элементы:

- остов (корпус);
- статор (обмотка);
- ротор (якорь);
- подшипниковые узлы;
- вентилятор (если есть);
- коллектор и щёточный аппарат (у машин постоянного тока);
- выводные клеммы.

## Задание 2. Определение типа ВЭМ по внешнему виду.

Студенты по внешнему виду и маркировке определяют тип ВЭМ:

- **мотор-компрессор** (КТ-6, КТ-6Э) — наличие компрессорной части;
- **мотор-вентилятор** (ВА-22, ВА-23) — наличие вентилятора на валу;
- **генератор** (П-91, П-92) — наличие щётчного аппарата и регулирующего устройства.

## Задание 3. Зарисовка схемы ВЭМ с указанием основных узлов и путей охлаждения.

### Этап 2. Выявление неисправностей ВЭМ (25 минут)

#### Задание 4. Визуальный осмотр ВЭМ.

Студенты осматривают макеты ВЭМ и выявляют видимые дефекты:

- состояние коллектора (нагар, подгар);
- состояние щёток (износ, сколы);
- состояние изоляции проводов (трещины, оголения);
- состояние уплотнений (подтёки масла);
- состояние креплений (ослабление болтов);
- состояние вентилятора (повреждения лопаток).

Результаты заносятся в таблицу:

| № | Осматриваемый узел        | Выявленный дефект   |
|---|---------------------------|---------------------|
| 1 | Коллектор                 | Подгар пластин      |
| 2 | Щётки                     | Износ до 10 мм      |
| 3 | Изоляция выводов          | Трещины на изоляции |
| 4 | Крепление щёткодержателей | Ослабление болтов   |
| 5 | Вентилятор                | Повреждение лопатки |

#### Задание 5. Проверка параметров ВЭМ.

1. Проверяют **зазор между щётками и коллектором** (щупом) — для машин постоянного тока.

2. Проверяют **состояние коллектора** (наличие подгара, заусенцев).

3. Проверяют **состояние подшипников** (нагрев, люфт).

4. Проверяют **состояние лопаток вентилятора** (повреждения).

Результаты заносятся в таблицу:

| Параметр              | Фактическое значение | Норма                   | Отклонение | Заключение              |
|-----------------------|----------------------|-------------------------|------------|-------------------------|
| Зазор щётка-коллектор | 0,4 мм               | 0,2–0,3 мм              | +0,1 мм    | Требуется регулировка   |
| Длина щёток           | 10 мм                | $\geq 15$ мм            | -5 мм      | Замена                  |
| Нагрев подшипников    | 55°C                 | $\leq 50^\circ\text{C}$ | +5°C       | Требуется замена смазки |

**Задание 6. Определение класса неисправности.**

Студенты определяют **класс неисправности ВЭМ**:

| Класс            | Характер неисправности                             |
|------------------|----------------------------------------------------|
| <b>1-й класс</b> | Отсутствие дефектов, допустимый износ              |
| <b>2-й класс</b> | Незначительные дефекты (ремонт без снятия ВЭМ)     |
| <b>3-й класс</b> | Критические дефекты (требуется выкатка и разборка) |

**Этап 3. Определение способов устранения неисправностей (15 минут)****Задание 7. Подбор способов устранения.**

Студенты по выявленным неисправностям определяют способы их устранения:

| Неисправность           | Способ устранения                           |
|-------------------------|---------------------------------------------|
| Подгар коллектора       | Протирка коллектора, шлифовка               |
| Износ щёток             | Замена щёток, регулировка нажатия           |
| Ослабление крепления    | Подтяжка болтов с контролем момента затяжки |
| Повреждение вентилятора | Замена вентилятора                          |
| Перегрев подшипников    | Замена смазки, проверка подшипников         |
| Снижение изоляции       | Сушка обмоток, очистка от грязи             |

**Задание 8. Составление технологической последовательности ремонта ВЭМ.**

Студенты составляют последовательность ремонта ВЭМ:

1. Отключение ВЭМ от сети.
2. Демонтаж ВЭМ (отсоединение креплений, проводов, патрубков).
3. Очистка и продувка ВЭМ.
4. Визуальный осмотр и дефектовка узлов.
5. Ремонт или замена дефектных узлов.
6. Сборка ВЭМ.
7. Испытания (проверка сопротивления изоляции, проверка работы под напряжением).
8. Установка ВЭМ на локомотив.

**Этап 4. Оформление дефектной ведомости (5 минут)****Задание 9. Составление дефектной ведомости.**

Студенты заполняют бланк дефектной ведомости на основании выявленных неисправностей. В ведомости указывают:

- наименование узла или детали;
- выявленный дефект (характер неисправности);
- фактический размер (если измеряли);
- класс неисправности (1-й, 2-й или 3-й);
- заключение: годен, ремонт или замена.

### Пример дефектной ведомости:

| № | Наименование детали | Фактический параметр | Норма                   | Класс     | Характер дефекта  | Заключение         |
|---|---------------------|----------------------|-------------------------|-----------|-------------------|--------------------|
| 1 | Коллектор           | Подгар пластин       | Отсутствует             | 2-й класс | Подгар коллектора | Протирка, шлифовка |
| 2 | Щётки               | 10 мм                | $\geq 15$ мм            | 2-й класс | Износ щёток       | Замена             |
| 3 | Подшипники          | Нагрев 55°C          | $\leq 50^\circ\text{C}$ | 2-й класс | Перегрев          | Замена смазки      |
| 4 | Вентилятор          | Повреждение лопатки  | Отсутствует             | 3-й класс | Мех. повреждение  | Замена             |

### 3.2.3. Заключительная часть (20 минут)

#### 1. Контрольное выполнение задания (10 минут):

Каждый студент получает **индивидуальную карточку-задание** с фотографией или описанием состояния ВЭМ. Задание:

- Определить конструктивные особенности ВЭМ;
- Выявить неисправности;
- Определить способ устранения каждой неисправности;
- Заполнить дефектную ведомость.

#### 2. Разбор типичных ошибок (5 минут):

| Ошибка                                                 | Пояснение                        | Способ исправления                                     |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Путаница между машинами постоянного и переменного тока | Разный принцип работы            | Уточнить по маркировке и конструктивным особенностям   |
| Неправильное определение причины перегрева             | Может быть несколько причин      | Проверять комплексно: нагрузка, охлаждение, подшипники |
| Игнорирование состояния вентилятора                    | Приводит к перегреву             | Обязательный осмотр и проверка крепления               |
| Неправильная оценка класса неисправности               | Путаница между 2-м и 3-м классом | Уточнить по технической документации                   |

#### 3. Подведение итогов (3–5 минут):

- Оценка работы группы.
- Выставление оценок.
- Домашнее задание.

### 4. Оценочные материалы

#### 4.1. Оценочный лист

| Критерий                                                 | Оценка (0–5) |
|----------------------------------------------------------|--------------|
| 1. Знание устройства и назначения ВЭМ                    |              |
| 2. Правильность выявления неисправностей                 |              |
| 3. Правильность использования измерительного инструмента |              |
| 4. Определение класса неисправности                      |              |
| 5. Заполнение дефектной ведомости                        |              |
| 6. Определение способов устранения                       |              |
| 7. Соблюдение техники безопасности                       |              |
| <b>Итого</b>                                             | <b>0–35</b>  |

#### Шкала перевода баллов в оценку:

| Баллы | Оценка                |
|-------|-----------------------|
| 28–35 | «отлично»             |
| 21–27 | «хорошо»              |
| 14–20 | «удовлетворительно»   |
| 0–13  | «неудовлетворительно» |

#### 4.2. Контрольные вопросы для самопроверки

1. Каково назначение вспомогательных электрических машин?
2. Какие типы ВЭМ устанавливаются на локомотивах?
3. Чем отличается мотор-компрессор от мотор-вентилятора?
4. Каковы конструктивные особенности ВЭМ?
5. Какие неисправности ВЭМ наиболее характерны?
6. Каковы причины перегрева ВЭМ?
7. Как проверяется сопротивление изоляции ВЭМ?
8. Каковы причины разрушения подшипников?
9. Чем отличается ВЭМ постоянного тока от ВЭМ переменного тока?
10. Каковы правила безопасности при ремонте ВЭМ?

#### 5. Домашнее задание

1. Изучить устройство вспомогательных электрических машин по учебнику и конспекту.
  2. Повторить основные неисправности ВЭМ и способы их устранения.
  3. Составить дефектную ведомость на заданную неисправность (по описанию)
- **индивидуальное задание.**
4. Подготовить сообщение «Современные вспомогательные электрические машины»
- **по желанию.**

## 6. Приложение: Памятка для студентов

### ПАМЯТКА «Дефектовка вспомогательной электрической машины»

#### Порядок действий:

1. **Очистка ВЭМ** от грязи, масла, пыли (продувка сжатым воздухом).
2. **Визуальный осмотр**: коллектор, щётки, изоляция, крепления, вентилятор.
3. **Проверка зазоров** (щупами).
4. **Проверка сопротивления изоляции** (мегаомметром).
5. **Выявление неисправностей** по внешним признакам.
6. **Определение класса неисправности** (1-й, 2-й, 3-й).
7. **Заполнение дефектной ведомости** с заключением (годен, ремонт, замена).

#### Основные неисправности ВЭМ:

- Искрение на коллекторе → проверка щёток, коллектора.
- Перегрев → проверка вентиляции, подшипников, нагрузки.
- Понижение изоляции → сушка, очистка, замена изоляции.
- Повреждение вентилятора → замена вентилятора.
- Разрушение подшипников → замена подшипников, проверка смазки.

## Практическое занятие № 9

### Тема: «Изучение принципа работы электропневматического вентиля»

**1. Цель:** Сформировать у студентов практические навыки изучения принципа работы, устройства электропневматических вентилях (ЭПВ), их регулировки и выявления типовых неисправностей

**Время:** 4 академических часа (180 минут)

#### Формируемые компетенции

| Код компетенции | Формулировка                                                                                                                                                |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОК 01           | Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам                                                           |
| ОК 02           | Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности |
| ОК 04           | Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде                                                                                              |
| ПК 1.1          | Выявлять неисправности основных узлов оборудования и механизмов подвижного состава                                                                          |
| ПК 1.2          | Проводить демонтаж, монтаж, сборку и регулировку узлов и механизмов подвижного состава                                                                      |
| ПК 1.3          | Проводить ремонт узлов, механизмов и изготовление отдельных деталей подвижного состава                                                                      |

## 2. Теоретическая часть

### 2.1. Назначение и классификация электропневматических вентилях

**Электропневматический клапан (ЭПК)** — это распределительное устройство, управляемое электрическим сигналом, предназначенное для дистанционного управления потоками сжатого воздуха в пневматических системах локомотива.

**Основное назначение:**

Управление подачей сжатого воздуха в тормозные цилиндры, песочницы, звуковые сигналы (тифоны), стеклоочистители и другие пневматические приводы по командам машиниста.

**Классификация ЭПК:**

| Признак                          | Тип                            | Характеристика                                                                           |
|----------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>По принципу действия</b>      | <b>Нормально закрытые (НЗ)</b> | В обесточенном состоянии перекрывают подачу воздуха (применяются в цепях безопасности).  |
|                                  | <b>Нормально открытые (НО)</b> | В обесточенном состоянии пропускают воздух (применяются, например, для сброса давления). |
| <b>По роду управляющего тока</b> | <b>Постоянного тока</b>        | Классические клапаны ЭПК-1, ЭПК-2 (напряжение 50 В, 110 В).                              |
|                                  | <b>Переменного тока</b>        | Современные модификации.                                                                 |
| <b>По числу позиций</b>          | <b>Двухпозиционные</b>         | Имеют два устойчивых состояния (Открыто/Закрыто).                                        |
|                                  | <b>Трехпозиционные</b>         | Имеют среднее положение для частичного перекрытия потока (редко).                        |

**2.2. Устройство электропневматического клапана (на примере ЭПК-1)**

Основные конструктивные элементы клапана:

- Электромагнитная часть (катушка с сердечником):** При подаче напряжения создает электромагнитное поле, которое втягивает якорь.
- Якорь (подвижный сердечник):** Шток, который механически воздействует на клапанную систему.
- Клапанная система (седло и тарелка):** Рабочий орган, который перекрывает или открывает проходные отверстия для воздуха.
- Пружина возврата:** Обеспечивает возврат якоря и клапана в исходное (безопасное) положение при снятии напряжения.
- Корпус:** Чугунный или алюминиевый, с входным и выходным патрубками.
- Входной фильтр:** Сетка для защиты клапана от загрязнений (устанавливается в штуцере).
- Выводные контакты:** Для подключения проводов управления.

**2.3. Принцип работы**

- Включение (Подача напряжения):** Ток проходит по катушке возбуждения. Магнитное поле преодолевает усилие пружины и притягивает якорь. Якорь отжимает тарелку клапана от седла. Сжатый воздух из магистрали (вход) поступает в выходное отверстие и далее к исполнительному устройству (тормозной цилиндр, песочница).

**2. Выключение (Снятие напряжения):** Магнитное поле исчезает. Пружина возвращает якорь и тарелку на седло. Подача воздуха перекрывается. Избыток воздуха из исполнительного устройства стравливается в атмосферу через специальное выпускное окно (для быстрого сброса давления).

#### 2.4. Основные неисправности ЭПВ и их причины

| № | Вид неисправности                                               | Признаки                                          | Основные причины                                                                                                                       |
|---|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | <b>Отказ включения (нет воздуха на выходе)</b>                  | Исполнительный механизм не срабатывает            | Обрыв катушки, обрыв в цепи питания, заклинивание якоря из-за грязи или коррозии, слишком низкое давление в питающей магистрали.       |
| 2 | <b>Пропуск воздуха в закрытом состоянии (неплотная посадка)</b> | Утечка воздуха в атмосферу или выходное отверстие | Попадание грязи под седло клапана, износ резиновой прокладки тарелки, ослабление пружины, залипание якоря.                             |
| 3 | <b>Повышенный нагрев катушки</b>                                | Корпус катушки горячий, запах гари                | Межвитковое замыкание в катушке, длительное питание пониженным напряжением (увеличение тока), заклинивание якоря (ток не отключается). |
| 4 | <b>Неполное открытие (уменьшенная пропускная способность)</b>   | Исполнительное устройство работает медленно       | Загрязнение внутренних каналов, засорение фильтра, неполный ход якоря из-за деформации штока.                                          |
| 5 | <b>Заклинивание якоря</b>                                       | Вентиль не переключается, гудит                   | Коррозия внутри гильзы, отсутствие смазки, попадание абразивной пыли.                                                                  |

#### 2.5. Способы устранения неисправностей

| Неисправность     | Способы устранения                                                                                         |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Отказ включения   | Проверка целостности цепи и катушки омметром. Разборка, чистка и промывка якорной системы. Замена катушки. |
| Пропуск воздуха   | Разборка, протирка седла и тарелки, замена резиновых уплотнений. Притирка клапанной пары.                  |
| Перегрев катушки  | Замена катушки. Проверка напряжения питания. Проверка механической легкости хода якоря.                    |
| Засорение фильтра | Снятие штуцера, промывка или замена фильтра продувкой.                                                     |

| Неисправность | Способы устранения                                                                                        |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Заклинивание  | Разборка, удаление коррозии, смазка направляющей втулки специальной смазкой (Циатим-201), замена пружины. |

### 3. Практическая часть

#### 3.1. Оснащение

| №  | Наименование                                                    | Количество         |
|----|-----------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1  | Стенды с электропневматическими вентилями (ЭПВ-1, ЭПВ-2, ЭПВ-4) | 3–4 шт.            |
| 2  | Разрезные макеты ЭПВ (для демонстрации внутреннего устройства)  | 1–2 шт.            |
| 3  | Стенд с источником сжатого воздуха и блоком управления (кнопки) | 1 шт.              |
| 4  | Мультиметр (цифровой)                                           | по числу студентов |
| 5  | Набор слесарного инструмента (ключи, отвертки)                  | 2–3 комплекта      |
| 6  | Компрессор или баллон со сжатым воздухом (для продувки)         | 1 шт.              |
| 7  | Плакат «Устройство и принцип работы ЭПВ»                        | 2 шт.              |
| 8  | Плакат «Пневматическая схема включения ЭПВ»                     | 2 шт.              |
| 9  | Бланки дефектных ведомостей                                     | по числу студентов |
| 10 | Инструкции по ремонту и техническому обслуживанию ЭПВ           | по числу студентов |

#### 3.2. Порядок проведения занятия

##### 3.2.1. Вводная часть (10 минут)

1. Проверка готовности студентов и выдача спецодежды.
2. Объявление темы и целей занятия.
3. **Инструктаж по технике безопасности:**
  - Проверять работу вентиля только при снятом напряжении при монтаже.
  - При подаче давления (продувке) направлять струю воздуха в сторону от окружающих и не допускать попадания в глаза.
  - При работе с мультиметром убедиться в исправности щупов и целостности изоляции.
  - Запрещается производить разборку при наличии давления в корпусе.
4. **Актуализация знаний:**
  - Для чего нужны электропневматические вентили?
  - В чем отличие нормально-закрытого вентиля от нормально-открытого?
  - Какие физические явления лежат в основе работы ЭПВ?

- Почему опасно залипание клапана в открытом состоянии в тормозной системе?

### 3.2.2. Основная часть (60 минут)

#### Этап 1. Изучение устройства и принципа работы (15 минут)

##### Задание 1. Идентификация узлов ЭПВ.

Студенты подходят к разрезным макетам и натурным образцам, находят и показывают следующие элементы:

- Катушка электромагнита и сердечник;
- Якорь (подвижная часть);
- Пружина возврата;
- Клапанная тарелка и седло (место притирки);
- Входной и выходной патрубки;
- Фильтр на входе.

##### Задание 2. Сборка электрической схемы включения.

Студенты по схеме (плюс — кнопка — катушка — минус) собирают простейшую цепь управления для одного вентиля на стенде и проверяют его срабатывание по звуку (щелчок) при нажатии кнопки.

##### Задание 3. Зарисовка условного обозначения.

Нарисовать в тетради условное графическое обозначение ЭПВ на электрических и пневматических схемах (клапан с соленоидом).

#### Этап 2. Выявление неисправностей (25 минут)

##### Задание 4. Визуальный осмотр.

Студенты осматривают вентиль и находят внешние признаки неисправностей:

- Состояние изоляции проводов и выводов.
- Наличие коррозии на корпусе или штуцерах.
- Состояние присоединительной резьбы.
- Загрязнение сетчатого фильтра (при разборе штуцера).
- Следы масла или влаги на корпусе (указывает на неплотность).

*Результаты оформляются в таблицу:*

| № | Осматриваемый узел | Выявленный дефект             |
|---|--------------------|-------------------------------|
| 1 | Выводные клеммы    | Окисление контактов           |
| 2 | Фильтр штуцера     | Засорен мелкой стружкой       |
| 3 | Корпус вентиля     | Следы потеков масла на стыках |

##### Задание 5. Проверка электрических параметров.

- **Измерение сопротивления катушки:** Подключить мультиметр (в режиме Омметр) к выводам катушки. Норма для ЭПВ-1 – примерно 100–150 Ом (зависит от напряжения). Обрыв (бесконечность) или короткое замыкание (ноль) — неисправность.
- **Проверка работы под напряжением:** Подать напряжение (имитация). Если якорь не "втягивается" или гудит — механическое заклинивание или низкое напряжение.

Результаты заносятся в таблицу:

| Параметр                | Фактическое значение | Норма        | Отклонение | Заключение                 |
|-------------------------|----------------------|--------------|------------|----------------------------|
| Сопротивление катушки   | 0 Ом (кз)            | 120 Ом       | -120 Ом    | Межвитковое КЗ (замена)    |
| Ход якоря (визуально)   | Не перемещается      | Перемещается | Заклинил   | Разборка, чистка           |
| Герметичность (на слух) | Свист воздуха        | Без шума     | Пропуск    | Замена резиновой прокладки |

#### Задание 6. Определение класса неисправности.

| Класс            | Характер неисправности                                                                                                 |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1-й класс</b> | Отсутствие дефектов, допустимый износ (работает штатно).                                                               |
| <b>2-й класс</b> | Незначительные дефекты (чистка, регулировка, подтяжка контактов, замена сетки).                                        |
| <b>3-й класс</b> | Критические дефекты (обрыв катушки, износ седла, требующий механической обработки, заклинивание с повреждением штока). |

#### Этап 3. Определение способов устранения (15 минут)

##### Задание 7. Подбор способов устранения.

| Неисправность               | Способ устранения                                                                  |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Пропуск воздуха по седлу    | Разобрать, промыть керосином, притереть клапанную тарелку к седлу пастой ГОИ.      |
| Загрязнение фильтра         | Снять, промыть в бензине, продуть сжатым воздухом.                                 |
| Окисление клемм             | Зачистить мелкой наждачной бумагой, обработать смазкой, подтянуть гайки.           |
| Заклинивание якоря          | Разобрать, удалить ржавчину, протереть гильзу ветошью, нанести тонкий слой смазки. |
| Плохое крепление кронштейна | Подтянуть крепежные болты с контролем усилия (динамометрическим ключом).           |

**Задание 8. Составление технологической последовательности ремонта ЭПВ.**

1. Обесточить цепь и отключить питающий трубопровод (перекрыть кран).
2. Стравить остаточное давление из полости.
3. Снять вентиль с кронштейна и отсоединить электрические провода.
4. Разобрать вентиль (открутить катушку, вынуть якорь и клапанную часть).
5. Очистка и дефектовка деталей.
6. Замена изношенных уплотнений и пружин (по необходимости).
7. Сборка в обратном порядке, смазка направляющих.
8. Проверка на герметичность (подача воздуха под давлением, обмыливанием).
9. Установка на локомотив.

**Этап 4. Оформление дефектной ведомости (5 минут)****Задание 9. Составление дефектной ведомости.**

| № | Наименование детали    | Фактический параметр | Норма       | Класс     | Характер дефекта      | Заключение                |
|---|------------------------|----------------------|-------------|-----------|-----------------------|---------------------------|
| 1 | Катушка электромагнита | R=0 Ом               | 120±5 Ом    | 3-й класс | Межвитковое замыкание | Замена                    |
| 2 | Клапанная тарелка      | Выработка 0.5 мм     | Отсутствует | 2-й класс | Износ резины          | Притирка/Замена прокладки |
| 3 | Входной фильтр         | Засор                | Чистый      | 2-й класс | Грязевое забитие      | Промывка, продувка        |
| 4 | Крепежные болты        | Ослаблены            | Затянуты    | 2-й класс | Вибрация              | Подтяжка                  |

**3.2.3. Заключительная часть (20 минут)****1. Контрольное выполнение задания (10 минут):**

Каждый студент получает карточку с описанием ситуации:

*"При нажатии кнопки "Песочница" в кабине машиниста давление воздуха в системе не повышается. Визуально вентиль не издает щелчка. Проверка мультиметром показывает обрыв на катушке."*

**Задание:** Определить неисправность, указать способ устранения, записать в дефектную ведомость.

**2. Разбор типичных ошибок (5 минут):**

| Ошибка                            | Пояснение                                                             | Способ исправления                                                                              |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Путаница в режимах (НЗ/НО)        | Не знают, при каком положении воздух идет, а при каком стравливается. | Смотреть маркировку и руководствоваться логикой безопасности (отпуск тормозов = обесточивание). |
| Не проверяют механическую чистоту | Ставят новую катушку на заклинивший якорь, она сгорает.               | Обязательно проверить ход штока вручную (нажатием пальцем).                                     |

| Ошибка                             | Пояснение                            | Способ исправления                                                     |
|------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| перед установкой катушки           |                                      |                                                                        |
| Игнорирование резиновых уплотнений | Считают, что резину можно не менять. | Резина дубеет и теряет герметичность. Замена обязательна при разборке. |
| Подача воздуха без затяжки корпуса | Может сорвать крышку.                | Всегда затягивать крепеж "крест-накрест" с правильным моментом.        |

### 3. Подведение итогов (3–5 минут):

- Оценка работы каждого студента.
- Ответы на вопросы.
- Выдача домашнего задания.

### 4. Оценочные материалы

#### 4.1. Оценочный лист

| Критерий                                                 | Оценка (0–5) |
|----------------------------------------------------------|--------------|
| 1. Знание устройства и принципа работы ЭПВ               |              |
| 2. Правильность электрических и пневматических измерений |              |
| 3. Правильность выявления неисправностей                 |              |
| 4. Определение класса неисправности                      |              |
| 5. Заполнение дефектной ведомости                        |              |
| 6. Определение способов устранения (технологичность)     |              |
| 7. Соблюдение техники безопасности                       |              |
| <b>Итого</b>                                             | <b>0–35</b>  |

#### Шкала перевода баллов в оценку:

| Баллы | Оценка    |
|-------|-----------|
| 28–35 | «отлично» |
| 21–27 | «хорошо»  |

| Баллы | Оценка                |
|-------|-----------------------|
| 14–20 | «удовлетворительно»   |
| 0–13  | «неудовлетворительно» |

#### 4.2. Контрольные вопросы для самопроверки

1. Для чего служит ЭПВ в тормозной системе локомотива?
2. Каков принцип работы электромагнита в вентиле?
3. Что такое "притирка" клапана и зачем она нужна?
4. Как проверить катушку на обрыв мультиметром?
5. Каковы последствия засорения сетчатого фильтра?
6. Почему смазка должна наноситься минимальным слоем?
7. Какие меры безопасности необходимо соблюдать при проверке вентилей под давлением?

#### 5. Домашнее задание

1. Изучить конструкцию и схему подключения вентилей ЭПВ-150 (для скоростных поездов).
2. Составить алгоритм проверки герметичности ЭПВ методом "обмыливания".
3. Подготовить сообщение на тему: "Применение ЭПВ в системе управления пневматическими стеклоочистителями".

#### 6. Приложение: Памятка для студентов

##### ПАМЯТКА «Проверка и ремонт электропневматического вентилей»

##### Порядок дефектовки:

1. **Внешний осмотр:** корпус, клеммы, маркировка.
2. **Электрическая проверка:** прозвонка катушки тестером (норма — десятки/сотни Ом). Проверка сопротивления изоляции (мегаомметр — не ниже 1 МОм).
3. **Механическая проверка:** нажатие на шток якоря (должен пружинить и перемещаться без заеданий).
4. **Проверка герметичности (после сборки):** подача воздуха под давлением 5–7 атм, обмыливание стыков (пузырьки не допускаются).
5. **Регулировка:** при необходимости регулировка величины хода якоря (толщина прокладок или регулировочного винта).

##### Основные правила ТБ при работе с ЭПВ:

- Перед разборкой перекрыть воздушный кран и стравить давление до «0» по манометру.
- Не прикасаться к катушке после длительной работы без проверки температуры (возможен ожог).
- Протирать детали только специальными составами (не бензином в закрытом помещении во избежание пожара).

#### Практическое занятие № 10

##### Тема: «Изучение принципа работы измерительных приборов»

1. **Цель:** Сформировать у студентов практические навыки изучения устройства, принципа работы и правил применения измерительных приборов, используемых при обслуживании и ремонте подвижного состава.

**Время: 4 академических часа (180 минут)**

## Формируемые компетенции

| Код компетенции | Формулировка                                                                                                                                                |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОК 01           | Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам                                                           |
| ОК 02           | Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности |
| ОК 04           | Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде                                                                                              |
| ПК 1.1          | Выявлять неисправности основных узлов оборудования и механизмов подвижного состава                                                                          |
| ПК 1.3          | Проводить ремонт узлов, механизмов и изготовление отдельных деталей подвижного состава                                                                      |

## 2. Теоретическая часть

### 2.1. Назначение и классификация измерительных приборов

Измерительные приборы — это средства измерений, предназначенные для получения количественной информации о параметрах технического состояния узлов и систем подвижного состава.

#### Назначение измерительных приборов в локомотивном хозяйстве:

- контроль геометрических параметров деталей (размеры, зазоры, износ);
- контроль электрических параметров (напряжение, ток, сопротивление, изоляция);
- контроль давления и температуры рабочих сред (воздух, масло, вода);
- диагностика технического состояния оборудования без разборки.

#### Классификация измерительных приборов:

| Признак классификации  | Тип                               | Примеры                                  |
|------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------|
| По измеряемой величине | Линейные (для измерения размеров) | Штангенциркуль, микрометр, щуп, линейка  |
|                        | Электрические                     | Амперметр, вольтметр, омметр, мегаомметр |
|                        | Пневматические                    | Манометр, вакуумметр                     |
|                        | Тепловые                          | Термометр, пирометр                      |
| По принципу действия   | Механические                      | Штангенциркуль, микрометр                |
|                        | Электромеханические               | Аналоговые тестеры                       |
|                        | Электронные                       | Цифровые мультиметры                     |

| Признак классификации | Тип                     | Примеры                                          |
|-----------------------|-------------------------|--------------------------------------------------|
|                       | Магнитоэлектрические    | Приборы с постоянным магнитом                    |
| По способу отсчёта    | Аналоговые (стрелочные) | Манометры, стрелочные вольтметры                 |
|                       | Цифровые                | Цифровые мультиметры, электронные штангенциркули |
| По назначению         | Контрольные             | Для проверки исправности                         |
|                       | Диагностические         | Для поиска неисправностей                        |

## 2.2. Устройство и принцип работы основных измерительных приборов

### 2.2.1. Штангенциркуль (ШЦ-1)

**Назначение:** измерение наружных и внутренних размеров, глубин отверстий с точностью до 0,1 мм.

**Устройство:**

1. Штанга с основной шкалой (в мм).
2. Рамка с нониусом (шкала для отсчёта долей миллиметра).
3. Губки для наружных измерений.
4. Губки для внутренних измерений.
5. Глубиномер (выдвижной стержень).
6. Стопорный винт для фиксации рамки.

**Принцип работы:**

Измеряемая деталь зажимается между губками. Размер определяется суммой целых миллиметров по основной шкале и долей миллиметра по нониусу. Деление нониуса, совпадающее с любым делением основной шкалы, даёт значение десятых долей мм.

### 2.2.2. Микрометр

**Назначение:** точное измерение размеров с точностью до 0,01 мм.

**Устройство:**

1. Скоба (дугобразный корпус).
2. Пятка (неподвижный упор).
3. Микрометрический винт с шагом 0,5 мм.
4. Стебель с основной шкалой.
5. Барабан с круговой шкалой (50 делений).
6. Трещотка (для постоянного усилия затяжки).

**Принцип работы:**

При вращении барабана микрометрический винт перемещается на 0,5 мм за один оборот. Барабан разделён на 50 делений, поэтому одно деление соответствует  $0,5/50 = 0,01$  мм. Результат складывается из показаний на стебле и на барабане.

### 2.2.3. Щуп

**Назначение:** измерение зазоров между деталями (клапаны, подшипники, щётки).

**Устройство:** Набор стальных калиброванных пластин различной толщины, собранных в веер.

**Принцип работы:** Зазор считается равным толщине пластины (или набора пластин), которая входит в зазор с небольшим усилием (без защемления).

#### 2.2.4. Мультиметр (цифровой и аналоговый)

**Назначение:** универсальный прибор для измерения напряжения, тока, сопротивления, проверки целостности цепей.

**Устройство:**

1. Корпус с дисплеем (цифровой) или шкалой (аналоговый).
2. Переключатель режимов и диапазонов.
3. Гнёзда для подключения щупов (COM,  $V\Omega mA$ , 10A).

**Принцип работы (цифровой):**

Измеряемый сигнал преобразуется аналого-цифровым преобразователем (АЦП) в цифровой код, который отображается на экране. В режиме измерения сопротивления прибор подаёт собственное небольшое напряжение и измеряет падение напряжения на резисторе.

**Режимы работы:**

- $V\sim$  — переменное напряжение;
- $V—$  — постоянное напряжение;
- $A\sim / A—$  — переменный/постоянный ток;
- $\Omega$  — сопротивление (прозвонка цепей);
- **Diode** — проверка диодов.

#### 2.2.5. Мегаомметр

**Назначение:** измерение сопротивления изоляции обмоток электрических машин и цепей.

**Устройство:**

1. Механический генератор (ручной или от внешнего источника).
2. Магнитоэлектрический измерительный механизм (логометр).
3. Шкала, проградуированная в мегаомах (МОм).
4. Выводные зажимы: «Линия» (Л), «Земля» (З), «Экран» (Э).

**Принцип работы:**

Ручной генератор создаёт высокое напряжение (до 500–2500 В). Это напряжение подаётся на изолирующий материал. По значению тока утечки (отклонению стрелки) судят о величине сопротивления изоляции: чем меньше ток утечки, тем выше сопротивление. Норма для тяговых двигателей и ВЭМ — не менее 1–2 МОм.

#### 2.3. Характерные погрешности при измерениях и способы их устранения

| Вид погрешности                           | Причина                                           | Способы устранения                                         |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| <b>Инструментальная</b>                   | Износ измерительных поверхностей, биение шкалы    | Регулярная поверка, калибровка, ремонт прибора             |
| <b>Субъективная (человеческий фактор)</b> | Неправильный отсчёт, параллакс, перекус прибора   | Правильная установка прибора, взгляд перпендикулярно шкале |
| <b>Методическая</b>                       | Неправильный выбор прибора для данной задачи      | Использовать прибор с соответствующей точностью            |
| <b>Температурная</b>                      | Расширение/сжатие металла при разных температурах | Вносить температурные поправки, измерять при 20°C          |
| <b>Динамическая</b>                       | Инерция стрелки при быстрых процессах             | Дождаться полной остановки стрелки                         |

### 3. Практическая часть

#### 3.1. Оснащение

| №  | Наименование                                                         | Количество         |
|----|----------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1  | Штангенциркуль ШЦ-1 (0–125 мм)                                       | по числу студентов |
| 2  | Штангенциркуль ШЦ-2 (для глубины)                                    | 2 шт.              |
| 3  | Микрометр гладкий (0–25 мм, 25–50 мм)                                | по числу студентов |
| 4  | Набор щупов № 2 (0,05–1,00 мм)                                       | по числу студентов |
| 5  | Набор щупов № 4 (0,10–2,00 мм)                                       | 3 шт.              |
| 6  | Мультиметр цифровой (DT-830 или аналог)                              | по числу студентов |
| 7  | Мегаомметр (M1101 или аналог)                                        | 1 шт.              |
| 8  | Образцы для измерения: валы, втулки, пластины, болты                 | 10–15 шт.          |
| 9  | Электрические элементы: резисторы известного номинала (для проверки) | по комплекту       |
| 10 | Плакат «Измерительный инструмент»                                    | 2 шт.              |
| 11 | Плакат «Правила чтения нониуса»                                      | 2 шт.              |
| 12 | Инструкция по работе с измерительными приборами                      | по числу студентов |
| 13 | Бланки отчётов по измерениям (таблицы)                               | по числу студентов |

#### 3.2. Порядок проведения занятия

##### 3.2.1. Вводная часть (10 минут)

1. Проверка готовности студентов к занятию.

2. Объявление темы и целей занятия.

##### 3. Инструктаж по технике безопасности:

○ При работе с микрометром не прикладывать чрезмерных усилий (можно повредить винт);

○ При работе с мегаомметром **запрещается** прикасаться к токоведущим частям во время измерения (высокое напряжение опасно для жизни);

○ После измерения мегаомметром необходимо разрядить ёмкость объекта (закоротить выводы);

○ Не допускать падения приборов на пол;

○ При работе с мультиметром не переключать режимы во время измерения.

##### 4. Актуализация знаний:

○ Какие измерительные приборы используются в депо?

○ Для чего нужна точность измерений при ремонте колёсных пар?

○ Чем отличается нониус от микрометрической шкалы?

○ Как проверить целостность цепи мультиметром?

○ Почему изоляцию проверяют высоким напряжением, а не обычным тестером?

### 3.2.2. Основная часть (60 минут)

#### Этап 1. Изучение устройства и правил работы с механическими измерительными приборами (15 минут)

##### Задание 1. Изучение устройства штангенциркуля.

Студенты берут штангенциркуль ШЦ-1 и находят:

- штангу с основной шкалой;
- нониус (подвижную шкалу);
- губки для наружных и внутренних измерений;
- глубиномер;
- стопорный винт.

Определяют цену деления нониуса (обычно 0,1 мм). Зарисовывают устройство в тетради.

##### Задание 2. Изучение устройства микрометра.

Студенты берут микрометр и находят:

- скобу, пятку, микрометрический винт;
- стебель с основной шкалой;
- барабан с круговой шкалой;
- трещотку.

Рассчитывают цену деления: шаг винта 0,5 мм / 50 делений = 0,01 мм. Зарисовывают устройство.

##### Задание 3. Изучение устройства мультиметра.

Студенты изучают переднюю панель мультиметра:

- переключатель режимов (выставляют в положение OFF по окончании работы);
- гнезда для подключения щупов;
- дисплей;
- функции ( $\Omega$ , V—, V~, A—, A~).

#### Этап 2. Выполнение измерений механическими приборами (20 минут)

##### Задание 4. Измерение штангенциркулем.

Каждый студент получает 3–4 образца деталей.

##### Порядок работы:

1. Осмотреть измерительные губки (чистота, отсутствие забоин).
2. Сдвинуть губки до контакта с деталью (без сильного нажатия).
3. Зафиксировать рамку стопорным винтом.
4. Произвести отсчёт:
  - по основной шкале — целые мм;
  - по нониусу — десятые доли мм (найти совпадающее деление).
5. Измерить: наружный диаметр, внутренний диаметр, глубину отверстия.

Результаты заносятся в таблицу:

| № | Наименование детали | Измеряемый параметр | Показание основной шкалы, мм | Показание нониуса, мм | Результат, мм |
|---|---------------------|---------------------|------------------------------|-----------------------|---------------|
| 1 | Вал                 | Наружный диаметр    | 24,0                         | 0,6                   | 24,6          |
| 2 | Втулка              | Внутренний диаметр  | 18,0                         | 0,3                   | 18,3          |

| № | Наименование детали | Измеряемый параметр | Показание основной шкалы, мм | Показание нониуса, мм | Результат, мм |
|---|---------------------|---------------------|------------------------------|-----------------------|---------------|
| 3 | Гайка               | Глубина отверстия   | 12,0                         | 0,8                   | 12,8          |

### Задание 5. Измерение микрометром.

#### Порядок работы:

1. Проверить нулевую установку (при сведённых губках показания должны быть "0").
2. Взять деталь (например, стальной стержень).
3. Развести пятку и винт, поместить деталь.
4. Вращать трещотку до характерного треска (это обеспечивает постоянное усилие).
5. Зафиксировать показания:
  - по шкале стебля — мм и 0,5 мм;
  - по шкале барабана — сотые доли мм.

*Результаты заносятся в таблицу:*

| № | Деталь      | Шкала стебля, мм    | Шкала барабана, мм | Результат, мм |
|---|-------------|---------------------|--------------------|---------------|
| 1 | Стержень №1 | $8,0 + 0,5 = 8,5$   | 0,27               | 8,77          |
| 2 | Стержень №2 | $15,0 + 0,0 = 15,0$ | 0,41               | 15,41         |

### Задание 6. Измерение зазоров щупом.

Студент получает макет с имитацией зазора (например, между электродвигателем и вентилятором).

#### Порядок работы:

1. Подобрать пластину, которая входит в зазор с лёгким сопротивлением.
2. Если одна пластина слишком тонкая (ходит свободно), а следующая не входит, зазор считается равным предыдущей.
3. Допускается использование набора пластин (суммарная толщина).

*Результат:* Зазор = 0,25 мм (записать в тетрадь).

### Этап 3. Выполнение измерений электрическими приборами (15 минут)

#### Задание 7. Измерение сопротивления мультиметром.

##### Порядок работы:

1. Перевести переключатель в положение  $\Omega$  (сопротивление) в диапазон, заведомо больший измеряемого (например, 200 Ом или 2 кОм).
2. Подключить щупы (чёрный — СОМ, красный —  $V\Omega mA$ ).
3. Замкнуть щупы между собой — убедиться, что показания близки к нулю (короткое замыкание).
4. Измерить сопротивление резисторов известного номинала.
5. Записать показания.

#### Задание 8. Проверка целостности цепи (прозвонка).

- Перевести переключатель в режим проверки диодов (значок диода) или в положение  $\Omega$ .
- Прикоснуться щупами к концам провода или катушки.

- Исправная цепь показывает сопротивление близкое к нулю (или издаёт звуковой сигнал, если есть функция "прозвонки").
- Обрыв показывает "1" (бесконечность).

*Результаты заносятся в таблицу:*

| № | Элемент              | Номинальное сопротивление | Измеренное значение | Заключение            |
|---|----------------------|---------------------------|---------------------|-----------------------|
| 1 | Резистор R1 (100 Ом) | 100 Ом                    | 101 Ом              | Исправен              |
| 2 | Резистор R2 (1 кОм)  | 1000 Ом                   | 1020 Ом             | Исправен              |
| 3 | Катушка ЭПВ          | ~150 Ом                   | Обрыв (1)           | <b>Неисправен</b>     |
| 4 | Провод монтажный     | 0 Ом                      | 0,2 Ом              | Целостность сохранена |

#### **Задание 9. Имитация проверки сопротивления изоляции (мегаомметр) – демонстрация.**

Преподаватель демонстрирует работу мегаомметра (или студенты работают под контролем):

1. Подключить зажим «З» (Земля) к корпусу электродвигателя.
2. Подключить зажим «Л» (Линия) к выводу обмотки.
3. Вращать ручку генератора с частотой ~120 об/мин.
4. Считать показания по шкале (норма > 1 МОм).
5. После измерения закоротить выводы для снятия заряда.

#### **Этап 4. Оформление отчёта и дефектовка (10 минут)**

##### **Задание 10. Заполнение дефектной ведомости по результатам измерений.**

На основе проведённых измерений студенты делают заключение о годности деталей или узлов.

| № | Наименование детали/узла      | Измеренный параметр | Норма        | Отклонение | Заключение           |
|---|-------------------------------|---------------------|--------------|------------|----------------------|
| 1 | Вал двигателя (диаметр)       | 24,6 мм             | 24,5±0,1 мм  | +0,1 мм    | Годен                |
| 2 | Втулка подшипника (вн. диам.) | 18,3 мм             | 18,0±0,05 мм | +0,3 мм    | <b>Износ, замена</b> |
| 3 | Зазор в щёточном аппарате     | 0,25 мм             | 0,2–0,3 мм   | 0,0        | Годен                |
| 4 | Сопротивление обмотки         | 1,2 МОм             | ≥ 1 МОм      | +0,2       | Годна                |

| № | Наименование детали/узла | Измеренный параметр | Норма  | Отклонение    | Заключение |
|---|--------------------------|---------------------|--------|---------------|------------|
| 5 | Резистор                 | Обрыв               | 100 Ом | Бесконечность | Замена     |

### 3.2.3. Заключительная часть (20 минут)

#### 1. Контрольное выполнение задания (10 минут):

Каждый студент получает индивидуальную карточку с заданием:

*"Вам необходимо проверить техническое состояние детали (указан параметр) и заполнить дефектную ведомость."*

#### Вариант карточки:

*Деталь: ось колёсной пары. Номинальный диаметр 150,00 мм. Допустимый износ до 149,80 мм. Фактический размер, полученный при измерении микрометром, — 149,75 мм.*

**Задание:** Определить степень износа, сделать заключение (годна к эксплуатации или требуется ремонт/замена).

#### 2. Разбор типичных ошибок (5 минут):

| Ошибка                               | Пояснение                                                       | Способ исправления                                                      |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Неправильный отсчёт по нониусу       | Студенты смотрят не на совпадающее деление, а на соседнее       | Искать деление нониуса, которое точно совпадает с риской основной шкалы |
| Перекося микрометра                  | Винт затянут "на глаз" без трещотки                             | Всегда пользоваться трещоткой до щелчка                                 |
| Неправильное подключение мультиметра | Красный щуп вставлен в гнездо для тока при измерении напряжения | Перед каждым измерением проверять положение щупов и переключателя       |
| Параллакс                            | Смотрение на стрелку или шкалу под углом                        | Смотреть строго перпендикулярно шкале                                   |
| Несоблюдение температурного режима   | Измерение горячей детали сразу после остановки                  | Дать детали остыть до комнатной температуры                             |

#### 3. Подведение итогов (3–5 минут):

- Оценка работы группы.
- Выставление оценок с учётом правильности измерений и оформления отчёта.
- Домашнее задание.

#### 4. Оценочные материалы

##### 4.1. Оценочный лист

| Критерий                                                 | Оценка (0–5) |
|----------------------------------------------------------|--------------|
| 1. Знание устройства механических измерительных приборов |              |

| Критерий                                                     | Оценка (0–5) |
|--------------------------------------------------------------|--------------|
| 2. Правильность отсчёта показаний (нониус, микрометр)        |              |
| 3. Правильность работы с мультиметром (режимы, подключение)  |              |
| 4. Точность и аккуратность при измерениях                    |              |
| 5. Правильность заполнения дефектной ведомости               |              |
| 6. Соблюдение техники безопасности (особенно с мегаомметром) |              |
| 7. Умение интерпретировать результаты измерений              |              |
| <b>Итого</b>                                                 | <b>0–35</b>  |

#### Шкала перевода баллов в оценку:

| Баллы | Оценка                |
|-------|-----------------------|
| 28–35 | «отлично»             |
| 21–27 | «хорошо»              |
| 14–20 | «удовлетворительно»   |
| 0–13  | «неудовлетворительно» |

#### 4.2. Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какова точность измерения штангенциркулем ШЦ-1?
2. Как правильно считывать показания с нониуса?
3. Что такое "цена деления" прибора и как её определить?
4. Для чего используется трещотка в микрометре?
5. Как измерить зазор между двумя поверхностями щупом?
6. Какой режим мультиметра используется для проверки целостности цепи?
7. Почему при измерении сопротивления изоляции используются высокие напряжения?
8. Каковы основные правила безопасности при работе с мегаомметром?
9. Что такое "погрешность измерения" и от чего она зависит?
10. Какие измерительные приборы запрещено использовать без своевременной проверки?

#### 5. Домашнее задание

1. Изучить устройство и принцип работы индикатора часового типа (для измерения биения валов).
2. Повторить правила перевода единиц измерения: мм → мкм; МОм → кОм.
3. Составить таблицу «Измерительные приборы слесаря по ремонту подвижного состава» с указанием измеряемых параметров и точности.
4. Подготовить сообщение на тему: «Автоматизированные диагностические комплексы (АСК) для контроля колёсных пар» — по желанию.

## 6. Приложение: Памятка для студентов

### ПАМЯТКА «Правила работы с измерительными приборами»

#### Для штангенциркуля:

- Проверить нулевое положение (при сведённых губках "0").
- Измерять без перекоса, губки должны касаться детали всей плоскостью.
- Отсчёт: целые мм по штанге, десятые по нониусу.

#### Для микрометра:

- Проверить установку на "0" (или запомнить поправку).
- Вращать только трещотку, не использовать стопорный винт для затяжки.
- Отсчёт: целые мм и 0,5 мм по стеблю, сотые по барабану.

#### Для мультиметра:

- При измерении тока подключать последовательно, напряжения — параллельно.
- Не измерять ток, если щупы вставлены в гнездо V $\Omega$ mA, но переключатель стоит в положении 10A (или наоборот).
- По окончании работы перевести переключатель в положение OFF (выключено).

#### Для мегаомметра (строго!):

- Перед подключением убедиться, что объект обесточен.
- Запрещается касаться зажимов во время вращения ручки.
- После измерения обязательно разрядить объект коротким замыканием.
- Проверять изоляцию только при сухой погоде или в сухом помещении.

## Практическое занятие № 11

### Тема: «Изучение конструкции и принципа работы контроллеров машиниста»

**1. Цель:** Сформировать у студентов практические навыки изучения конструкции, принципа работы и правил эксплуатации контроллеров машиниста, как основного органа управления локомотивом

**Время: 4 академических часа (180 минут)**

#### Формируемые компетенции

| Код компетенции | Формулировка                                                                                                                                                |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОК 01           | Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам                                                           |
| ОК 02           | Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности |
| ОК 04           | Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде                                                                                              |
| ПК 1.1          | Выявлять неисправности основных узлов оборудования и механизмов подвижного состава                                                                          |
| ПК 1.2          | Проводить демонтаж, монтаж, сборку и регулировку узлов и механизмов подвижного состава                                                                      |

## 2. Теоретическая часть

### 2.1. Назначение и классификация контроллеров машиниста

**Контроллер машиниста** — это основной многопозиционный коммутационный аппарат, с помощью которого машинист управляет режимом работы тяговых

электродвигателей или дизельного двигателя . Он преобразует действия машиниста в электрические сигналы, управляющие силовыми и вспомогательными цепями локомотива . В современных системах управление стало косвенным: контроллер управляет силовыми аппаратами, находящимися вне кабины, но традиционное название сохранилось .

**Основное назначение контроллера машиниста :**

- Управление силовой установкой (изменение мощности дизеля или тяговых электродвигателей).
- Выбор направления движения (переключение между режимами «Вперед» и «Назад»).
- Формирование команд на контакторы, реле, реверсоры и тормозные устройства.
- Обеспечение безопасности через механические блокировки, фиксацию положений и защиту от перегрузок.

**Классификация контроллеров машиниста:**

| Признак классификации | Тип                       | Характеристика                                                                                                                                                                        |
|-----------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| По способу управления | Непосредственные          | Коммутируют ток непосредственно через тяговые двигатели. Имеют много позиций (до 30) и дугогасительные устройства. Массивные (до 170 кг) . На современных локомотивах не применяются. |
|                       | Косвенные (дистанционные) | Включены в цепи управления низкого напряжения. Управляют силовыми аппаратами (контакторами, реле). Перемещение рукоятки не требует больших усилий .                                   |
| По конструкции        | Барабанные                | Упрощённая конструкция, но контакты подвержены интенсивному износу из-за трения .                                                                                                     |
|                       | Кулачковые                | Более надёжны, износ контактов меньше, так как замыкание/размыкание осуществляется пружинами, а кулачковая шайба только управляет этим процессом .                                    |

**2.2. Конструктивные особенности контроллеров машиниста (на примере КМ-84)**

Наиболее распространённым типом контроллера на отечественных магистральных электровозах является кулачковый контроллер, например, КМ-84 .

**Основные элементы конструкции :**

1. **Основание (каркас):** Состоит из верхней и нижней стальных рам, скрепленных рейками. На нём монтируются все элементы.
2. **Главный вал (переключатель):** Служит для управления режимами тяги и торможения. На валу закреплены кулачковые шайбы, воздействующие на контакторы. Имеет до 8 положений (фиксированных и нефиксированных) .
3. **Реверсивный вал (переключатель):** Предназначен для изменения направления движения и включения ступеней ослабления возбуждения тяговых двигателей. Его рукоятка, как правило, съёмная, и её можно вынуть только в нулевом положении .

4. **Тормозной вал (переключатель):** Управляет режимом реостатного торможения, обеспечивая плавное изменение тормозной силы. На валу укреплен профильная шайба, которая через поводок может быть связана с задатчиком (например, сельсином) .

5. **Кулачковые контакторы (КЭ-153):** Установлены на рейках каркаса. Каждая кулачковая шайба на валу управляет одним или двумя контакторами, замыкая или размыкая цепи управления .

6. **Механическая блокировка:** Система рычагов, пружин и дисков с фигурными вырезами, которая исключает ошибочные действия машиниста . Она обеспечивает, например, что главную рукоятку невозможно повернуть при нулевом положении реверсивной, и наоборот .

### 2.3. Принцип работы контроллера машиниста (на примере КМ-84)

Управление контроллером осуществляется тремя рукоятками: главной (штурвал), реверсивной и тормозной .

#### Положения главной рукоятки (главного вала) :

| Положение | Тип                           | Действие                                                                                         |
|-----------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| «0»       | Фиксированное                 | Отключение линейных контакторов, автоматический сброс позиций до нулевой. Нейтральное положение. |
| «БВ»      | Нефиксированное (с возвратом) | Быстрое выключение — отключение главного выключателя на всех секциях.                            |
| «АВ»      | Нефиксированное               | Автоматическое выключение позиций главного контроллера (пошаговый сброс).                        |
| «РВ»      | Фиксированное                 | Ручное выключение — сброс одной позиции.                                                         |
| «ФВ»      | Фиксированное                 | Фиксация выключения — подготовка схемы к сбросу позиции.                                         |
| «ФП»      | Фиксированное                 | Фиксация пуска — подготовка схемы к набору позиции.                                              |
| «РП»      | Фиксированное                 | Ручной пуск — набор одной позиции.                                                               |
| «АП»      | Нефиксированное (с возвратом) | Автоматический пуск — безостановочный набор позиций до нужной.                                   |

#### Положения реверсивной рукоятки (реверсивного вала):

- «0» — нулевое.
- «ПП Вперед» / «ПП Назад» — движение вперед/назад при полном возбуждении ТЭД.
- «ОП1», «ОП2», «ОП3» — ступени ослабления возбуждения (для увеличения скорости) при движении вперед.

#### Положения тормозной рукоятки (тормозного вала):

- «0» — нулевое (схема реостатного торможения разобрана).
- «П» — подготовка (схема для торможения собрана, но ток не проходит).
- «ПТ» — предварительное торможение (автоматическое нарастание тормозной силы до ~12 тс).

- «Торможение» — нефиксируемая зона для плавной регулировки тормозной силы. Крайние положения фиксированные.

#### 2.4. Основные неисправности контроллеров и их причины

| № | Вид неисправности                                        | Признаки                                                        | Основные причины                                                  |
|---|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 1 | <b>Износ или подгар контактов</b>                        | Нарушение коммутации, искрение, отказ в работе цепи управления  | Длительная работа, большие токи, ослабление пружин, вибрация.     |
| 2 | <b>Ослабление механической блокировки</b>                | Возможность перевода рукояток в недопустимые положения          | Износ рычагов, штифтов или фигурных дисков.                       |
| 3 | <b>Люфт штурвала или рукояток</b>                        | Проворачивание рукоятки без поворота вала                       | Износ шпоночного соединения или квадрата вала.                    |
| 4 | <b>Потеря упругости пружин</b>                           | Нечёткая фиксация позиций, самопроизвольный выход из положения  | Усталость металла, коррозия.                                      |
| 5 | <b>Заклинивание валов</b>                                | Рукоятка не поворачивается или поворачивается с большим усилием | Загрязнение, отсутствие смазки, деформация валов или подшипников. |
| 6 | <b>Неисправность задатчика (сельсина, потенциометра)</b> | Отсутствие или неправильный сигнал управления                   | Износ, нарушение контакта, механическое повреждение .             |

#### 2.5. Способы устранения неисправностей

| Неисправность                      | Способы устранения                                                                                         |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Износ или подгар контактов         | Зачистка контактов, замена контактов при несоответствии профилю. Замена ослабленных пружин .               |
| Ослабление механической блокировки | Замена изношенных деталей блокировки (рычагов, роликов, дисков) .                                          |
| Люфт рукояток                      | Установка латунной прокладки между отверстием рукоятки и валом. Замена изношенного шпоночного соединения . |
| Потеря упругости пружин            | Замена пружин. Временное восстановление упругости термической обработкой (закалкой) .                      |
| Заклинивание валов                 | Разборка узла, очистка, промывка, смазка подшипников и направляющих.                                       |

| Неисправность         | Способы устранения                                                                                                     |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Неисправность датчика | Проверка сопротивления (для потенциометра), проверка целостности обмотки (для сельсина). Замена неисправного элемента. |

### 3. Практическая часть

#### 3.1. Оснащение

| № | Наименование                                                       | Количество         |
|---|--------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1 | Макеты (или реальные) контроллеров машиниста (КМ-84, КМ-27)        | 2–3 шт.            |
| 2 | Разрезные макеты контроллеров для изучения внутреннего устройства  | 1–2 шт.            |
| 3 | Плакат «Контроллер машиниста КМ-84: конструкция и положения валов» | 2 шт.              |
| 4 | Плакат «Схема механической блокировки контроллера»                 | 2 шт.              |
| 5 | Набор слесарного инструмента (ключи, отвертки)                     | 2–3 комплекта      |
| 6 | Мультиметр (для проверки целостности контактов)                    | по числу студентов |
| 7 | Бланки дефектных ведомостей                                        | по числу студентов |
| 8 | Инструкция по техническому обслуживанию контроллеров машиниста     | по числу студентов |
| 9 | Техническая документация (чертежи, схемы включения)                | 2–3 шт.            |

#### 3.2. Порядок проведения занятия

##### 3.2.1. Вводная часть (10 минут)

1. Проверка готовности студентов и выдача спецодежды.

2. Объявление темы и целей занятия.

##### 3. Инструктаж по технике безопасности:

- При работе с макетом контроллера не прилагать чрезмерных усилий к рукояткам.
- Не касаться токоведущих частей (при наличии напряжения на стенде).

○ При работе с мультиметром убедиться в исправности щупов и целостности изоляции.

- Работать в спецодежде, соблюдать правила электробезопасности.

##### 4. Актуализация знаний:

- Каково назначение контроллера машиниста?
- Чем отличается косвенное управление от непосредственного?
- Какие типы контроллеров вы знаете?
- Из каких основных частей состоит контроллер КМ-84?
- Для чего нужна механическая блокировка?

### 3.2.2. Основная часть (60 минут)

#### Этап 1. Изучение конструктивных особенностей контроллера (15 минут)

##### Задание 1. Идентификация узлов контроллера.

Студенты подходят к макетам контроллеров и находят следующие элементы:

- основание (рамы и рейки);
- главный вал (с кулачковыми шайбами и контакторами);
- реверсивный вал (с кулачковыми шайбами и контакторами);
- тормозной вал (с кулачковыми шайбами и контакторами);
- главную, реверсивную и тормозную рукоятки;
- элементы механической блокировки (рычаги, пружины, диски);
- задатчик (сельсин или потенциометр).

##### Задание 2. Определение типа контроллера по внешнему виду.

Студенты по внешнему виду и маркировке определяют тип контроллера:

- КМ-84 (наличие трёх валов: главного, реверсивного и тормозного);
- КМ-27 (аналогичен КМ-84, но с уменьшенным числом контакторов и потенциометрами вместо сельсинов).

##### Задание 3. Зарисовка кинематической схемы контроллера.

Студенты зарисовывают упрощённую схему взаимодействия валов и рукояток контроллера КМ-84, указывая основные блокировки.

#### Этап 2. Изучение принципа работы и выявление неисправностей (25 минут)

##### Задание 4. Визуальный осмотр контроллера.

Студенты осматривают макеты контроллеров и выявляют видимые дефекты:

- состояние контактов (подгар, нагар, механические повреждения);
- состояние пружин (потеря упругости, видимые деформации);
- состояние кулачковых шайб (износ, трещины);
- состояние изоляции проводов;
- состояние креплений (ослабление болтов);
- люфт рукояток (проворачивание).

Результаты заносятся в таблицу:

| № | Осматриваемый узел      | Выявленный дефект             |
|---|-------------------------|-------------------------------|
| 1 | Контакты главного вала  | Подгар контактной поверхности |
| 2 | Пружины контакторов     | Ослаблены, потеря упругости   |
| 3 | Главная рукоятка        | Люфт 2°                       |
| 4 | Механическая блокировка | Износ рычага фиксации         |

##### Задание 5. Проверка работы контроллера.

Студенты с помощью мультиметра (в режиме «прозвонки») проверяют:

- Целостность контактов в различных положениях рукояток (замыкание/размыкание цепей).
- Соответствие коммутации позициям по принципиальной схеме.

##### Задание 6. Определение класса неисправности.

| Класс            | Характер неисправности                                                                                              |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1-й класс</b> | Отсутствие дефектов, допустимый износ контактов и механизмов.                                                       |
| <b>2-й класс</b> | Незначительные дефекты (зачистка контактов, регулировка, подтяжка креплений, замена пружин).                        |
| <b>3-й класс</b> | Критические дефекты (заклинивание валов, износ блокировки, требующий замены деталей, разрушение контактной группы). |

### Этап 3. Определение способов устранения неисправностей (15 минут)

#### Задание 7. Подбор способов устранения.

| Неисправность                 | Способ устранения                                                          |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Подгар контактов              | Зачистка контактов надфилем, замена контактов при несоответствии профилю . |
| Ослабление пружин контакторов | Замена пружин.                                                             |
| Люфт рукоятки                 | Установка латунной прокладки; замена шпонки.                               |
| Износ механической блокировки | Замена изношенных рычагов или дисков блокировки.                           |
| Плохое крепление кронштейна   | Подтяжка крепежных болтов с контролем усилия.                              |

#### Задание 8. Составление технологической последовательности ремонта контроллера.

1. Отключить контроллер от цепей управления.
2. Снять контроллер с пульта машиниста.
3. Демонтировать рукоятки и снять верхнюю крышку (при необходимости).
4. Произвести очистку и продувку контроллера.
5. Провести визуальный осмотр и дефектовку всех узлов.
6. Произвести ремонт или замену дефектных узлов (контактов, пружин, механизма блокировки).
7. Собрать контроллер в обратной последовательности.
8. Проверить работу всех валов на всех позициях, проверить блокировки.
9. Установить контроллер на локомотив.

### Этап 4. Оформление дефектной ведомости (5 минут)

#### Задание 9. Составление дефектной ведомости.

| № | Наименование детали    | Фактический параметр   | Норма                | Класс     | Характер дефекта            | Заключение          |
|---|------------------------|------------------------|----------------------|-----------|-----------------------------|---------------------|
| 1 | Контакты главного вала | Подгар, глубокая риска | Поверхность чистая   | 2-й класс | Износ контактов             | Зачистка/Замена     |
| 2 | Пружины КЭ             | Потеря упругости       | Соответствие таблице | 2-й класс | Усталость металла           | Замена              |
| 3 | Механизм блокировки    | Износ рычага           | Отсутствие износа    | 3-й класс | Мех. повреждение            | Замена              |
| 4 | Главная рукоятка       | Люфт 3°                | Люфт не допускается  | 2-й класс | Износ посадочного отверстия | Установка прокладки |

### 3.2.3. Заключительная часть (20 минут)

#### 1. Контрольное выполнение задания (10 минут):

Каждый студент получает индивидуальную карточку с описанием состояния контроллера. Задание:

- Определить конструктивные особенности контроллера.
- Выявить неисправности.
- Определить способ устранения каждой неисправности.
- Заполнить дефектную ведомость.

#### 2. Разбор типичных ошибок (5 минут):

| Ошибка                                   | Пояснение                                             | Способ исправления                                   |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Путаница в положениях рукояток           | Незнание назначения «АП» и «БВ»                       | Уточнить по таблице положений валов.                 |
| Неправильная оценка класса неисправности | Путаница между 2-м и 3-м классом                      | Уточнить по технической документации.                |
| Игнорирование механических блокировок    | Непонимание их роли в безопасности                    | Изучить схему блокировок и причины их износа.        |
| Неправильное определение причины люфта   | Путают износ шпоночного соединения и износ подшипника | Проверить, поворачивается ли вал вместе с рукояткой. |

#### 3. Подведение итогов (3–5 минут):

- Оценка работы группы.
- Выставление оценок.
- Домашнее задание.

#### 4. Оценочные материалы

##### 4.1. Оценочный лист

| Критерий                                            | Оценка (0–5) |
|-----------------------------------------------------|--------------|
| 1. Знание устройства и назначения контроллера       |              |
| 2. Правильность выявления неисправностей            |              |
| 3. Правильность работы с измерительным инструментом |              |
| 4. Определение класса неисправности                 |              |
| 5. Заполнение дефектной ведомости                   |              |
| 6. Определение способов устранения                  |              |
| 7. Соблюдение техники безопасности                  |              |
| <b>Итого</b>                                        | <b>0–35</b>  |

##### Шкала перевода баллов в оценку:

| Баллы | Оценка                |
|-------|-----------------------|
| 28–35 | «отлично»             |
| 21–27 | «хорошо»              |
| 14–20 | «удовлетворительно»   |
| 0–13  | «неудовлетворительно» |

##### 4.2. Контрольные вопросы для самопроверки

1. Каково назначение контроллера машиниста?
2. Чем отличается непосредственная система управления от косвенной?
3. Каково устройство кулачкового контроллера?
4. Какие положения имеет главный вал контроллера КМ-84?
5. Каково назначение реверсивной рукоятки?
6. Какие виды неисправностей характерны для контактной системы контроллера?
7. Каковы причины люфта рукояток контроллера и как их устранить?
8. Какую роль выполняет механическая блокировка валов?
9. В чем отличие контроллеров КМ-84 и КМ-27?
10. Каковы правила безопасности при ремонте контроллера?

##### 5. Домашнее задание

1. Изучить конструкцию и работу контроллера машиниста по учебнику и конспекту.
2. Повторить основные положения рукояток контроллера КМ-84.

3. Составить дефектную ведомость на заданную неисправность (по описанию) – индивидуальное задание.

4. Подготовить сообщение «Современные бесконтактные контроллеры машиниста» – по желанию.

#### **6. Приложение: Памятка для студентов**

##### **ПАМЯТКА «Дефектовка контроллера машиниста»**

##### **Порядок действий:**

1. **Внешний осмотр:** состояние корпуса, рукояток, шкал-указателей, изоляции проводов.

2. **Проверка люфтов:** проверка вращения рукояток и штурвала (люфт не допускается).

3. **Проверка фиксации положений:** чёткость попадания в фиксированные позиции.

4. **Осмотр контактной системы:** состояние контактов (подгар, износ), пружин (упругость), кулачковых шайб.

5. **Проверка работы блокировок:** проверка невозможности ошибочных переключений (например, поворот главной рукоятки при нулевом положении реверсивной).

6. **Проверка задатчиков:** (сельсина, потенциометра) — соответствие изменения сигнала повороту вала.

7. **Заполнение дефектной ведомости.**

##### **Основные правила безопасности при ремонте контроллера:**

- Работать только при обесточенных цепях управления.
- Не прилагать чрезмерных усилий при демонтаже рукояток и деталей.
- При замене пружин соблюдать осторожность (возможен вылет деталей).
- После ремонта обязательно проверить работу всех блокировок.

#### **Практическое занятие № 12**

##### **Тема: «Изучение принципа работы магнитных усилителей»**

1. **Цель:** Сформировать у студентов практические навыки изучения конструкции, принципа действия и характеристик магнитных усилителей (МУ), как бесконтактных аппаратов, применяемых в системах автоматического регулирования подвижного состава

**Время: 4 академических часа (180 минут)**

##### **Формируемые компетенции**

| <b>Код компетенции</b> | <b>Формулировка</b>                                                                                                                                         |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОК 01                  | Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам                                                           |
| ОК 02                  | Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности |
| ОК 04                  | Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде                                                                                              |
| ПК 1.1                 | Выявлять неисправности основных узлов оборудования и механизмов подвижного состава                                                                          |
| ПК 1.2                 | Проводить демонтаж, монтаж, сборку и регулировку узлов и механизмов подвижного состава                                                                      |

## 2. Теоретическая часть

### 2.1. Назначение и классификация магнитных усилителей

**Магнитный усилитель (МУ)** — это электромагнитное устройство переменного тока, предназначенное для управления мощностью в нагрузке посредством изменения индуктивного сопротивления катушки с ферромагнитным сердечником под действием малого сигнала управления. Работа МУ основана на нелинейной зависимости магнитной индукции в ферромагнетике от напряжённости поля.

#### Назначение МУ на подвижном составе:

- регулирование напряжения в системах зарядки аккумуляторных батарей;
- автоматическое регулирование возбуждения главного генератора на тепловозах;
- управление системами возбуждения тяговых генераторов;
- стабилизация напряжения и тока в различных цепях управления.

**Преимущества МУ перед электромеханическими аппаратами (контакторами, реле):**

- отсутствие подвижных частей (высокая надёжность);
- большой срок службы и стабильность характеристик;
- невосприимчивость к вибрациям и ускорениям;
- высокий коэффициент усиления по мощности в одном каскаде;
- возможность суммирования нескольких управляющих сигналов;
- простота изготовления.

#### Классификация магнитных усилителей:

| Признак                   | Тип                                  | Характеристика                                                                                                                |
|---------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| По конструкции            | Дроссельные (односердечниковые)      | Простейшая схема, но имеет недостатки (наведение ЭДС в цепи управления, нелинейность).                                        |
|                           | Двухсердечниковые (дифференциальные) | Два сердечника с рабочими обмотками, включёнными встречно для компенсации наводок в цепи управления. Наиболее распространены. |
| По наличию обратной связи | Без обратной связи                   | Базовый коэффициент усиления.                                                                                                 |
|                           | С положительной обратной связью      | Повышает коэффициент усиления (до 1000–5000).                                                                                 |
|                           | С отрицательной обратной связью      | Повышает стабильность характеристик.                                                                                          |

### 2.2. Устройство и принцип работы магнитного усилителя

#### Основные элементы дроссельного МУ:

1. **Ферромагнитный сердечник (магнитопровод):** из листовой электротехнической стали.

2. **Рабочая обмотка (ОР):** включается последовательно с нагрузкой в цепь переменного тока. Имеет относительно небольшое число витков.

3. **Обмотка управления (ОУ):** на неё подаётся постоянный ток управления  $I_u$ . Имеет большое число витков для эффективного управления. В двухсердечниковых схемах обмотка управления размещается на общем сердечнике, охватывая обе рабочие обмотки.

#### Принцип действия:

1. При отсутствии тока управления ( $I_y = 0$ ) сердечник не насыщен, его магнитная проницаемость  $\mu$  максимальна, следовательно, индуктивность рабочей обмотки  $L$  велика. Индуктивное сопротивление  $X_L$  велико, и ток в нагрузке  $I_n$  минимален.

2. При подаче постоянного тока управления  $I_y$  в сердечнике создаётся подмагничивающее поле. С ростом  $I_y$  сердечник насыщается, магнитная проницаемость  $\mu$  падает, индуктивность  $L$  уменьшается, сопротивление  $X_L$  падает, ток в нагрузке  $I_n$  возрастает.

3. Таким образом, малый ток управления управляет значительно большим током в рабочей цепи.

#### Схема двухсердечникового МУ (рис. 1):

В такой схеме две рабочие обмотки  $W_{p1}$  и  $W_{p2}$  размещены на двух сердечниках и включены встречно. Это необходимо для того, чтобы переменные магнитные потоки, создаваемые рабочими обмотками, взаимно компенсировались в обмотке управления, и в ней не наводилась переменная ЭДС, искажающая управляющий сигнал.

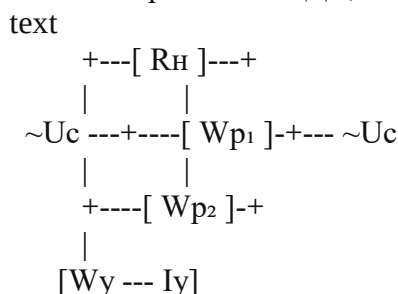


Рис. 1. Упрощённая схема двухсердечникового МУ (рабочие обмотки включены встречно)

### 2.3. Основные характеристики и параметры МУ

Важнейшей характеристикой МУ является **характеристика управления («вход-выход»)** — зависимость рабочего тока (тока в нагрузке  $I_n$ ) от тока управления  $I_y$  при постоянных напряжении питания и сопротивлении нагрузки.

#### Коэффициенты усиления МУ:

- По току:  $K_i = \Delta I_n / \Delta I_y$ .
- По напряжению:  $K_u = K_i \cdot (R_n / R_y)$ .
- По мощности:  $K_p = K_i \cdot K_u$ .

#### Способы улучшения характеристик:

- **Обмотка смещения** позволяет выбрать рабочую точку на линейном участке характеристики и избавиться от тока холостого хода, а также сделать характеристику чувствительной к полярности управляющего сигнала.

- **Обратная связь (ОС)** — передача части выходного сигнала на вход.

- **Положительная ОС (ПОС):** выходной ток дополнительно подмагничивает сердечник, лавинообразно увеличивая выходной ток. Коэффициент усиления резко возрастает (до 1000–5000).

- **Отрицательная ОС (ООС):** стабилизирует работу и делает характеристику более линейной.

### 2.4. Основные неисправности МУ и их причины

| № | Вид неисправности               | Признаки                                             | Основные причины                                              |
|---|---------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 1 | <b>Обрыв катушки управления</b> | Отсутствие управления (ток нагрузки не регулируется) | Механическое повреждение провода, перегрев, коррозия выводов. |

| № | Вид неисправности                             | Признаки                                         | Основные причины                                                 |
|---|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| 2 | <b>Обрыв рабочей обмотки</b>                  | Ток в нагрузке отсутствует                       | Перегрузка по току, перегрев, механическое повреждение.          |
| 3 | <b>Межвитковое замыкание</b>                  | Снижение тока нагрузки, перегрев катушки         | Нарушение изоляции из-за старения или перегрева.                 |
| 4 | <b>Нарушение работы выпрямительных диодов</b> | Нестабильная работа, снижение выходной мощности  | Пробой или обрыв диодов в схемах с внутренней ОС.                |
| 5 | <b>Загрязнение зазоров сердечника</b>         | Изменение параметров (снижение чувствительности) | Попадание грязи, масла, металлической пыли в магнитный зазор.    |
| 6 | <b>Изменение характеристик стали</b>          | Нестабильность усиления                          | Старение материала, механические повреждения пластин сердечника. |

### 2.5. Способы устранения неисправностей

| Неисправность         | Способы устранения                                                                                                                                              |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Обрыв обмоток         | Проверка целостности мультиметром. Перемотка катушки или замена узла.                                                                                           |
| Межвитковое замыкание | Перемотка катушки. Сушка обмотки (при увлажнении).                                                                                                              |
| Неисправность диодов  | Проверка диодов мультиметром. Замена неисправных полупроводниковых элементов.                                                                                   |
| Загрязнение зазоров   | Разборка, продувка сжатым воздухом, протирка зазора. Запрещается применять металлические предметы для очистки от застрявшей стружки (может повредить пластины). |
| Износ креплений       | Подтяжка болтов крепления сердечника и катушек. Проверка изоляции крепёжных элементов.                                                                          |

## 3. Практическая часть

### 3.1. Оснащение

| № | Наименование                                                            | Количество |
|---|-------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1 | Стенды с макетами магнитных усилителей (дрессельный, двухсердечниковый) | 2–3 шт.    |

| №  | Наименование                                              | Количество         |
|----|-----------------------------------------------------------|--------------------|
| 2  | Разрезные макеты МУ (для изучения внутреннего устройства) | 1–2 шт.            |
| 3  | Источник постоянного тока (0–30 В, регулируемый)          | по числу стендов   |
| 4  | Источник переменного тока (220/36 В)                      | по числу стендов   |
| 5  | Амперметры (переменного и постоянного тока)               | 2–3 шт.            |
| 6  | Мультиметр                                                | по числу студентов |
| 7  | Плакат «Устройство и схема МУ»                            | 2 шт.              |
| 8  | Плакат «Характеристики управления МУ»                     | 2 шт.              |
| 9  | Бланки отчётов (таблицы для снятия характеристик)         | по числу студентов |
| 10 | Инструкция по работе с МУ                                 | по числу студентов |

### 3.2. Порядок проведения занятия

#### 3.2.1. Вводная часть (10 минут)

1. Проверка готовности студентов.
2. Объявление темы и целей занятия.

#### 3. Инструктаж по технике безопасности:

- При работе с электрическими схемами убедиться в исправности изоляции проводов.
- Не касаться токоведущих частей.
- Соблюдать полярность при подключении обмотки управления к источнику постоянного тока.

- Не превышать допустимые токи через обмотки во избежание перегрева.

#### 4. Актуализация знаний:

- Для чего применяются бесконтактные аппараты на локомотивах?
- В чём преимущества МУ перед контакторами?
- Какие элементы являются основными в МУ?
- Как изменяется индуктивность катушки при подмагничивании сердечника?
- Для чего нужна обратная связь в МУ?

#### 3.2.2. Основная часть (60 минут)

##### Этап 1. Изучение конструкции и схем МУ (15 минут)

##### Задание 1. Идентификация элементов МУ.

Студенты осматривают макеты МУ и находят:

- ферромагнитный сердечник (магнитопровод);
- рабочие обмотки (подключены к переменному току);
- обмотку управления (подключена к постоянному току);
- выпрямительные диоды (в схемах с внутренней обратной связью);
- нагрузочное сопротивление (резистор  $R_n$ ).

##### Задание 2. Сборка простейшей схемы МУ.

Студенты собирают схему дроссельного МУ по указанию преподавателя:

- последовательно соединяют рабочую обмотку, нагрузку  $R_n$  и источник переменного тока;
- подключают обмотку управления через регулируемый резистор  $R_y$  к источнику постоянного тока.

### **Задание 3. Зарисовка схем.**

Студенты зарисовывают в тетради:

- схему простейшего дроссельного МУ;
- схему двухсердечникового МУ с указанием направлений токов.

## **Этап 2. Исследование характеристик МУ (25 минут)**

### **Задание 4. Снятие характеристики управления.**

1. Установить напряжение питания рабочей цепи (например, 36 В).
2. При отсутствии тока управления ( $I_y = 0$ ) измерить ток нагрузки  $I_n$ . Записать значение.
3. Увеличивать ток управления  $I_y$  от 0 до максимального (например, 50 мА) с шагом 5–10 мА.
4. Для каждого значения  $I_y$  измерять  $I_n$ .
5. Результаты заносить в таблицу.

*Таблица 1. Характеристика управления МУ (без ОС)*

|            |     |     |     |     |     |     |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $I_y$ , мА | 0   | 10  | 20  | 30  | 40  | 50  |
| $I_n$ , А  | 0,1 | 0,3 | 0,6 | 0,9 | 1,2 | 1,3 |

### **Задание 5. Построение графика.**

Студенты строят график зависимости  $I_n = f(I_y)$  по полученным данным. Анализируют форму кривой (наличие нелинейности, зоны насыщения).

### **Задание 6. Определение коэффициента усиления.**

Студенты по построенному графику или таблице определяют:

- $K_i = \Delta I_n / \Delta I_y$  (на линейном участке характеристики).
- Делают вывод о возможности управления большим током нагрузки малым током управления.

## **Этап 3. Изучение влияния обратных связей (15 минут)**

### **Задание 7. Схема с обратной связью.**

Преподаватель демонстрирует (или студенты собирают под контролем) схему МУ с положительной обратной связью (ПОС).

### **Задание 8. Наблюдение влияния ПОС.**

- Снять характеристику управления для схемы с ПОС.
- Сравнить полученную характеристику с характеристикой МУ без ОС.
- Отметить: крутизна характеристики с ПОС значительно выше (больше  $K_i$ ), что соответствует теории.

### **Задание 9. Наблюдение влияния ООС.**

- Переключить обмотку обратной связи для получения отрицательной обратной связи.
- Снять характеристику управления с ООС.
- Отметить: характеристика становится более пологой, но более линейной и стабильной.

Результаты заносятся в таблицу:

| Тип МУ | Ki (ориентировочно) | Характер характеристики |
|--------|---------------------|-------------------------|
| Без ОС | 2–5                 | Крутизна средняя        |
| С ПОС  | 20–50               | Крутая, нелинейная      |
| С ООС  | 1–2                 | Пологая, линейная       |

#### Этап 4. Оформление отчёта и дефектовка (5 минут)

##### Задание 10. Заполнение дефектной ведомости.

| № | Наименование элемента           | Выявленный дефект                | Причина                          | Способ устранения            |
|---|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| 1 | Обмотка управления              | Обрыв (по результатам прозвонки) | Механическое повреждение провода | Перемотка или замена катушки |
| 2 | Выпрямительный диод (в цепи ОС) | Пробой (проверка мультиметром)   | Перенапряжение, тепловой пробой  | Замена диода                 |
| 3 | Сердечник (магнитопровод)       | Загрязнение зазора (визуально)   | Попадание металлической стружки  | Продувка сжатым воздухом     |
| 4 | Контакты крепления              | Ослаблены                        | Вибрация                         | Подтяжка болтовых соединений |

#### 3.2.3. Заключительная часть (20 минут)

##### 1. Контрольное выполнение задания (10 минут):

Студенты получают карточку с описанием ситуации и выполняют задание:

*«При проверке МУ обнаружено: при токе управления  $I_u = 0$  ток в нагрузке составляет 0,5 А (норма — 0,1 А). При подаче  $I_u = 20$  мА ток нагрузки возрастает только до 0,6 А (норма — не менее 1 А). Визуально на магнитопроводе видны следы масла.»*

**Задание:** Определить возможные причины (загрязнение зазора, частичный пробой изоляции, неправильная настройка), предложить способы устранения. Заполнить дефектную ведомость.

##### 2. Разбор типичных ошибок (5 минут):

| Ошибка                                  | Пояснение                                            | Способ исправления                                                                                 |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Перепутаны обмотка управления и рабочая | Подача переменного тока на ОУ приведёт к её сгоранию | Проверять маркировку выводов или прозванивать цепи; ОУ имеет больше витков и большее сопротивление |

| Ошибка                                                          | Пояснение                                                           | Способ исправления                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Неправильная полярность включения ОУ в двухсердечниковых схемах | Приводит к разнонаправленному подмагничиванию и отсутствию усиления | Проверять схему и маркировку начал/концов обмоток                                                  |
| Неправильная интерпретация графика                              | Не видят нелинейность и зону насыщения                              | Анализировать форму кривой $B = f(H)$ и её связь с характеристикой управления                      |
| Путаница с обратной связью                                      | Не понимают разницу между ПОС и ООС                                 | Запомнить: ПОС $\rightarrow$ резкое увеличение $K_i$ , ООС $\rightarrow$ стабилизация и линейность |

### 3. Подведение итогов (3–5 минут):

- Оценка работы группы.
- Выставление оценок с учётом правильности сборки схем, измерений и выводов.
- Домашнее задание.

### 4. Оценочные материалы

#### 4.1. Оценочный лист

| Критерий                                               | Оценка (0–5) |
|--------------------------------------------------------|--------------|
| 1. Знание устройства и принципа работы МУ              |              |
| 2. Правильность сборки электрических схем              |              |
| 3. Правильность проведения измерений ( $I_u$ , $I_n$ ) |              |
| 4. Построение и анализ характеристик управления        |              |
| 5. Понимание влияния обратных связей                   |              |
| 6. Правильность заполнения дефектной ведомости         |              |
| 7. Соблюдение техники безопасности                     |              |
| <b>Итого</b>                                           | <b>0–35</b>  |

#### Шкала перевода баллов в оценку:

| Баллы | Оценка    |
|-------|-----------|
| 28–35 | «отлично» |

| Баллы | Оценка                |
|-------|-----------------------|
| 21–27 | «хорошо»              |
| 14–20 | «удовлетворительно»   |
| 0–13  | «неудовлетворительно» |

#### 4.2. Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что такое магнитный усилитель и на каком физическом принципе он работает?
2. Каковы преимущества МУ перед электромеханическими аппаратами?
3. Почему в двухсердечниковом МУ рабочие обмотки включают встречно?
4. Что представляет собой характеристика управления МУ ( $I_n = f(I_y)$ )?
5. Как изменяется индуктивность рабочей обмотки при увеличении тока управления и почему?
6. Для чего служит обмотка смещения в МУ?
7. Каково влияние положительной обратной связи на коэффициент усиления МУ?
8. Каково влияние отрицательной обратной связи на характеристики МУ?
9. Где применяются МУ на подвижном составе?
10. Каковы основные неисправности МУ и способы их устранения?

#### 5. Домашнее задание

1. Изучить устройство и принцип работы магнитных усилителей по учебнику и конспекту.
2. Повторить влияние обратных связей на характеристики МУ.
3. Подготовить сообщение на тему: «Применение магнитных усилителей в системах автоматического регулирования тепловозов».
4. Выполнить расчёт коэффициента усиления по току для снятой характеристики (по желанию).

#### 6. Приложение: Памятка для студентов

##### ПАМЯТКА «Исследование магнитного усилителя»

##### Основные определения:

- **Магнитный усилитель (МУ)** — бесконтактный аппарат для управления переменным током с помощью постоянного тока управления.
- **Рабочая обмотка (ОР)** — включается в цепь переменного тока последовательно с нагрузкой.
- **Обмотка управления (ОУ)** — включается в цепь постоянного тока, создаёт подмагничивание сердечника.

**Характеристика управления** — зависимость  $I_n = f(I_y)$  (тока нагрузки от тока управления).

##### Влияние обратной связи (ОС) на характеристику:

- **Без ОС:** базовая характеристика.
- **С положительной ОС:** характеристика крутая,  $K_i$  большой, но возможна неустойчивость.
- **С отрицательной ОС:** характеристика более пологая и линейная, устойчивая.

##### Порядок действий при выполнении работы:

1. Проверить правильность сборки схемы (полярность, последовательность включения).

2. Установить напряжение питания рабочей цепи.
3. Измерить  $I_n$  при  $I_y = 0$  (записать).
4. Плавнo увеличивать  $I_y$ , записывая соответствующие  $I_n$ .
5. Построить график  $I_n = f(I_y)$ .
6. Рассчитать  $K_i$  на линейном участке.
7. Сравнить характеристики для разных типов ОС

### Практическое занятие № 13

**Тема: «Выявление неисправностей в силовой схеме железнодорожного подвижного состава и определение способов их устранения»**

**1. Цель:** Сформировать у студентов практические навыки выявления характерных неисправностей в силовых схемах железнодорожного подвижного состава, определения их причин и выбора способов устранения в условиях эксплуатации и ремонта.

**Время: 4 академических часа (180 минут)**

#### Формируемые компетенции

| Код компетенции | Формулировка                                                                                                                                                |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОК 01           | Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам                                                           |
| ОК 02           | Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности |
| ОК 04           | Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде                                                                                              |
| ПК 1.1          | Выявлять неисправности основных узлов оборудования и механизмов подвижного состава                                                                          |
| ПК 1.2          | Проводить демонтаж, монтаж, сборку и регулировку узлов и механизмов подвижного состава                                                                      |
| ПК 1.3          | Проводить ремонт узлов, механизмов и изготовление отдельных деталей подвижного состава                                                                      |

## 2. Теоретическая часть

### 2.1. Структура силовой схемы железнодорожного подвижного состава

Силовая схема локомотива представляет собой совокупность электрических соединений тяговых двигателей (ТД), коммутационных аппаратов, защитных устройств и вспомогательного оборудования, обеспечивающих преобразование электрической энергии в механическую работу движения.

#### Основные элементы силовой схемы:

- **Силовая цепь тяговых двигателей** — схема соединения ТД с аппаратами управления и защиты;
- **Цепи управления ТД** — низковольтные цепи дистанционного управления силовой аппаратурой;
- **Силовая цепь вспомогательных машин** — схема включения мотор-вентиляторов, мотор-компрессоров, насосов;

- **Цепи управления вспомогательных машин** — низковольтные цепи для дистанционного управления вспомогательным оборудованием.

**Особенности силовой схемы** определяются числом тяговых двигателей, напряжением сети, способами соединения двигателей (последовательное, параллельное, последовательно-параллельное) и наличием электрического торможения.

## 2.2. Классификация и характеристика неисправностей силовой схемы

Все неисправности силовой схемы можно разделить на несколько групп:

**По месту возникновения:**

| Группа                        | Характерные неисправности                                                                                                                    |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Крышечное оборудование</b> | Пробой опорных изоляторов токоприёмника, перекрытие проходных изоляторов, излом токоприёмника, нарушение контакта у крышечного разъединителя |
| <b>Силовая цепь ТД</b>        | Обрыв цепи, короткое замыкание в ТД, невключение контакторов, переброс по коллектору, повреждение сглаживающих реакторов                     |
| <b>Цепи управления</b>        | Обрыв проводов, отказ реле, неисправность контроллера машиниста, потеря питания цепей управления                                             |
| <b>Вспомогательные машины</b> | Перегрев, срабатывание тепловой защиты, межвитковое замыкание, выход из строя подшипников                                                    |

**По характеру проявления:**

| Класс            | Описание                                                                                    | Примеры                                                                                     |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1-й класс</b> | Неисправности, не влияющие на движение                                                      | Обрыв сигнальной лампы, незначительный подгар контактов                                     |
| <b>2-й класс</b> | Неисправности, требующие вмешательства, но допускающие продолжение движения с ограничениями | Отказ одного ТЭД, срабатывание тепловой защиты одной вспомогательной машины                 |
| <b>3-й класс</b> | Критические неисправности, требующие остановки поезда                                       | Излом токоприёмника, короткое замыкание в силовой цепи с возгоранием, пробой трансформатора |

## 2.3. Характерные неисправности и методы их выявления

**Таблица 1. Неисправности силовой цепи тяговых двигателей**

| № | Признак неисправности                                               | Вероятная причина                              | Метод выявления                                          |
|---|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 1 | При поднятом токоприёмнике вольтметр сети не показывает напряжения, | Отсутствие контакта у крышечного разъединителя | Поднять второй токоприёмник, если напряжение появилось — |

| № | Признак неисправности                                                                                                | Вероятная причина                                                           | Метод выявления                                                                                                                                                |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | не работают вспомогательные машины                                                                                   |                                                                             | причина в первом токоприёмнике                                                                                                                                 |
| 2 | Нет тока в силовой цепи на 1-й позиции, но при переходе на 20-ю позицию ток появляется                               | Не включается линейный контактор 030 или 041                                | Произвести поочередное отключение секций электровоза с помощью переключателя секций                                                                            |
| 3 | Переброс по коллектору тягового двигателя на одной из секций с загоранием лампы РП                                   | Неудовлетворительное состояние коллектора, щёток, слабое крепление траверсы | Сбросить позиции, восстановить защиту. При повторном срабатывании отключить неисправный ТД                                                                     |
| 4 | При наборе позиций набор не происходит на одной из секций, серводвигатель вращается, проскальзывает предельная муфта | Приваривание силовых контакторов переключателя ступеней                     | Разъединить силовые контакты, зачистить следы оплавления или перейти на работу одной секцией                                                                   |
| 5 | Выключается ГВ на одной из секций со срабатыванием реле РЗ                                                           | Короткое замыкание в силовой цепи электровоза                               | Осмотреть ВВК секции. При отсутствии видимых повреждений — восстановить защиту. При повторном срабатывании — локализовать повреждение методом отключения цепей |

**Таблица 2. Неисправности вспомогательных машин**

| № | Признак неисправности                                                         | Вероятная причина                                                                         | Метод устранения                                                                                          |
|---|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Загорелась сигнальная лампа МВ, МК или МН, отключилась вспомогательная машина | Сработало реле тепловой защиты ТРТ                                                        | Опустить токоприёмник, осмотреть ТРТ, при невозможности устранения — перейти на работу по аварийной схеме |
| 2 | Не работают мотор-вентиляторы, контакторы включены                            | Перегорел предохранитель 2091 или 2161, неправильное положение переключателя вентиляторов | Проверить предохранители, при их исправности поставить аварийный отключатель МВ                           |

| № | Признак неисправности                                           | Вероятная причина                                                       | Метод устранения                                                                       |
|---|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 3 | При включении кнопки «Токоприёмник» токоприёмник не поднимается | Отключился автомат «Токоприёмники» или неисправны блокировки дверей ВВК | Включить автомат, проверить плотность закрытия дверей ВВК и надёжность их блокирования |

## 2.4. Способы устранения неисправностей в силовой схеме

Таблица 3. Методы устранения неисправностей

| Неисправность                                                         | Действия локомотивной бригады в пути                                                                                                | Ремонт в депо                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Пробой опорного изолятора токоприёмника                               | Опустить токоприёмник, осмотреть с земли, отключить неисправный токоприёмник разъединителем РВ-2, продолжить движение на исправном  | Замена повреждённого изолятора, проверка электрической прочности                    |
| Перекрытие проходного изолятора ГВ                                    | Отключить неисправную секцию разъединителем РВ-6, перекрыть кран к вентилю токоприёмника, следовать на одной секции                 | Замена изолятора, проверка герметичности ГВ                                         |
| Не включается линейный контактор                                      | Произвести поочередное отключение секций для выявления неисправной. При необходимости — отключить соответствующие ТД                | Проверка катушек, контактов, пневмопривода контактора, замена неисправных элементов |
| Сработала защита РП по перегрузке ТД                                  | Сбросить позиции, восстановить защиту. При повторном срабатывании — отключить неисправный ТД разъединителем ОД1-4                   | Диагностика ТД, проверка изоляции, ремонт коллектора или щётчного аппарата          |
| Короткое замыкание в силовой цепи с отключением ГВ и срабатыванием РЗ | Осмотреть ВВК. При отсутствии видимых повреждений — восстановить ГВ. При повторном срабатывании — локализовать КЗ отключением цепей | Поиск и устранение места КЗ, восстановление изоляции, замена повреждённых элементов |

## 2.5. Методы диагностики силовых цепей

**Прозвонка силовой цепи высоким напряжением** — эффективный метод выявления коротких замыканий, позволяющий сократить время поиска до 4–8 минут.

Суть метода:

- Используются вспомогательные машины (компрессоры, вентиляторы) как источник высокого напряжения для прозвонки участков силовой цепи;
- Высокое напряжение подаётся на отдельные участки силовой цепи через отсоединённые минусовые кабели вспомогательных машин;
- Отключение быстродействующего выключателя (БВ) со срабатыванием дифференциального реле указывает на наличие короткого замыкания на проверяемом участке;
- Метод позволяет локализовать повреждение даже при наличии сопротивления более 500 Ом, ограничивающего участок с КЗ.

## 3. Практическая часть

### 3.1. Оснащение

| № | Наименование                                                                     | Количество         |
|---|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1 | Стенды или плакаты с силовыми схемами электровозов (ВЛ80, ЧС2)                   | 2–3 шт.            |
| 2 | Плакат «Таблицы неисправностей силовых цепей и способы их устранения»            | 2 шт.              |
| 3 | Макеты силовых аппаратов (контакторы, реле, разъединители)                       | 2–3 комплекта      |
| 4 | Мультиметр                                                                       | по числу студентов |
| 5 | Набор слесарного инструмента (отвёртки, ключи)                                   | 2–3 комплекта      |
| 6 | Бланки дефектных ведомостей                                                      | по числу студентов |
| 7 | Инструкции по эксплуатации и ремонту силового оборудования                       | по числу студентов |
| 8 | Карточки-задания с описанием неисправностей                                      | по числу студентов |
| 9 | Перечень действий локомотивных бригад при неисправностях (из распоряжения 996/р) | по числу студентов |

### 3.2. Порядок проведения занятия

#### 3.2.1. Вводная часть (10 минут)

1. Проверка готовности студентов.
2. Объявление темы и целей занятия.
3. **Инструктаж по технике безопасности:**
  - При работе с электрическими схемами строго соблюдать правила электробезопасности;
  - Не касаться токоведущих частей при наличии напряжения;
  - При работе с мультиметром убедиться в исправности щупов;
  - Запрещается производить разборку аппаратов под напряжением.

- 4. Актуализация знаний:**
- Что такое силовая схема подвижного состава и каковы её основные элементы?
  - Какие неисправности силовой схемы являются наиболее опасными для безопасности движения?
  - Каковы признаки короткого замыкания в силовой цепи?
  - Какие аппараты обеспечивают защиту силовой цепи?
  - В чём отличие действий локомотивной бригады при неисправности в пути от ремонта в депо?

### **3.2.2. Основная часть (60 минут)**

#### **Этап 1. Изучение силовой схемы (15 минут)**

##### **Задание 1. Изучение структуры силовой схемы.**

Студенты изучают плакаты со схемами силовых цепей электровоза ВЛ80 или ЧС2 и находят:

- цепь тяговых двигателей (соединение ТЭД, реостаты, контакторы);
- цепи управления (питание от аккумуляторной батареи, контроллер машиниста, реле);
- аппараты защиты (быстродействующий выключатель, дифференциальные реле, реле перегрузки);
- вспомогательные цепи (мотор-вентиляторы, мотор-компрессоры).

##### **Задание 2. Определение функционального назначения аппаратов.**

Студенты по условным обозначениям на схеме определяют назначение аппаратов:

- БВ — быстродействующий выключатель (защита от КЗ и перегрузок);
- РП — реле перегрузки (защита тяговых двигателей);
- РЗ — реле земли (защита от замыканий на корпус);
- ЛК — линейный контактор (подключение ТД к питанию);
- ОД — разъединитель тяговых двигателей (отключение неисправного ТД).

##### **Задание 3. Зарисовка упрощённой силовой схемы.**

Студенты зарисовывают в тетради упрощённую схему силовой цепи одного плеча выпрямления с указанием основных аппаратов.

#### **Этап 2. Выявление неисправностей по внешним признакам (20 минут)**

##### **Задание 4. Анализ неисправностей по таблицам.**

Студенты изучают таблицы характерных неисправностей силовых цепей и для каждого признака определяют вероятную причину.

*Результаты заносятся в таблицу:*

| <b>№</b> | <b>Признак неисправности</b>                                                                                             | <b>Вероятная причина</b>                                                   | <b>Способ проверки</b>          |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 1        | При поднятом токоприёмнике 2-й секции вольтметр сети в кабине 1 не показывает напряжения, не работают МВ и МК 1-й секции | Невключение межсекционного разъединителя 0131 или обрыв межсекционной шины | Поднять токоприёмник 1-й секции |

| № | Признак неисправности                                                                      | Вероятная причина                                                           | Способ проверки                                     |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 2 | Нет тока в силовой цепи с 1-й по 19-ю позицию; при переходе на 20-ю позицию ток появляется | Не включается линейный контактор 030 или 041                                | Поочерёдное отключение секций, визуальный осмотр ЛК |
| 3 | Переброс по коллектору ТД с загоранием сигнальной лампы РП                                 | Неудовлетворительное состояние коллектора, щёток, слабое крепление траверсы | Осмотр коллектора и щётчного аппарата               |

#### Задание 5. Визуальный осмотр макетов аппаратов.

Студенты осматривают макеты контакторов и реле, выявляют видимые дефекты:

- подгар и износ силовых контактов (допускается до 50% износа);
- обрыв жил гибких шунтов (допускается до 20%);
- состояние дугогасительных камер (выгорание стенок, закопчение);
- состояние пружин (потеря упругости);
- целостность изоляционных тяг и креплений .

Результаты заносятся в таблицу:

| № | Осматриваемый узел          | Выявленный дефект | Заключение                |
|---|-----------------------------|-------------------|---------------------------|
| 1 | Силовые контакты контактора | Подгар до 30%     | Требуется зачистка        |
| 2 | Гибкий шунт                 | Обрыв 3 жил из 20 | В пределах нормы (до 20%) |
| 3 | Дугогасительная камера      | Выгорание стенок  | Требуется замена          |
| 4 | Пружина контактора          | Ослабление        | Требуется замена          |

#### Задание 6. Определение класса неисправности.

| Класс            | Характер неисправности                                  | Примеры                                               |
|------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| <b>1-й класс</b> | Отсутствие дефектов, допустимый износ                   | Износ контактов до 30%, допустимый провал             |
| <b>2-й класс</b> | Незначительные дефекты (ремонт без снятия с локомотива) | Зачистка контактов, подтяжка креплений, замена пружин |
| <b>3-й класс</b> | Критические дефекты (требуется снятие и разборка)       | Пробой изоляции, заклинивание якоря, разрушение камер |

### Этап 3. Определение способов устранения неисправностей (15 минут)

#### Задание 7. Подбор способов устранения для различных неисправностей.

| Неисправность                                           | Действия в пути следования                                                                                           | Способ устранения в депо                                      |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Пробой опорного изолятора токоприёмника                 | Опустить токоприёмник, отключить разъединителем РВ-2, продолжить движение на исправном                               | Замена изолятора, проверка электрической прочности            |
| Сработала защита РП (реле перегрузки)                   | Сбросить позиции, восстановить защиту; при повторном срабатывании отключить неисправный ТД разъединителем ОД         | Проверка изоляции ТД, ремонт коллектора или щётчного аппарата |
| Отключился ГВ и загорелась лампа РЗ (реле земли)        | Осмотреть ВВК на наличие повреждений. При отсутствии — восстановить ГВ. При повторном срабатывании — локализовать КЗ | Поиск места КЗ, восстановление изоляции                       |
| Приваривание силовых контакторов переключателя ступеней | При возможности — разъединить контакты и зачистить. Или перейти на работу одной секцией                              | Замена контакторной группы                                    |

#### Задание 8. Составление алгоритма действий при неисправности.

Студенты составляют алгоритм действий локомотивной бригады при отключении ГВ на одной из секций со срабатыванием реле перегрузки РП :

1. Сбросить позиции контроллера машиниста.
2. Восстановить ГВ (повторно включить).
3. Набрать позиции. Если защита не сработала — продолжать движение.
4. Если защита сработала повторно — определить неисправный ТД по блинкеру реле РП.
5. Отключить неисправный ТД разъединителем ОД1-ОД4.
6. Продолжить движение на исправных ТД с учётом ограничений по массе поезда и профилю пути.
7. Если отключение ТД не обеспечивает ведение поезда — остановиться и затребовать вспомогательный локомотив.

### Этап 4. Оформление дефектной ведомости (10 минут)

#### Задание 9. Составление дефектной ведомости.

| № | Наименование узла/детали | Выявленный дефект                    | Причина                                    | Класс     | Способ устранения                 |
|---|--------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------|-----------|-----------------------------------|
| 1 | Тяговый двигатель №1     | Переброс по коллектору, сработало РП | Неудовлетворительное состояние коллектора, | 3-й класс | В пути — отключение ОД1; в депо — |

| № | Наименование узла/детали      | Выявленный дефект                  | Причина                               | Класс     | Способ устранения                                                                           |
|---|-------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                               |                                    | слабое крепление траверсы             |           | ремонт коллектора и щётчного аппарата                                                       |
| 2 | Линейный контактор 030        | Не включается, отсутствие контакта | Обрыв катушки или износ контактов     | 2-й класс | В пути — отключение секции; в депо — замена катушки, зачистка контактов                     |
| 3 | Переключатель ступеней ЭКГ    | Приваривание силовых контактов     | Токовая перегрузка, длительная работа | 3-й класс | В пути — разъединить контакты, перейти на работу одной секцией; в депо — замена контакторов |
| 4 | Быстродействующий выключатель | Отключение со срабатыванием РЗ     | Короткое замыкание в силовой цепи     | 3-й класс | В пути — локализация КЗ, переход на исправную секцию; в депо — поиск и устранение КЗ        |

### 3.2.3. Заключительная часть (20 минут)

#### 1. Контрольное выполнение задания (10 минут):

Каждый студент получает карточку с описанием неисправности.

*Пример карточки: «При движении поезда с грузом на подъёме на электровозе ВЛ80 отключился ГВ на 2-й секции. Загорелись лампы: ГВ, ВУ, РЗ. При осмотре ВВК 2-й секции видимых повреждений не обнаружено. При повторном включении ГВ и наборе позиций защита сработала снова».*

#### Задание:

- Определить вероятную причину неисправности;
- Предложить последовательность действий для её устранения в пути;
- Определить, к какому классу относится данная неисправность;
- Заполнить дефектную ведомость для ремонта в депо.

#### 2. Разбор типичных ошибок (5 минут):

| Ошибка                                                           | Пояснение                                                             | Способ исправления                                                     |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Путаница между защитами РП и РЗ                                  | РП — защита от перегрузки ТД, РЗ — защита от КЗ на корпус             | Запомнить: РП — реле перегрузки, РЗ — реле земли                       |
| Неверная оценка критичности неисправности                        | Некоторые неисправности допустимы для следования с ограничениями      | Руководствоваться Перечнем действий локомотивных бригад                |
| Игнорирование необходимости осмотра перед восстановлением защиты | Повторное включение без осмотра может привести к тяжёлым последствиям | Всегда осматривать ВВК и оборудование перед восстановлением защиты     |
| Неправильное отключение ТЭД                                      | Отключение не того двигателя или неправильная последовательность      | Определять неисправный ТД по блинкеру РП; отключать соответствующим ОД |

### 3. Подведение итогов (3–5 минут):

- Оценка работы группы;
- Выставление оценок;
- Домашнее задание.

### 4. Оценочные материалы

#### 4.1. Оценочный лист

| Критерий                                                      | Оценка (0–5) |
|---------------------------------------------------------------|--------------|
| 1. Знание структуры силовой схемы и назначения аппаратов      |              |
| 2. Правильность выявления неисправностей по внешним признакам |              |
| 3. Определение класса неисправности                           |              |
| 4. Знание способов устранения неисправностей в пути           |              |
| 5. Знание способов устранения при ремонте в депо              |              |
| 6. Заполнение дефектной ведомости                             |              |
| 7. Соблюдение техники безопасности                            |              |
| <b>Итого</b>                                                  | <b>0–35</b>  |

#### Шкала перевода баллов в оценку:

| Баллы | Оценка                |
|-------|-----------------------|
| 28–35 | «отлично»             |
| 21–27 | «хорошо»              |
| 14–20 | «удовлетворительно»   |
| 0–13  | «неудовлетворительно» |

#### 4.2. Контрольные вопросы для самопроверки

1. Каковы основные элементы силовой схемы локомотива?
2. Какие аппараты обеспечивают защиту силовой цепи от коротких замыканий?
3. Каковы признаки переброса по коллектору тягового двигателя и в чём его причины?
4. Как определить неисправный тяговый двигатель при срабатывании защиты РП?
5. Каковы действия локомотивной бригады при отключении ГВ со срабатыванием РЗ?
6. Что такое метод прозвонки силовой цепи высоким напряжением и для чего он применяется?
7. Какие неисправности вспомогательных машин наиболее характерны и как их устранять?
8. Каковы критерии оценки износа контактов и шунтов?
9. Какой документ регламентирует действия локомотивных бригад при неисправностях?
10. Чем отличаются действия по устранению неисправности в пути от ремонта в депо?

#### 5. Домашнее задание

1. Изучить структуру силовой схемы электровоза (по учебнику и конспекту).
2. Повторить перечень неисправностей силовой цепи и способы их устранения.
3. Составить алгоритм действий при срабатывании реле земли (РЗ) в пути следования.
4. Подготовить сообщение на тему «Методы поиска коротких замыканий в силовых цепях» (по желанию).

#### 6. Приложение: Памятка для студентов

##### ПАМЯТКА «Действия при неисправностях в силовой схеме»

##### Основные признаки неисправностей:

- Отсутствие напряжения на вольтметре сети → обрыв в цепи токоприёмника или ГВ;
- Отсутствие тока при напряжении → неисправность в силовой цепи ТД (контакты, обрыв);
- Переброс по коллектору → неисправность ТД;
- Отключение ГВ → короткое замыкание или перегрузка.

##### Порядок действий при срабатывании защиты:

1. Сбросить позиции контроллера.
2. Осмотреть оборудование (ВБК, подкузовное пространство) на наличие видимых повреждений.
3. При отсутствии повреждений — восстановить защиту (включить ГВ).

4. При повторном срабатывании — локализовать неисправность:
  - определить неисправный ТД по блинкеру РП;
  - отключить его разъединителем ОД;
  - продолжить движение с ограничениями.
5. Если движение невозможно — остановить поезд и запросить помощь.

**Запрещается:**

- Повторно включать защиту без осмотра оборудования;
- Находиться в ВВК при включённом напряжении;
- Эксплуатировать локомотив с неисправным защитным оборудованием.

### Практическое занятие № 14

**Тема: «Выявление неисправностей в низковольтных цепях и определение способов их устранения»**

**1. Цель:** Сформировать у студентов практические навыки выявления характерных неисправностей в низковольтных цепях управления, определения их причин и выбора способов устранения в условиях эксплуатации и ремонта

**Время: 4 академических часа (180 минут)**

**Формируемые компетенции**

| <b>Код компетенции</b> | <b>Формулировка</b>                                                                                                                                         |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОК 01                  | Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам                                                           |
| ОК 02                  | Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности |
| ОК 04                  | Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде                                                                                              |
| ПК 1.1                 | Выявлять неисправности основных узлов оборудования и механизмов подвижного состава                                                                          |
| ПК 1.2                 | Проводить демонтаж, монтаж, сборку и регулировку узлов и механизмов подвижного состава                                                                      |
| ПК 1.3                 | Проводить ремонт узлов, механизмов и изготовление отдельных деталей подвижного состава                                                                      |

## 2. Теоретическая часть

### 2.1. Назначение и структура низковольтных цепей

Низковольтные цепи (цепи управления) — это электрические цепи напряжением 50 В или 110 В постоянного тока, предназначенные для дистанционного управления силовыми аппаратами локомотива, контроля их состояния и сигнализации.

**Основные элементы низковольтных цепей:**

- **Аппараты управления:** контроллер машиниста, кнопки, переключатели, тумблеры;
- **Аппараты защиты:** автоматы, предохранители, тепловые реле;
- **Промежуточные реле и контакторы:** обеспечивают логику работы схемы;

- **Сигнальные лампы:** информируют о состоянии аппаратов и наличии неисправностей;
  - **Провода и кабели:** соединяют элементы в единую схему.
- Особенности низковольтных цепей:**
- Малое напряжение (50–110 В) позволяет безопасно вести поиск неисправностей методом "прозвонки»;
  - Схемы управления имеют сложную логику с множеством блокировок, обеспечивающих безопасность;
  - Нарушения в низковольтных цепях приводят к отказу соответствующих силовых аппаратов.

## 2.2. Характерные неисправности низковольтных цепей

Нарушение нормальной работы электрических цепей управления может возникнуть по следующим причинам:

- **Обрыв провода** или потеря контакта в местах соединения;
- **Короткое замыкание** между проводами;
- **Соединение между собой нормально изолированных друг от друга проводов** (постороннее питание);
- **Неисправность самих аппаратов:** обрыв катушек, подгар контактов, механическое заедание.

**Таблица 1. Характерные неисправности и их проявления**

| № | Неисправность                   | Признаки                                          | Причины                                              |
|---|---------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| 1 | <b>Отказ включения аппарата</b> | Аппарат не срабатывает при подаче команды         | Обрыв провода, потеря контакта в цепи, обрыв катушки |
| 2 | <b>Срабатывание защиты</b>      | Выключение автомата, сгорание предохранителя      | Короткое замыкание в цепи                            |
| 3 | <b>Ложная сигнализация</b>      | Загорание сигнальной лампы при исправном аппарате | Замыкание провода на "землю", неисправность датчика  |
| 4 | <b>Механическое заедание</b>    | Аппарат не переключается при наличии питания      | Загрязнение, отсутствие смазки, деформация деталей   |

## 2.3. Методы поиска неисправностей в низковольтных цепях

### Метод сопоставления признаков:

- Анализ комбинации горящих сигнальных ламп позволяет быстро локализовать неисправность;
- Сопоставление с типовыми схемами неисправностей сокращает время поиска.

### Метод прозвонки омметром:

1. Электрическую цепь обесточить;
2. Разбить цепь на отдельные участки;
3. Последовательно проверять каждый участок омметром;
4. Если стрелка омметра покажет "0" — цепь исправна (нулевое сопротивление);
5. Если стрелка покажет "∞" (бесконечность) — в цепи обрыв или потеря контакта;

6. При проверке на замыкание на "корпус" необходимо отсоединить провод, соединяющий проверяемую цепь с "корпусом».

**Метод проверки контрольной лампы:**

1. Проверяемую цепь подключить к источнику питания;
2. Один конец провода контрольной лампочки закрепить на "корпус";
3. Другим концом поочередно касаться контрольных точек цепи;
4. При наличии цепи лампочка должна гореть, при отсутствии — не гореть.

**3. Практическая часть**

**3.1. Оснащение**

| №  | Наименование                                                     | Количество         |
|----|------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1  | Стенды или плакаты с низковольтными схемами электровазов (ВЛ80)  | 2–3 шт.            |
| 2  | Макеты аппаратов цепей управления (реле, контакторы, блокировки) | 2–3 комплекта      |
| 3  | Омметр (мультиметр в режиме измерения сопротивления)             | по числу студентов |
| 4  | Контрольные лампы (12–24 В) с проводами                          | по числу студентов |
| 5  | Источник низкого напряжения (12–24 В)                            | 1–2 шт.            |
| 6  | Плакат «Сигнальные лампы и их показания при неисправностях»      | 2 шт.              |
| 7  | Плакат «Методы поиска неисправностей в цепях управления»         | 2 шт.              |
| 8  | Бланки дефектных ведомостей                                      | по числу студентов |
| 9  | Инструкция по эксплуатации и ремонту низковольтного оборудования | по числу студентов |
| 10 | Карточки-задания с описанием аварийных ситуаций                  | по числу студентов |

**3.2. Порядок проведения занятия**

**3.2.1. Вводная часть (10 минут)**

1. Проверка готовности студентов.
2. Объявление темы и целей занятия.
3. **Инструктаж по технике безопасности:**
  - При работе с электрическими схемами строго соблюдать правила электробезопасности;
  - Перед началом проверки омметром цепь должна быть обесточена;
  - Не касаться токоведущих частей при проверке контрольной лампой;
  - При работе с мультиметром убедиться в исправности щупов.
4. **Актуализация знаний:**
  - Что такое низковольтные цепи и каково их назначение?
  - Каковы основные признаки неисправностей в цепях управления?

- Какой прибор используется для проверки целостности цепи?
- В чём отличие метода прозвонки от метода проверки контрольной лампой?

### 3.2.2. Основная часть (60 минут)

#### Этап 1. Изучение структуры низковольтных цепей (15 минут)

##### Задание 1. Изучение цепей управления.

Студенты изучают плакаты со схемой управления токоприёмниками или линейными контакторами электровоза ВЛ80 и находят:

- источник питания (аккумуляторная батарея);
- аппараты управления (кнопки, переключатели, контроллер);
- аппараты защиты (автоматы, предохранители);
- катушки реле и контакторов;
- блок-контакты (замыкающие и размыкающие).

##### Задание 2. Изучение сигнализации.

Студенты знакомятся с таблицей сигнальных ламп и их показаний при различных неисправностях:

| Комбинация ламп | Вероятная неисправность                               |
|-----------------|-------------------------------------------------------|
| «ГВ», «РЗ»      | Сработало реле заземления (пробой изоляции на корпус) |
| «ГВ», «РП»      | Сработало реле перегрузки у ТД                        |
| «РКЗ»           | Замыкание на землю вспомогательных цепей              |
| «МК»            | Не включился контактор компрессора                    |

##### Задание 3. Зарисовка схемы.

Студенты зарисовывают в тетради упрощённую схему цепи управления контактором компрессора с указанием контрольных точек для проверки.

#### Этап 2. Поиск неисправностей методом прозвонки (25 минут)

##### Задание 4. Проверка целостности цепи омметром.

Студентам выдаётся макет электрической цепи с имитацией неисправностей (обрыв, короткое замыкание, потеря контакта).

##### Порядок работы:

1. Обесточить цепь (отключить источник питания).
2. Разбить цепь на участки (по 2–3 элемента).
3. Присоединить омметр к началу и концу участка.
4. Оценить показания:
  - «0» → цепь исправна;
  - «∞» → обрыв или потеря контакта.
5. Определить неисправный участок.
6. Записать результаты в отчёт.

Результаты заносятся в таблицу:

| № участка | Проверяемые точки   | Показания омметра | Заключение    |
|-----------|---------------------|-------------------|---------------|
| 1         | Клемма 1 — Клемма 2 | 0 Ом              | Цепь исправна |
| 2         | Клемма 2 — Клемма 3 | $\infty$          | <b>Обрыв</b>  |
| 3         | Клемма 3 — Клемма 4 | 0 Ом              | Цепь исправна |

#### Задание 5. Поиск короткого замыкания.

Студенты проверяют цепь на замыкание на "корпус". При этом необходимо отсоединить провод, соединяющий проверяемую цепь с "корпусом».

##### Порядок работы:

1. Отсоединить провод от "корпуса".
2. Подключить омметр между проверяемой точкой и "корпусом".
3. Если показания близки к "0" — есть замыкание на "корпус".
4. Определить участок с замыканием методом последовательного отключения ветвей.

#### Задание 6. Проверка катушек аппаратов.

Студенты проверяют катушки реле и контакторов на:

- **внутренний обрыв** (показания  $\infty$ );
- **межвитковое замыкание** (показания значительно ниже номинала);
- **замыкание на "корпус"** (показания между выводами катушки и корпусом близки к 0).

#### Этап 3. Поиск неисправностей методом контрольной лампы (15 минут)

##### Задание 7. Проверка цепи контрольной лампой.

Студентам выдаётся макет цепи, подключённый к источнику питания (12–24 В) с имитацией неисправности.

##### Порядок работы:

1. Подключить проверяемую цепь к источнику питания.
2. Один конец провода контрольной лампочки закрепить на "корпус".
3. Другим концом поочерёдно касаться контрольных точек цепи (начиная от источника питания).
4. Если лампочка:
  - **горит** — цепь до данной точки исправна;
  - **не горит** — неисправность находится между предыдущей и данной точкой.
5. Локализовать неисправность и определить её характер (обрыв, потеря контакта).

Результаты заносятся в таблицу:

| Точка проверки     | Состояние лампы | Заклучение           |
|--------------------|-----------------|----------------------|
| Точка 1 (источник) | Горит           | Питание есть         |
| Точка 2            | Горит           | Участок 1–2 исправен |

| Точка проверки | Состояние лампы | Заключение           |
|----------------|-----------------|----------------------|
| Точка 3        | Не горит        | Обрыв на участке 2–3 |

#### Этап 4. Определение способов устранения неисправностей (5 минут)

##### Задание 8. Подбор способов устранения.

| Неисправность         | Способ устранения                                                            |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Обрыв провода         | Восстановление электрического соединения (пайка, опрессовка, замена провода) |
| Потеря контакта       | Зачистка контактных поверхностей, подтяжка креплений                         |
| Короткое замыкание    | Поиск и устранение места КЗ (замена повреждённой изоляции)                   |
| Обрыв катушки реле    | Замена катушки или реле                                                      |
| Межвитковое замыкание | Замена катушки                                                               |

##### Задание 9. Заполнение дефектной ведомости.

| № | Наименование узла/цепи                  | Выявленная неисправность                   | Причина                          | Способ устранения                      |
|---|-----------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------|
| 1 | Цепь управления контактором компрессора | Обрыв на участке клемма 2–клемма 3         | Отгорание провода                | Восстановление соединения              |
| 2 | Катушка реле 249                        | Обрыв катушки                              | Механическое повреждение провода | Замена катушки                         |
| 3 | Цепь сигнализации фазорасщепителя       | Короткое замыкание провода Э18 на "корпус" | Повреждение изоляции             | Замена провода, изолирование контактов |

#### 3.2.3. Заключительная часть (20 минут)

##### 1. Контрольное выполнение задания (10 минут):

Каждый студент получает карточку с описанием аварийной ситуации.

*Пример карточки: «При работе электровоза ВЛ80 при нажатии кнопки "Фазорасщепитель" выключается автомат ВА3. Контактors 119 и 125 не включаются. Лампа "ФР" не загорается».*

##### Задание:

- Определить вероятную причину неисправности (короткое замыкание в проводе Э18);

- Предложить способ устранения (заизолировать контакты реле 249, соединить перемычкой провода Н101 и Э55);
- Указать, какие действия необходимо выполнить для обеспечения работы фазорасщепителя по временной схеме;
- Заполнить дефектную ведомость для ремонта в депо.

## 2. Разбор типичных ошибок (5 минут):

| Ошибка                                                          | Пояснение                                               | Способ исправления                                |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Неправильная интерпретация показаний омметра                    | Путают "0" и "∞"                                        | Запомнить: "0" — цепь есть, "∞" — цепи нет        |
| Неотключение цепи перед прозвонкой                              | Работа под напряжением опасна и даёт неверные показания | Всегда обесточивать цепь перед проверкой омметром |
| Неправильная оценка показаний сигнальных ламп                   | Не учитывают комбинацию ламп                            | Оценивать все горящие лампы в совокупности        |
| Путаница между неисправностями цепей управления и силовых цепей | Разные способы устранения                               | Уточнять по напряжению и назначению цепи          |

## 3. Подведение итогов (3–5 минут):

- Оценка работы группы;
- Выставление оценок;
- Домашнее задание.

## 4. Оценочные материалы

### 4.1. Оценочный лист

| Критерий                                                       | Оценка (0–5) |
|----------------------------------------------------------------|--------------|
| 1. Знание структуры низковольтных цепей и назначения аппаратов |              |
| 2. Правильность применения метода прозвонки омметром           |              |
| 3. Правильность применения метода контрольной лампы            |              |
| 4. Интерпретация показаний приборов и сигнальных ламп          |              |
| 5. Определение способов устранения неисправностей              |              |
| 6. Заполнение дефектной ведомости                              |              |
| 7. Соблюдение техники безопасности                             |              |
| <b>Итого</b>                                                   | <b>0–35</b>  |

### Шкала перевода баллов в оценку:

| Баллы | Оценка                |
|-------|-----------------------|
| 28–35 | «отлично»             |
| 21–27 | «хорошо»              |
| 14–20 | «удовлетворительно»   |
| 0–13  | «неудовлетворительно» |

### 4.2. Контрольные вопросы для самопроверки

1. Каково назначение низковольтных цепей управления?
2. Какие методы поиска неисправностей применяются в цепях управления?
3. Что показывает омметр при проверке исправной цепи?
4. Как проверить цепь на замыкание на "корпус"?
5. Как работает метод поиска неисправности контрольной лампой?
6. Какие неисправности характерны для катушек реле и контакторов?
7. Каковы признаки короткого замыкания в низковольтной цепи?
8. Почему перед проверкой омметром цепь необходимо обесточить?
9. Какие сигнальные лампы указывают на неисправность в цепях управления?
10. Какие способы устранения обрыва в низковольтной цепи существуют?

### 5. Домашнее задание

1. Изучить структуру низковольтных цепей управления по учебнику и конспекту.
2. Повторить методы поиска неисправностей (прозвонка, контрольная лампа).
3. Составить алгоритм проверки цепи управления контактора компрессора при отказе включения.
4. Подготовить сообщение на тему «Современные методы диагностики низковольтных цепей» (по желанию).

### 6. Приложение: Памятка для студентов

#### ПАМЯТКА «Поиск неисправностей в низковольтных цепях»

#### Основные методы проверки:

| Метод                    | Условия              | Порядок действий                        | Признаки                            |
|--------------------------|----------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Омметр</b>            | Цепь обесточена      | Подключить к концам участка             | "0" — цепь есть; "∞" — обрыв        |
| <b>Контрольная лампа</b> | Цепь под напряжением | Касаться контрольных точек от источника | Горит — цепь есть; не горит — обрыв |

#### Основные неисправности цепей управления:

1. Обрыв провода или контакта — проверка омметром на участках;
2. Короткое замыкание — проверка на замыкание на "корпус»;
3. Неисправность катушки — проверка сопротивления, сравнение с нормой.

### Действия при срабатывании автомата ВАЗ (вспомогательные цепи):

1. Если автомат срабатывает при нажатии кнопки «Фазорасщепитель» — к.з. в проводе Э18 ;
2. Заизолировать контакты реле оборотов 249 в проводах Э18, Э19;
3. Соединить перемычками провода Н101 с Э55 на панелях № 1;
4. Управлять фазорасщепителями кнопкой «Сигнализация».

### Практическое занятие № 15

**Тема: «Определение параметров работы, видов неисправностей пневматической аппаратуры и способы их устранения»**

**1. Цель:** Сформировать у студентов практические навыки определения параметров работы пневматической аппаратуры, выявления характерных неисправностей тормозного и вспомогательного оборудования и выбора способов их устранения.

**Время: 6 академических часа (270 минут)**

#### Формируемые компетенции

| Код компетенции | Формулировка                                                                                                                                                |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОК 01           | Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам                                                           |
| ОК 02           | Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности |
| ОК 04           | Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде                                                                                              |
| ПК 1.1          | Выявлять неисправности основных узлов оборудования и механизмов подвижного состава                                                                          |
| ПК 1.2          | Проводить демонтаж, монтаж, сборку и регулировку узлов и механизмов подвижного состава                                                                      |
| ПК 1.3          | Проводить ремонт узлов, механизмов и изготовление отдельных деталей подвижного состава                                                                      |

## 2. Теоретическая часть

### 2.1. Назначение и классификация пневматической аппаратуры

Пневматическое оборудование локомотива обеспечивает управление тормозной системой, работой вспомогательных механизмов и устройствами безопасности.

#### Основное назначение пневматической аппаратуры:

- Управление тормозами поезда и локомотива (краны машиниста, вспомогательного тормоза, воздухораспределители);
- Питание сжатым воздухом пневматических приводов (песочницы, стеклоочистители, звуковые сигналы);
- Управление силовыми аппаратами (пневматические контакторы, переключатели);
- Обеспечение работы устройств безопасности (электропневматические клапаны автостопа).

**Классификация пневматической аппаратуры по назначению [citation:5, 7, 8]:**

| <b>Группа</b>                           | <b>Назначение</b>            | <b>Примеры аппаратов</b>                                                                                           |
|-----------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Тормозное оборудование</b>           | Управление тормозами         | Кран машиниста № 394, 395; кран вспомогательного тормоза № 254; воздухораспределитель 483; ЭПК-150 [citation:2, 6] |
| <b>Компрессорное оборудование</b>       | Производство сжатого воздуха | Компрессор КТ6-Эл, регулятор давления АК-11БТЗ, предохранительные клапаны                                          |
| <b>Распределительная арматура</b>       | Направление потоков воздуха  | Электропневматические вентили, клапаны, краны разобщительные [citation:1, 5]                                       |
| <b>Контрольно-измерительные приборы</b> | Контроль давления            | Манометры, пневмоэлектрические датчики № 418                                                                       |
| <b>Аппараты безопасности</b>            | Обеспечение безопасности     | Электропневматический клапан автостопа ЭПК-150                                                                     |
| <b>Вспомогательное оборудование</b>     | Обслуживание систем          | Фильтры, маслоотделители, обратные клапаны                                                                         |

**2.2. Основные параметры работы пневматической аппаратуры**

**Таблица 1. Рабочие параметры основных пневматических приборов [citation:2, 4, 6]**

| <b>Прибор</b>                                       | <b>Параметр</b>                                                  | <b>Нормативное значение</b>     |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| ЭПК-150<br>(электропневматический клапан автостопа) | Напряжение питания катушки                                       | 45–55 В                         |
| ЭПК-150                                             | Время зарядки камеры выдержки времени до 0,8 кгс/см <sup>2</sup> | Не более 10 с                   |
| ЭПК-150                                             | Давление в полости свистка при срабатывании                      | Не ниже 0,2 кгс/см <sup>2</sup> |
| Кран машиниста № 394/395                            | Зарядное давление в уравнительном резервуаре                     | 5,0–6,8 кгс/см <sup>2</sup>     |
| Кран машиниста № 394/395                            | Время снижения давления с 6,0 до 5,8 кгс/см <sup>2</sup>         | 80–110 с                        |

| Прибор                              | Параметр                                | Нормативное значение          |
|-------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------|
| Пневмоэлектрический датчик № 418    | Давление срабатывания сигнализатора ДТЦ | Более 0,7 кгс/см <sup>2</sup> |
| Пневмоэлектрический датчик № 418    | Давление срабатывания сигнализатора ДДР | Более 1,3 кгс/см <sup>2</sup> |
| Сигнализатор отпуска тормозов № 352 | Давление срабатывания контактов         | 0,2–0,4 кгс/см <sup>2</sup>   |
| Сигнализатор отпуска тормозов № 352 | Зазор между контактами                  | 1,8–2,2 мм                    |
| Воздухораспределитель               | Зарядное давление в магистрали          | 5,0–6,8 кгс/см <sup>2</sup>   |

### 2.3. Характерные неисправности пневматической аппаратуры

**Таблица 2. Неисправности кранов машиниста № 394, 395**

| № | Вид неисправности                   | Признаки                             | Причины                                                        |
|---|-------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 1 | Неплотная посадка клапанов          | Утечка воздуха в атмосферу           | Износ или загрязнение клапанной пары                           |
| 2 | Нарушение регулировки стабилизатора | Неправильное время снижения давления | Износ регулировочного винта, засорение калиброванных отверстий |
| 3 | Отказ в работе крана                | Кран не переключается                | Заклинивание золотника, износ уплотнений                       |
| 4 | Повышенный износ уплотнений         | Утечки, нестабильная работа          | Естественный износ, воздействие масла и влаги                  |

**Таблица 3. Неисправности электропневматического клапана автостопа ЭПК-150**

| № | Вид неисправности             | Признаки                                                     | Причины                                                                                                       |
|---|-------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | ЭПК не включается             | При повороте ключа нет фиксации, нет электрического контакта | Неисправность катушки электромагнита, обрыв в цепи питания, заклинивание якоря, износ концевого переключателя |
| 2 | ЭПК не подаёт звуковой сигнал | При срабатывании свисток не работает                         | Засорение калиброванного отверстия (Б) диаметром 0,9-                                                         |

| № | Вид неисправности                     | Признаки                                | Причины                                                                                           |
|---|---------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                       |                                         | 1,0 мм или отверстия (В) диаметром 1 мм                                                           |
| 3 | ЭПК не производит экстренную разрядку | Клапан не открывается при обесточивании | Заклинивание поршня срывного клапана, износ резиновой манжеты                                     |
| 4 | Пропуск воздуха в закрытом положении  | Утечка воздуха через свисток            | Неплотная посадка клапана из-за загрязнения или износа резиновых уплотнений                       |
| 5 | Самопроизвольное срабатывание         | ЭПК срабатывает без видимой причины     | Утечка в камере выдержки времени, засорение калиброванных отверстий, неисправность электромагнита |

**Таблица 4. Неисправности пневмоэлектрического датчика № 418**

| № | Признак неисправности                                                                                       | Вероятная причина                                                                                   | Способ устранения                                                          |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 1 | При повышении давления в канале тормозного цилиндра более 0,7 кгс/см <sup>2</sup> сигнальная лампа не горит | Нарушение целостности электрической цепи датчика                                                    | Проверить электрическую цепь и устранить неисправность; заменить диафрагмы |
| 2 | При давлении в канале ТЦ более 0,7 кгс/см <sup>2</sup> сигнальная лампа 12 ДТЦ горит                        | Неисправность микропереключателя; нарушена регулировка; порвана диафрагма ДТЦ                       | Заменить микропереключатель; отрегулировать положение; заменить диафрагму  |
| 3 | При давлении в канале дополнительной разрядки более 1,3 кгс/см <sup>2</sup> сигнальная лампа ДДР горит      | Неисправность микропереключателя; нарушена регулировка; порвана диафрагма ДДР                       | Заменить микропереключатель; отрегулировать положение; заменить диафрагму  |
| 4 | В процессе перехода с завышенного на нормальное зарядное давление датчик срабатывает                        | Не отрегулирован стабилизатор крана машиниста; неисправна магистральная часть воздухораспределителя | Отрегулировать стабилизатор; заменить магистральную часть                  |

**Таблица 5. Неисправности сигнализатора отпуска тормозов № 352**

| № | Вид неисправности               | Признаки                                   | Способ устранения                                  |
|---|---------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 1 | Потеря упругости пружины        | Нечёткое срабатывание контактов            | Заменить пружину                                   |
| 2 | Повреждение диафрагмы           | Утечка воздуха, неправильное срабатывание  | Заменить диафрагму                                 |
| 3 | Нарушение регулировки контактов | Контакты не замыкаются при нужном давлении | Отрегулировать зазор между контактами (1,8–2,2 мм) |
| 4 | Загрязнение контактов           | Искрение, отказ контактов                  | Зачистить контакты                                 |

**Таблица 6. Неисправности воздушных манометров**

| № | Признак неисправности                 | Основание для браковки                     | Способ устранения                    |
|---|---------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------|
| 1 | Стрелка не возвращается к нулю        | Превышение половины допустимой погрешности | Ремонт или замена манометра          |
| 2 | Неправильные показания                | Отклонение более допустимой погрешности    | Поверка и регулировка; ремонт        |
| 3 | Отсутствие пломбы или клейма          | —                                          | Отправить на поверку и пломбирование |
| 4 | Просрочка периодической поверки       | —                                          | Направить на поверку                 |
| 5 | Разбито стекло или другие повреждения | —                                          | Замена стекла, ремонт прибора        |

## 2.4. Способы устранения неисправностей пневматической аппаратуры

**Таблица 7. Методы устранения неисправностей [citation:3, 4]**

| Неисправность                     | Действия в эксплуатации                                      | Ремонт в депо                                                                            |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Пропуск воздуха через клапан      | При возможности — продувка клапана кратковременным открытием | Разборка, протирка седла и тарелки, замена резиновых уплотнений, притирка клапанной пары |
| Засорение калиброванных отверстий | Продувка, кратковременное повышение давления                 | Разборка, очистка каналов, продувка сжатым воздухом                                      |

| Неисправность                            | Действия в эксплуатации                      | Ремонт в депо                                    |
|------------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Неисправность микропереключателя датчика | Временное отключение датчика (по инструкции) | Замена микропереключателя                        |
| Повреждение диафрагмы                    | Отключение прибора                           | Замена диафрагмы                                 |
| Заклинивание золотника крана             | Попытка переключения крана                   | Разборка, очистка, замена уплотнений             |
| Неисправность манометра                  | Замена манометра                             | Поверка, ремонт, пломбирование                   |
| Загрязнение фильтров                     | Продувка фильтра                             | Разборка, промывка, замена фильтрующего элемента |

### 2.5. Перечень неисправностей, устраняемых силами ремонтных бригад

Согласно нормативным документам, силами специально выделенных ремонтных бригад в парках прибытия и отправления допускается устранение следующих неисправностей :

- Смена кранов машиниста № 254, 394, 395;
- Смена концевых кранов и соединительных рукавов;
- Добавление смазки в картер компрессора;
- Смена регулятора давления АК-11Б;
- Смена предохранительных клапанов;
- Смена пневматических выключателей управления;
- Смена пневматических вентилях контакторов.

## 3. Практическая часть

### 3.1. Оснащение

| № | Наименование                                                                                      | Количество         |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1 | Стенды или плакаты с пневматической схемой локомотива                                             | 2–3 шт.            |
| 2 | Макеты пневматических аппаратов: ЭПК-150, кран машиниста № 394, кран № 254, воздухораспределитель | 2–3 комплекта      |
| 3 | Плакат «Устройство ЭПК-150»                                                                       | 2 шт.              |
| 4 | Манометры образцовые (для поверки)                                                                | 1–2 шт.            |
| 5 | Набор слесарного инструмента (ключи, отвёртки)                                                    | 2–3 комплекта      |
| 6 | Бланки дефектных ведомостей                                                                       | по числу студентов |

| № | Наименование                                                         | Количество         |
|---|----------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 7 | Инструкции по техническому обслуживанию пневматического оборудования | по числу студентов |
| 8 | Карточки-задания с описанием неисправностей                          | по числу студентов |
| 9 | Справочные таблицы параметров пневматической аппаратуры              | по числу студентов |

### **3.2. Порядок проведения занятия**

#### **3.2.1. Вводная часть (10 минут)**

1. Проверка готовности студентов.
2. Объявление темы и целей занятия.

#### **3. Инструктаж по технике безопасности:**

- При работе с пневматическим оборудованием соблюдать осторожность, не направлять струю воздуха в сторону людей;
- Перед разборкой пневматических приборов убедиться в отсутствии давления в полостях;
- При работе с манометрами соблюдать правила обращения с приборами под давлением;

- Не превышать допустимое давление при испытаниях аппаратов.

#### **4. Актуализация знаний:**

- Каково назначение пневматического оборудования локомотива?
- Какие тормозные приборы устанавливаются на локомотивах?
- Каково назначение ЭПК-150 и как он работает?
- Какие параметры контролируются при проверке пневматической аппаратуры?
- Какие признаки указывают на неисправность пневматического прибора?

#### **3.2.2. Основная часть (60 минут)**

##### **Этап 1. Изучение конструкции и параметров пневматических приборов (15 минут)**

##### **Задание 1. Изучение устройства ЭПК-150.**

Студенты изучают плакат «Устройство ЭПК-150» и находят основные элементы:

- кронштейн с камерой выдержки времени;
- корпус со срывным клапаном и свистком;
- среднюю часть с диафрагмой и клапаном;
- корпус электромагнита с катушкой и якорем;
- корпус замка с эксцентриковым валиком;
- блок-контакты.

##### **Задание 2. Изучение принципа работы ЭПК-150.**

Студенты разбирают этапы работы ЭПК-150:

1. Включение: поворот ключа, зарядка камеры выдержки времени;
2. Рабочее состояние: диафрагма поднимается, контакты замыкаются;
3. Срабатывание: обесточивание катушки, срабатывание свистка, разрядка магистрали.

##### **Задание 3. Определение рабочих параметров.**

Студенты по справочным таблицам определяют нормативные параметры работы приборов [citation:2, 4]:

- напряжение питания катушки ЭПК-150;

- время зарядки камеры выдержки времени;
- давление срабатывания датчика № 418;
- зазоры в сигнализаторе № 352.

## **Этап 2. Выявление неисправностей (25 минут)**

### **Задание 4. Диагностика по таблицам неисправностей.**

Студентам выдаются карточки-задания с описанием аварийных ситуаций.

*Пример карточки №1: «При проверке ЭПК-150 обнаружено, что при повороте ключа в рабочее положение электропневматический клапан не включается. Свисток не работает, блок-контакты не переключаются».*

#### **Задание:**

- Определить возможные причины неисправности (обрыв катушки, неисправность концевого переключателя, заклинивание якоря, отсутствие питания);
- Предложить последовательность проверки.

*Пример карточки №2: «При проверке пневмоэлектрического датчика № 418 установлено, что при давлении в тормозном цилиндре 0,8 кгс/см<sup>2</sup> сигнальная лампа 12 ДТЦ не загорается. При давлении 0,9 кгс/см<sup>2</sup> лампа продолжает не гореть».*

#### **Задание:**

- Определить вероятную причину (нарушение целостности электрической цепи, порванная диафрагма ДТЦ);
- Указать способ устранения (проверить цепь, заменить диафрагму).

*Результаты заносятся в таблицу:*

| № | Признак неисправности | Вероятная причина               | Способ устранения         |
|---|-----------------------|---------------------------------|---------------------------|
| 1 | ЭПК не включается     | Обрыв катушки электромагнита    | Замена катушки            |
| 2 | ЭПК не подаёт свисток | Засорение отверстия (Б) или (В) | Продувка, очистка каналов |
| 3 | Лампа ДТЦ не горит    | Порвана диафрагма ДТЦ           | Замена диафрагмы          |

### **Задание 5. Визуальный осмотр макетов аппаратов.**

Студенты осматривают макеты пневматических аппаратов и выявляют видимые дефекты:

- состояние резиновых манжет и диафрагм (трещины, разрывы);
- состояние контактов (подгар, износ);
- состояние пружин (потеря упругости, трещины);
- загрязнение фильтров и калиброванных отверстий;
- состояние уплотнений (износ, трещины).

*Результаты заносятся в таблицу:*

| № | Осматриваемый узел          | Выявленный дефект | Заключение         |
|---|-----------------------------|-------------------|--------------------|
| 1 | Диафрагма ЭПК-150           | Трещины           | Требуется замена   |
| 2 | Контакты микропереключателя | Подгар            | Требуется зачистка |

| № | Осматриваемый узел          | Выявленный дефект | Заключение         |
|---|-----------------------------|-------------------|--------------------|
| 3 | Пружина сигнализатора № 352 | Потеря упругости  | Требуется замена   |
| 4 | Калиброванное отверстие (Б) | Засорение         | Требуется продувка |

#### Задание 6. Определение класса неисправности.

| Класс            | Характер неисправности                                    | Примеры                                                               |
|------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| <b>1-й класс</b> | Отсутствие дефектов, допустимый износ                     | Незначительный износ уплотнений, допустимый прогиб диафрагмы          |
| <b>2-й класс</b> | Незначительные дефекты (ремонт без полной разборки)       | Продувка каналов, зачистка контактов, замена пружин, регулировка      |
| <b>3-й класс</b> | Критические дефекты (требуется разборка и замена деталей) | Разрыв диафрагмы, обрыв катушки, заклинивание клапана, замена прибора |

#### Этап 3. Определение способов устранения (15 минут)

##### Задание 7. Подбор способов устранения.

| Неисправность                                    | Способ устранения                          |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Засорение калиброванного отверстия в ЭПК-150     | Продувка сжатым воздухом, очистка канала   |
| Повреждение диафрагмы датчика № 418              | Замена диафрагмы                           |
| Потеря упругости пружины в сигнализаторе № 352   | Замена пружины                             |
| Неправильная регулировка контактов сигнализатора | Регулировка зазора до 1,8–2,2 мм           |
| Пропуск воздуха через клапан                     | Притирка клапанной пары, замена уплотнений |
| Неисправность манометра                          | Замена, поверка, пломбирование             |

#### Задание 8. Составление технологической последовательности ремонта.

Студенты составляют последовательность ремонта электропневматического клапана ЭПК-150:

1. Перекрыть питающую магистраль и стравить давление из полостей;
2. Отключить электрические провода;
3. Снять клапан с кронштейна;
4. Разобрать клапан (открутить корпус электромагнита, снять среднюю часть);
5. Осмотреть и дефектовать детали (диафрагму, клапан, пружины, контакты);
6. Заменить изношенные детали (диафрагму, уплотнения, пружины) ;

7. Произвести очистку и продувку каналов;
8. Собрать клапан в обратной последовательности;
9. Проверить герметичность и работу под напряжением;
10. Установить на локомотив.

#### Этап 4. Оформление дефектной ведомости (5 минут)

##### Задание 9. Составление дефектной ведомости.

| № | Наименование узла/детали             | Выявленный дефект      | Параметр/Норма | Класс     | Способ устранения     |
|---|--------------------------------------|------------------------|----------------|-----------|-----------------------|
| 1 | ЭПК-150, катушка электромагнита      | Обрыв                  | 45–55 В        | 3-й класс | Замена катушки        |
| 2 | ЭПК-150, калиброванное отверстие (Б) | Засорение              | 0,9–1,0 мм     | 2-й класс | Продувка, очистка     |
| 3 | Датчик № 418, диафрагма ДТЦ          | Разрыв                 | —              | 3-й класс | Замена диафрагмы      |
| 4 | Сигнализатор № 352, контакты         | Зазор 0,5 мм           | 1,8–2,2 мм     | 2-й класс | Регулировка контактов |
| 5 | Манометр                             | Не возвращается к нулю | —              | 3-й класс | Замена, проверка      |

#### 3.2.3. Заключительная часть (20 минут)

##### 1. Контрольное выполнение задания (10 минут):

Каждый студент получает карточку-задание с описанием аварийной ситуации.

*Пример карточки: «При проверке работы тормозного оборудования на электровозе ВЛ80с обнаружено, что при снижении давления в тормозной магистрали на 0,2 кгс/см<sup>2</sup> сигнальная лампа на пульте управления не загорается. При дальнейшей разрядке на 0,5–0,6 кгс/см<sup>2</sup> лампа также не горит».*

##### Задание:

- Определить, работа какого прибора нарушена (пневмоэлектрический датчик № 418) ;
- Указать возможные причины неисправности (нарушение целостности электрической цепи, неисправность микропереключателя, повреждение диафрагмы) ;
- Предложить способ устранения (проверить цепь, заменить диафрагму или микропереключатель);
- Заполнить дефектную ведомость.

## 2. Разбор типичных ошибок (5 минут):

| Ошибка                                          | Пояснение                                                                          | Способ исправления                                                                  |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Путаница в назначении приборов                  | Не различают кран машиниста, кран вспомогательного тормоза и воздухораспределитель | Изучить назначение каждого прибора по схеме                                         |
| Неправильная интерпретация показаний манометров | Не учитывают, что давление в тормозной магистрали и тормозных цилиндрах разное     | Запомнить нормы: ТМ — 5,0–6,8 кгс/см <sup>2</sup> , ТЦ — до 0,7 кгс/см <sup>2</sup> |
| Игнорирование требований к манометрам           | Не проверяют наличие пломбы, срок поверки                                          | Запомнить: отсутствие пломбы — запрет к применению                                  |
| Неправильное определение класса неисправности   | Путают 2-й и 3-й класс                                                             | Уточнять по возможности устранения в условиях депо                                  |
| Неучёт особенностей работы ЭПК-150              | Не знают время зарядки камеры выдержки времени                                     | Запомнить: не более 10 с до 0,8 кгс/см <sup>2</sup>                                 |

## 3. Подведение итогов (3–5 минут):

- Оценка работы группы;
- Выставление оценок;
- Домашнее задание.

## 4. Оценочные материалы

### 4.1. Оценочный лист

| Критерий                                                    | Оценка (0–5) |
|-------------------------------------------------------------|--------------|
| 1. Знание устройства и назначения пневматической аппаратуры |              |
| 2. Правильность определения рабочих параметров приборов     |              |
| 3. Правильность выявления неисправностей по признакам       |              |
| 4. Знание способов устранения неисправностей                |              |
| 5. Определение класса неисправности                         |              |
| 6. Заполнение дефектной ведомости                           |              |
| 7. Соблюдение техники безопасности                          |              |
| <b>Итого</b>                                                | <b>0–35</b>  |

### Шкала перевода баллов в оценку:

| Баллы | Оценка                |
|-------|-----------------------|
| 28–35 | «отлично»             |
| 21–27 | «хорошо»              |
| 14–20 | «удовлетворительно»   |
| 0–13  | «неудовлетворительно» |

#### 4.2. Контрольные вопросы для самопроверки

1. Каково назначение крана машиниста № 394 и чем он отличается от крана № 254?
2. Каково назначение электропневматического клапана автостопа ЭПК-150 и как он работает?
3. Каковы основные неисправности ЭПК-150 и способы их устранения?
4. Каковы признаки неисправности пневмоэлектрического датчика № 418?
5. Какие параметры контролируются при проверке сигнализатора отпуска тормозов № 352?
6. Каковы требования к исправным манометрам на локомотиве?
7. В каких случаях манометр не допускается к применению?
8. Какие неисправности пневматической аппаратуры разрешено устранять силами ремонтных бригад в парках?
9. Какова последовательность ремонта электропневматического клапана ЭПК-150?
10. Каковы правила безопасности при работе с пневматическим оборудованием?

#### 5. Домашнее задание

1. Изучить устройство и принцип работы электропневматического клапана ЭПК-150 по учебнику и конспекту.
2. Повторить основные параметры работы пневматических приборов и их неисправности.
3. Составить алгоритм проверки пневмоэлектрического датчика № 418 на локомотиве.
4. Подготовить сообщение на тему «Применение стендов для испытания пневматических аппаратов» (по желанию).

#### 6. Приложение: Памятка для студентов

##### ПАМЯТКА «Диагностика пневматической аппаратуры»

##### Основные параметры контроля:

- ЭПК-150: напряжение 45–55 В, время зарядки  $\leq 10$  с;
- Датчик № 418: срабатывание ДТЦ при  $>0,7$  кгс/см<sup>2</sup>, ДДР при  $>1,3$  кгс/см<sup>2</sup>;
- Сигнализатор № 352: зазор контактов 1,8–2,2 мм, срабатывание при 0,2–0,4 кгс/см<sup>2</sup>.

##### Признаки неисправностей:

- Утечка воздуха → повреждение уплотнений, неплотность клапанов;
- Отказ срабатывания → обрыв цепи, заклинивание, повреждение диафрагмы;
- Неправильное срабатывание → нарушение регулировки, засорение калиброванных отверстий.

##### Методы устранения:

- Продувка каналов и отверстий;
- Замена диафрагм и уплотнений;
- Регулировка контактов и механизмов;
- Проверка и замена манометров.

## Практическое занятие № 16

**Тема: «Проверка исправности работы воздухораспределителей различных типов и устранение возможных неисправностей»**

**1. Цель:** Сформировать у студентов практические навыки проверки исправности работы воздухораспределителей различных типов, выявления их характерных неисправностей и определения способов их устранения в условиях эксплуатации и ремонта

**Время: 4 академических часа (180 минут)**

### Формируемые компетенции

| Код компетенции | Формулировка                                                                                                                                                |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОК 01           | Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам                                                           |
| ОК 02           | Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности |
| ОК 04           | Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде                                                                                              |
| ПК 1.1          | Выявлять неисправности основных узлов оборудования и механизмов подвижного состава                                                                          |
| ПК 1.2          | Проводить демонтаж, монтаж, сборку и регулировку узлов и механизмов подвижного состава                                                                      |
| ПК 1.3          | Проводить ремонт узлов, механизмов и изготовление отдельных деталей подвижного состава                                                                      |

## 2. Теоретическая часть

### 2.1. Назначение и классификация воздухораспределителей

**Воздухораспределитель (ВР)** — основной прибор автоматического пневматического тормоза, предназначенный для приведения в действие тормозной рычажной передачи на локомотивах и вагонах. Он управляет зарядкой резервуаров, наполнением тормозных цилиндров и выпуском воздуха при отпуске.

#### Основные функции воздухораспределителя:

- Автоматическое управление тормозами: регулирует давление в тормозных цилиндрах в зависимости от давления в магистрали;
- Зарядка резервуаров: наполняет запасные и рабочие объёмы воздухом из магистрали;
- Торможение и отпуск: при падении давления в магистрали наполняет цилиндры, при повышении — выпускает воздух;
- Безопасность движения: обеспечивает синхронное срабатывание тормозов по всему составу.

**Принцип действия** воздухораспределителя основан на воздействии давления воздуха на поршень со стороны тормозной магистрали и запасного резервуара. Разность этих давлений заставляет перемещаться поршень в сторону наименьшего давления.

#### Классификация воздухораспределителей по назначению:

| Тип   | Назначение                         | Применение                                               |
|-------|------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| № 483 | Грузовой                           | Грузовые вагоны, локомотивы при ведении грузовых поездов |
| № 292 | Пассажирский                       | Пассажирские вагоны, электропоезда                       |
| № 242 | Современный пассажирский           | Вагоны нового поколения, взаимозаменяем с № 292          |
| № 305 | Электровоздухораспределитель (ЭПТ) | Пассажирские вагоны, МВПС                                |

## 2.2. Конструктивные особенности воздухораспределителей

### Воздухораспределитель № 483 (грузовой):

- Состоит из трёх частей: главной части, магистральной части, двухкамерного резервуара;

- Имеет два режима — равнинный и горный;
- Скорость распространения тормозной волны ~265–290 м/с;
- Масса около 37 кг.
- Основные детали: главный поршень, уравнительный поршень, обратный клапан (обеспечивают неистоцимость тормоза).

### Воздухораспределитель № 292 (пассажирский):

- Состоит из трёх частей: магистральной части, крышки с камерой дополнительной разрядки (КДР) объемом 1 л, ускорителя экстренного торможения;

- Имеет три режима работы, переключаемые ручкой:

- «К» — короткооставный (до 20 вагонов);
- «Д» — длиннооставный (свыше 20 вагонов);
- «УВ» — ускоритель выключен (до 7 вагонов).

- КДР служит для дополнительной разрядки тормозной магистрали и ускорения тормозной волны.

### Электровоздухораспределитель № 305 (ЭПТ):

- Состоит из четырёх частей: рабочей камеры, электрической части, пневматического реле, переключающего клапана;

- Питание — постоянный ток 50 или 110 В;

- Принцип действия: при подаче электрического сигнала подаёт сжатый воздух в тормозной цилиндр без воздействия на тормозную магистраль.

### Воздухораспределитель № 242 (современный пассажирский):

- Клапанно-поршневая конструкция;
- Рабочее давление: 0,45–0,56 МПа (4,5–5,6 кгс/см<sup>2</sup>);
- Скорость распространения тормозной волны  $\geq 250$  м/с;
- Бесступенчатый отпуск, возможность включения/отключения ускорителя экстренного торможения на любом режиме.

## 2.3. Основные параметры работы воздухораспределителей

### Таблица 1. Параметры воздухораспределителей

| Параметр                                                           | ВР № 483 | ВР № 292 | ВР № 242 |
|--------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|
| Рабочее давление, кгс/см <sup>2</sup>                              | 4,5–5,6  | 4,5–5,6  | 4,5–5,6  |
| Скорость тормозной волны, м/с                                      | 265–290  | ~280     | ≥250     |
| Макс. давление в ТЦ на груз. режиме, кгс/см <sup>2</sup>           | 4,5      | —        | —        |
| Объём КДР, л                                                       | —        | 1,0      | —        |
| Время зарядки РК с 0 до 5 кгс/см <sup>2</sup> (равн.), с           | —        | —        | —        |
| Время повышения давления в ЗР с 4,0 до 4,5 кгс/см <sup>2</sup> , с | —        | 15–25    | —        |

#### 2.4. Характерные неисправности воздухораспределителей

**Таблица 2. Неисправности воздухораспределителя № 483**

| № | Признак неисправности                       | Вероятная причина                                                  |
|---|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 1 | Медленная зарядка запасного резервуара      | Засорение калиброванных отверстий, неисправность обратного клапана |
| 2 | Самопроизвольное срабатывание на торможение | Утечка воздуха в магистральной части, неисправность диафрагмы      |
| 3 | Неполный отпуск тормозов                    | Заедание главного поршня, ослабление пружины отпуска               |
| 4 | Утечка воздуха в атмосферу                  | Износ или повреждение уплотнений, неплотная посадка золотников     |

**Таблица 3. Неисправности воздухораспределителя № 292**

| № | Признак неисправности                                                | Вероятная причина                                                       |
|---|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 1 | ВР не приходит в действие при служебном торможении                   | Засорение калиброванного отверстия, неисправность магистрального поршня |
| 2 | Дутьё воздуха в атмосферу из магистральной части                     | Неплотная посадка золотников, повреждение диафрагмы                     |
| 3 | Самопроизвольное срабатывание на экстренное торможение при служебном | Неправильное положение ручки режимного переключателя (режим «УВ»)       |

| № | Признак неисправности     | Вероятная причина                            |
|---|---------------------------|----------------------------------------------|
| 4 | Медленный отпуск тормозов | Засорение каналов выпуска, ослабление пружин |

**Таблица 4. Неисправности электровоздухораспределителя № 305**

| № | Признак неисправности                                   | Вероятная причина                                                   |
|---|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| 1 | Отсутствие торможения при подаче электрического сигнала | Обрыв катушки электромагнитного вентиля, отсутствие питания         |
| 2 | Отсутствие отпуска при снятии сигнала                   | Заклинивание отпускного вентиля, обрыв цепи                         |
| 3 | Неполное наполнение тормозного цилиндра                 | Засорение каналов пневматического реле, недостаточное давление в ЗР |

## 2.5. Способы устранения неисправностей

| Неисправность                                  | Способ устранения                                                        |
|------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Засорение калиброванных отверстий              | Разборка, продувка сжатым воздухом, прочистка специальными инструментами |
| Повреждение диафрагмы                          | Разборка ВР, замена диафрагмы                                            |
| Неплотная посадка золотников                   | Притирка золотников, замена уплотнительных колец                         |
| Заедание поршней                               | Разборка, очистка от загрязнений, смазка направляющих                    |
| Неисправность электромагнитного вентиля        | Проверка обмотки омметром, замена катушки или вентиля                    |
| Неправильное положение режимного переключателя | Установка ручки в нужное положение согласно длине поезда                 |

### Порядок отключения неисправного воздухораспределителя № 292.001 на вагоне :

1. Перекрыть разобщительный кран на подводящей трубе от магистрали;
2. Открыть концевой кран со стороны неисправного ВР;
3. Произвести полную разрядку тормозной магистрали.

## 3. Практическая часть

### 3.1. Оснащение

| № | Наименование                                        | Количество    |
|---|-----------------------------------------------------|---------------|
| 1 | Макеты воздухораспределителей (№ 483, № 292, № 305) | 2–3 комплекта |

| №  | Наименование                                                  | Количество         |
|----|---------------------------------------------------------------|--------------------|
| 2  | Разрезные макеты ВР для изучения внутреннего устройства       | 1–2 шт.            |
| 3  | Стенд для испытания воздухораспределителей (или имитационный) | 1 шт.              |
| 4  | Манометры для проверки давления                               | 2–3 шт.            |
| 5  | Набор слесарного инструмента (ключи, отвёртки)                | 2–3 комплекта      |
| 6  | Плакат «Устройство воздухораспределителя № 483»               | 2 шт.              |
| 7  | Плакат «Устройство воздухораспределителя № 292»               | 2 шт.              |
| 8  | Плакат «Режимы работы воздухораспределителей»                 | 2 шт.              |
| 9  | Бланки дефектных ведомостей                                   | по числу студентов |
| 10 | Инструкции по ремонту и испытанию ВР                          | по числу студентов |
| 11 | Карточки-задания с описанием неисправностей                   | по числу студентов |

### **3.2. Порядок проведения занятия**

#### **3.2.1. Вводная часть (10 минут)**

1. Проверка готовности студентов.
2. Объявление темы и целей занятия.

#### **3. Инструктаж по технике безопасности:**

- При работе с пневматическим оборудованием убедиться в отсутствии давления в полостях перед разборкой;
- Не направлять струю сжатого воздуха в сторону людей;
- При испытаниях на стенде соблюдать установленные режимы давления;
- При работе с электрическими цепями (ВР № 305) соблюдать правила электробезопасности.

#### **4. Актуализация знаний:**

- Каково назначение воздухораспределителя в тормозной системе?
- Какие типы воздухораспределителей применяются на подвижном составе?
- Чем отличается грузовой ВР от пассажирского?
- Каково назначение камеры дополнительной разрядки в ВР № 292?
- Чем отличается ЭПТ от пневматического тормоза?

#### **3.2.2. Основная часть (60 минут)**

**Этап 1. Изучение конструкции и режимов работы воздухораспределителей (15 минут)**

##### **Задание 1. Идентификация элементов ВР.**

Студенты осматривают макеты воздухораспределителей и находят:

- Для ВР № 483: главную часть, магистральную часть, двухкамерный резервуар, уравнильный поршень;
- Для ВР № 292: магистральную часть, крышку с КДР, ускоритель экстренного торможения, режимный переключатель;

• Для ВР № 305: рабочую камеру, электрическую часть, пневматическое реле, переключающий клапан.

### **Задание 2. Изучение режимов работы.**

Студенты определяют положения ручки режимного переключателя:

- Для ВР № 292: положения «К», «Д», «УВ»;
- Для ВР № 483: положения «Равнинный» и «Горный».

### **Задание 3. Зарисовка схемы ВР.**

Студенты зарисовывают упрощённую схему воздухораспределителя № 292 с указанием основных частей и каналов.

## **Этап 2. Проверка исправности и выявление неисправностей (25 минут)**

### **Задание 4. Проверка параметров работы.**

На испытательном стенде (или по имитации) студенты проверяют параметры работы ВР:

- время зарядки запасного резервуара;
- время наполнения тормозного цилиндра при служебном и экстренном торможении;
- плотность (отсутствие утечек).

*Результаты заносятся в таблицу:*

| Параметр                                                     | Нормативное значение | Фактическое значение | Заключение        |
|--------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|-------------------|
| Время зарядки ЗР с 4,0 до 4,5 кгс/см <sup>2</sup> (ВР № 292) | 15–25 с              | 30 с                 | <b>Неисправен</b> |
| Время наполнения ТЦ до 3,5 кгс/см <sup>2</sup> (экстр.)      | по норме             | —                    | —                 |

### **Задание 5. Диагностика по признакам неисправностей.**

Студенты по карточкам-заданиям определяют неисправности.

*Пример карточки №1: «При проверке воздухораспределителя № 292.001 обнаружено, что при служебном торможении воздухораспределитель не приходит в действие. Тормозные цилиндры не наполняются.»*

**Задание:** Определить вероятную причину (засорение калиброванного отверстия, неисправность магистрального поршня).

*Пример карточки №2: «Из магистральной части воздухораспределителя № 292 слышно дутьё воздуха в атмосферу. При этом тормозной цилиндр не наполняется.»*

**Задание:** Определить вероятную причину (неплотная посадка золотников, повреждение диафрагмы).

*Результаты заносятся в таблицу:*

| № | Признак неисправности                      | Вероятная причина                  | Способ устранения           |
|---|--------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| 1 | ВР не срабатывает при служебном торможении | Засорение калиброванного отверстия | Прочистка, продувка         |
| 2 | Дутьё из магистральной части               | Неплотная посадка золотников       | Притирка, замена уплотнений |

| № | Признак неисправности                                | Вероятная причина                 | Способ устранения            |
|---|------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| 3 | Самопроизвольное экстренное торможение при служебном | Неправильное положение ручки (УВ) | Установить режим «К» или «Д» |

#### Задание 6. Определение класса неисправности.

| Класс            | Характер неисправности                              | Примеры                                                 |
|------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>1-й класс</b> | Отсутствие дефектов, допустимый износ               | Нормальные параметры работы                             |
| <b>2-й класс</b> | Незначительные дефекты (ремонт без полной разборки) | Продувка, замена пружин, регулировка режимов            |
| <b>3-й класс</b> | Критические дефекты (требуется полная разборка)     | Разрыв диафрагмы, заклинивание поршня, износ золотников |

#### Этап 3. Определение способов устранения (15 минут)

##### Задание 7. Подбор способов устранения.

| Неисправность                                       | Способ устранения                             |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Засорение каналов                                   | Разборка, продувка сжатым воздухом, прочистка |
| Повреждение диафрагмы                               | Замена диафрагмы                              |
| Неплотная посадка золотников                        | Притирка, замена уплотнительных колец         |
| Заедание поршня                                     | Разборка, очистка, смазка                     |
| Неисправность электромагнитного вентилей (ВР № 305) | Проверка обмотки, замена катушки или вентилей |
| Неправильное положение ручки режимов                | Установка согласно длине поезда               |

#### Задание 8. Составление технологической последовательности ремонта ВР.

Студенты составляют последовательность ремонта воздухораспределителя № 483:

1. Отключить ВР от пневматических магистралей, стравить давление;
2. Демонтировать ВР с локомотива или вагона;
3. Разобрать ВР на основные части (главная, магистральная);
4. Произвести очистку и дефектовку деталей (диафрагмы, золотники, поршни, пружины);
5. Заменить изношенные детали;
6. Собрать ВР;
7. Провести испытание на стенде;
8. Установить ВР на подвижной состав.

**Этап 4. Оформление дефектной ведомости (5 минут)****Задание 9. Составление дефектной ведомости.**

| № | Наименование узла/детали           | Выявленный дефект                 | Класс     | Способ устранения                      |
|---|------------------------------------|-----------------------------------|-----------|----------------------------------------|
| 1 | ВР № 292, магистральная часть      | Дутьё воздуха в атмосферу         | 3-й класс | Разборка, замена уплотнений золотников |
| 2 | ВР № 483, главная часть            | Заедание главного поршня          | 3-й класс | Разборка, очистка, замена поршня       |
| 3 | ВР № 305, электромагнитный вентиль | Обрыв катушки (проверка омметром) | 3-й класс | Замена катушки                         |
| 4 | ВР № 292, режимный переключатель   | Ручка в положении «УВ»            | 2-й класс | Установка режима «К» или «Д»           |

**3.2.3. Заключительная часть (20 минут)****1. Контрольное выполнение задания (10 минут):**

Каждый студент получает карточку-задание.

*Пример карточки: «При техническом обслуживании локомотива обнаружено, что воздухораспределитель № 483 не обеспечивает полный отпуск тормозов. Тормозные цилиндры остаются частично наполненными. При осмотре выявлено, что пружина отпуска ослаблена.»*

**Задание:**

- Определить причину неисправности (ослабление пружины отпуска, заедание главного поршня);
- Предложить способ устранения (замена пружины, разборка и очистка);
- Указать класс неисправности (3-й класс, требуется разборка);
- Заполнить дефектную ведомость.

**2. Разбор типичных ошибок (5 минут):**

| Ошибка                                | Пояснение                               | Способ исправления                                                         |
|---------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Путаница в назначении ВР разных типов | Не различают грузовой и пассажирский ВР | Запомнить: 483 — грузовой, 292 и 242 — пассажирские                        |
| Неправильная интерпретация режимов    | Путают «К», «Д», «УВ» в ВР № 292        | Запомнить: «К» — до 20 вагонов, «Д» — свыше 20, «УВ» — выключен ускоритель |
| Неучёт КДР в ВР № 292                 | Не понимают её роль                     | Запомнить: КДР ускоряет тормозную волну                                    |

| Ошибка                                | Пояснение              | Способ исправления                   |
|---------------------------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Игнорирование испытаний после ремонта | Важно для безопасности | Всегда проводить стендовые испытания |

### 3. Подведение итогов (3–5 минут):

- Оценка работы группы;
- Выставление оценок;
- Домашнее задание.

### 4. Оценочные материалы

#### 4.1. Оценочный лист

| Критерий                                                 | Оценка (0–5) |
|----------------------------------------------------------|--------------|
| 1. Знание устройства и назначения воздухораспределителей |              |
| 2. Правильность определения типов ВР и их режимов        |              |
| 3. Правильность выявления неисправностей по признакам    |              |
| 4. Знание способов устранения неисправностей             |              |
| 5. Определение класса неисправности                      |              |
| 6. Заполнение дефектной ведомости                        |              |
| 7. Соблюдение техники безопасности                       |              |
| <b>Итого</b>                                             | <b>0–35</b>  |

#### Шкала перевода баллов в оценку:

| Баллы | Оценка                |
|-------|-----------------------|
| 28–35 | «отлично»             |
| 21–27 | «хорошо»              |
| 14–20 | «удовлетворительно»   |
| 0–13  | «неудовлетворительно» |

#### 4.2. Контрольные вопросы для самопроверки

1. Каково назначение воздухораспределителя и как он работает?
2. Какие типы воздухораспределителей применяются на подвижном составе?
3. Каковы конструктивные особенности ВР № 483 и № 292?
4. Каково назначение камеры дополнительной разрядки (КДР) в ВР № 292?

5. Какие режимы работы имеет ВР № 483 и чем они отличаются?
6. Какие режимы работы имеет ВР № 292 и для чего они служат?
7. Каковы основные неисправности воздухораспределителя № 292?
8. В чём отличие электровоздухораспределителя № 305 от пневматического ВР?
9. Как производится отключение неисправного ВР на вагоне?
10. Какова последовательность ремонта воздухораспределителя после выявления неисправности?

### 5. Домашнее задание

1. Изучить устройство и принцип работы воздухораспределителей № 483 и № 292 по учебнику и конспекту.
2. Повторить основные неисправности ВР и способы их устранения.
3. Составить алгоритм проверки воздухораспределителя на испытательном стенде.
4. Подготовить сообщение на тему «Современные воздухораспределители и перспективы их развития» (по желанию).

### 6. Приложение: Памятка для студентов

#### ПАМЯТКА «Проверка исправности воздухораспределителей»

##### Основные типы ВР:

| Тип   | Назначение   | Режимы                                 |
|-------|--------------|----------------------------------------|
| № 483 | Грузовой     | Равнинный, горный                      |
| № 292 | Пассажирский | «К» (до 20 ваг.), «Д» (свыше 20), «УВ» |
| № 305 | ЭПТ          | Управляется электрическим сигналом     |

##### Основные признаки неисправностей:

- Медленная зарядка → засорение каналов;
- ВР не срабатывает → неисправность магистрального поршня;
- Дутьё в атмосферу → неплотная посадка золотников;
- Самопроизвольное срабатывание → неправильный режим или утечки.

##### Порядок действий при неисправности:

1. Отключить ВР от магистрали;
2. Сбросить давление;
3. Разобрать и дефектовать;
4. Заменить неисправные детали;
5. Испытать на стенде.

### Практическое занятие № 17

**Тема: «Проверка исправности работы кранов машиниста и компрессоров различных типов и устранение возможных неисправностей»**

**1. Цель:** Сформировать у студентов практические навыки проверки исправности работы кранов машиниста и компрессоров различных типов, выявления характерных неисправностей и определения способов их устранения.

**Время: 4 академических часа (180 минут)**

## Формируемые компетенции

| Код компетенции | Формулировка                                                                                                                                                |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОК 01           | Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам                                                           |
| ОК 02           | Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности |
| ОК 04           | Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде                                                                                              |
| ПК 1.1          | Выявлять неисправности основных узлов оборудования и механизмов подвижного состава                                                                          |
| ПК 1.2          | Проводить демонтаж, монтаж, сборку и регулировку узлов и механизмов подвижного состава                                                                      |
| ПК 1.3          | Проводить ремонт узлов, механизмов и изготовление отдельных деталей подвижного состава                                                                      |

## 2. Теоретическая часть

### 2.1. Назначение и классификация кранов машиниста

**Кран машиниста** — основной прибор управления пневматическими тормозами поезда. С его помощью производится зарядка тормозной магистрали (ТМ), поддержание в ней определённого давления и выпуск воздуха в атмосферу при торможении.

**Кран машиниста усл. № 394** состоит из пяти частей: верхней (золотниковой), средней (промежуточной — зеркало золотника), нижней (уравнительной), стабилизатора (выпускного дросселирующего клапана) и редуктора (питательного клапана). Для управления электропневматическими тормозами на кран машиниста установлен контроллер — такому крану присвоен усл. № 395.

### Классификация кранов машиниста:

| Тип          | Назначение                                                    | Особенности                    |
|--------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| <b>№ 394</b> | Управление пневматическими тормозами                          | Без контроллера ЭПТ            |
| <b>№ 395</b> | Управление пневматическими и электропневматическими тормозами | С контроллером ЭПТ             |
| <b>№ 254</b> | Кран вспомогательного тормоза                                 | Управление тормозом локомотива |

### Основные положения ручки крана машиниста № 394/395:

- **I положение** — зарядка и отпуск (поездное);
- **II положение** — перекрыша без питания (давление поддерживается автоматически);
- **III положение** — перекрыша с питанием;

- **IV положение** — служебное торможение;
- **V положение** — служебное торможение с быстрой разрядкой;
- **VA положение** — служебное торможение с ускоренной разрядкой (для пассажирских);
- **VI положение** — экстренное торможение.

## 2.2. Конструкция и параметры компрессоров

**Компрессор КТ-6, КТ-6Эл** — поршневой двухступенчатый компрессор, обеспечивающий получение сжатого воздуха для работы пневматических систем и приборов локомотива и поезда.

### Основные параметры работы компрессора КТ-6:

| Параметр                              | Нормативное значение             |
|---------------------------------------|----------------------------------|
| Температура нагрева компрессора       | Не более 150°C                   |
| Подъём нагнетательных клапанов        | 2,5–2,7 мм                       |
| Давление масла в системе смазки       | Не менее 1,5 кгс/см <sup>2</sup> |
| Давление включения регулятора АК-11Б  | 6,5–7,5 кгс/см <sup>2</sup>      |
| Давление отключения регулятора АК-11Б | 8,0–9,0 кгс/см <sup>2</sup>      |

## 2.3. Основные неисправности кранов машиниста

Таблица 1. Неисправности крана машиниста № 394/395 [citation:1, 4]

| № | Признак неисправности                                          | Вероятная причина                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | <b>Повышение давления в ТМ при II положении ручки</b>          | Повышенные утечки в уравнительном резервуаре; нарушение плотности диафрагмы редуктора; пропуск клапана редуктора из-за плохой притирки или загрязнения; пропуск золотника; засорение отверстия 0,45 мм в стабилизаторе; засорение отверстия 1,6 мм в корпусе средней части крана |
| 2 | <b>При IV положении завышение давления прекратилось</b>        | Неисправность в клапане редуктора                                                                                                                                                                                                                                                |
| 3 | <b>При IV положении завышение давления продолжается</b>        | Пропуск воздуха золотником                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 4 | <b>При IV положении происходит снижение давления в УР и ТМ</b> | Утечки в УР или по соединениям УР с краном машиниста или манометром                                                                                                                                                                                                              |

| <b>№</b> | <b>Признак неисправности</b>                                                                    | <b>Вероятная причина</b>                                                                                  |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5        | <b>Завышение давления из-за излома диафрагмы редуктора</b>                                      | Выход сжатого воздуха через атмосферное отверстие в регулировочном винте редуктора при II положении ручки |
| 6        | <b>Завышение давления прекратилось, но в УР и при II, и при IV положениях давление зарядное</b> | Засорение отверстия 1,6 мм                                                                                |
| 7        | <b>При V положении давление в УР снижается, а в ТМ нет</b>                                      | Неисправность выпускного клапана                                                                          |
| 8        | <b>При II положении давление в УР понижается, а в ТМ повышается</b>                             | Пропуск обратного клапана                                                                                 |
| 9        | <b>Медленное снижение давления в УР при служебном торможении</b>                                | Утечка воздуха в соединениях уравнительного резервуара                                                    |

#### 2.4. Основные неисправности компрессоров

**Таблица 2. Неисправности компрессора КТ-6 и способы их устранения**

| <b>№</b> | <b>Признак неисправности</b>                                       | <b>Вероятная причина</b>                                                                                                                                                       | <b>Способ устранения в пути</b>                                                                                    |
|----------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | <b>Срабатывает предохранительный клапан на холодильнике</b>        | Разрегулировался предохранительный клапан; неисправен клапан цилиндра высокого давления (мал подъём, заедание, неплотности, излом пластин и пружин)                            | Следовать до ближайшего депо; на неисправной секции отключить компрессор выключением кнопки «компрессор» на Щ.П.Р. |
| 2        | <b>Повышенный нагрев компрессора при нормальном давлении масла</b> | Недостаточная плотность магистралей; загрязнение холодильника; слабое нажатие ремня вентилятора; отсутствие лопастей вентилятора; недостаточный подъём нагнетательных клапанов | При утечках — перекрыть места утечек; довести поезд до станции смены бригад, запись в ТУ-152                       |

| № | Признак неисправности                                                        | Вероятная причина                                                                                                   | Способ устранения в пути                                                                |
|---|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 3 | <b>Повышенный нагрев компрессора при недостаточном давлении масла</b>        | Отсутствие или недостаток масла; неисправен масляный насос (засорение отверстий, фильтра, редукционного клапана)    | Залить масло; при сильном нагреве отключить компрессор до депо                          |
| 4 | <b>Мала производительность компрессора</b>                                   | Неисправность клапанов (нагар, недостаточный подъём); износ поршневых колец                                         | Снять оба воздушных фильтра, следовать до депо, запись в ТУ-152                         |
| 5 | <b>Выброс масла в нагнетательный трубопровод или через фильтры</b>           | Износ поршневых колец; высокий уровень масла; повреждение нагнетательных клапанов ЦВД                               | При незначительном — до депо; при сильном — отключить компрессор                        |
| 6 | <b>Посторонний стук при работе</b>                                           | Поломка клапанов, ослабление пластин; увеличенные зазоры в шатунно-кривошипном механизме; ослабление болтов в муфте | Отключить компрессор до депо. При поломке клапанов ЦВД переставить клапана с одного ЦНД |
| 7 | <b>В зимнее время компрессор не работает</b>                                 | Загустела смазка в картере                                                                                          | Отключить компрессор и включить обогрев на 10–15 минут                                  |
| 8 | <b>Компрессоры не выключаются при давлении 9 кгс/см<sup>2</sup> и более</b>  | Неисправен регулятор давления АК-11Б; перемерзание трубки; неправильная регулировка                                 | Управлять компрессорами вручную кнопкой; отрегулировать РД                              |
| 9 | <b>Компрессоры не включаются при давлении 7,5 кгс/см<sup>2</sup> и менее</b> | Не отрегулирован РД; неисправен РД; перемерзание трубки                                                             | Управлять вручную кнопкой или отрегулировать РД                                         |

## 2.5. Устройство и неисправности регулятора давления АК-11Б

Регулятор давления АК-11Б предназначен для автоматического включения и выключения электродвигателя компрессора и поддержания давления в главных резервуарах в заданных пределах (включение при 6,5–7,5 кгс/см<sup>2</sup>, отключение при 8,0–9,0 кгс/см<sup>2</sup>).

**Основные элементы АК-11Б:** диафрагма, регулировочная пружина, подвижный и неподвижный контакты, упорный винт для регулировки замыкания.

### Неисправности АК-11Б:

- Подгар контактов при медленном движении подвижного рычага — сменить резиновую мембрану и удалить грязь;
- Сильный подгар контактов (приваривание) из-за малого зазора — увеличить зазор;

- Не включается из-за слишком большого зазора — уменьшить зазор;
- Не выключается из-за чрезмерного износа накладок контактов — заменить контакты;
- Замерзание конденсата во фланце, разрыв диафрагмы, износ шунта и притирающей пружины.

## **2.6. Способы устранения неисправностей в пути**

### **При неисправности крана машиниста:**

1. При повышении давления в ТМ во II положении — перевести ручку в IV положение.
2. Если завывание прекратилось — неисправность в клапане редуктора. Можно продолжать ведение в IV положении и попытаться простучать заглушку клапана редуктора.
3. Если завывание продолжается — пропуск золотника. Усилить затяжку пружины стабилизатора. Если не устраняется — заменить верхнюю и среднюю части крана из нерабочей кабины.
4. При разрыве диафрагмы редуктора — вести поезд в IV положении, периодически подзаряжая ТМ переводом во II положение.

### **При неисправности регулятора давления:**

- Перейти на управление компрессорами вручную с помощью кнопки «Компрессоры» на пульте машиниста;
- Зашунтировать контакты регулятора давления и управлять компрессорами вручную;
- При необходимости включить резервный регулятор давления из другой кабины.

## **3. Практическая часть**

### **3.1. Оснащение**

| <b>№</b> | <b>Наименование</b>                                          | <b>Количество</b>  |
|----------|--------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1        | Макеты кранов машиниста № 394, 395 (разрезные)               | 2–3 шт.            |
| 2        | Макет компрессора КТ-6 (или плакат с устройством)            | 1 шт.              |
| 3        | Регулятор давления АК-11Б (макет)                            | 1–2 шт.            |
| 4        | Плакат «Устройство крана машиниста № 394»                    | 2 шт.              |
| 5        | Плакат «Неисправности кранов машиниста и способы устранения» | 2 шт.              |
| 6        | Плакат «Неисправности компрессора КТ-6»                      | 2 шт.              |
| 7        | Набор слесарного инструмента (ключи, отвёртки)               | 2–3 комплекта      |
| 8        | Мультиметр (для проверки цепей)                              | по числу студентов |
| 9        | Бланки дефектных ведомостей                                  | по числу студентов |
| 10       | Инструкции по ремонту кранов машиниста и компрессоров        | по числу студентов |

| №  | Наименование                                | Количество         |
|----|---------------------------------------------|--------------------|
| 11 | Карточки-задания с описанием неисправностей | по числу студентов |

### **3.2. Порядок проведения занятия**

#### **3.2.1. Вводная часть (10 минут)**

1. Проверка готовности студентов.
2. Объявление темы и целей занятия.
3. **Инструктаж по технике безопасности:**
  - При работе с пневматическим оборудованием убедиться в отсутствии давления в полостях перед разборкой;
  - Не направлять струю сжатого воздуха в сторону людей;
  - При работе с электрическими цепями соблюдать правила электробезопасности;
  - При разборке пружин и клапанов соблюдать осторожность (возможен вылет деталей).
4. **Актуализация знаний:**
  - Каково назначение крана машиниста и какие типы применяются?
  - Какие положения ручки крана машиниста вы знаете?
  - Каково назначение компрессора на локомотиве?
  - Для чего служит регулятор давления АК-11Б?
  - Каковы признаки неисправности компрессора в пути?

#### **3.2.2. Основная часть (60 минут)**

##### **Этап 1. Изучение конструкции кранов машиниста и компрессоров (15 минут)**

##### **Задание 1. Изучение устройства крана машиниста № 394.**

Студенты изучают плакат и макет крана машиниста № 394, находят основные части:

- верхнюю часть (золотник);
- среднюю часть (зеркало золотника);
- нижнюю часть (уравнительный поршень);
- стабилизатор;
- редуктор (питательный клапан).

##### **Задание 2. Изучение устройства компрессора КТ-6.**

Студенты изучают плакат «Устройство компрессора КТ-6», находят:

- цилиндры низкого и высокого давления;
- нагнетательные и всасывающие клапаны;
- холодильник;
- масляный насос;
- вентилятор охлаждения.

##### **Задание 3. Зарисовка схемы.**

Студенты зарисовывают упрощённую схему крана машиниста № 394 с указанием основных частей.

#### **Этап 2. Выявление неисправностей (25 минут)**

##### **Задание 4. Диагностика неисправностей крана машиниста по признакам.**

Студентам выдаются карточки с описанием неисправностей.

*Пример карточки №1: «При II положении ручки крана машиниста № 394 давление в тормозной магистрали повышается. Манометр УР показывает завышенное давление. При переводе ручки в IV положение завышение давления в ТМ и УР продолжается».*

**Задание:** Определить вероятную причину (пропуск воздуха золотником) и способ устранения (замена верхней и средней частей крана из нерабочей кабины).

*Пример карточки №2: «При II положении ручки крана машиниста слышен выход сжатого воздуха через атмосферное отверстие в регулировочном винте редуктора. Давление в ТМ повышается».*

**Задание:** Определить вероятную причину (разрыв диафрагмы редуктора или нарушение плотности её крепления) и способ устранения (перевести ручку в IV положение и вести поезд до станции; на стоянке заменить редуктор).

*Результаты заносятся в таблицу:*

| № | Признак неисправности                                                   | Вероятная причина                | Способ устранения в пути                                                      |
|---|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Повышение давления в ТМ при II положении, продолжается при IV положении | Пропуск золотника                | Усилить затяжку пружины стабилизатора; заменить верхнюю и среднюю части крана |
| 2 | Выход воздуха из регулировочного винта редуктора при II положении       | Разрыв диафрагмы редуктора       | Перевести в IV положение, вести до станции, заменить редуктор                 |
| 3 | При V положении давление в УР снижается, в ТМ — нет                     | Неисправность выпускного клапана | Замена клапана                                                                |

#### **Задание 5. Диагностика неисправностей компрессора.**

Студентам выдаются карточки с описанием неисправностей компрессора.

*Пример карточки №3: «При работе компрессора КТ-6 наблюдается повышенный нагрев корпуса до 160°C. Давление масла в норме. Вентилятор компрессора вращается, но лопасти отсутствуют».*

**Задание:** Определить причину неисправности (отсутствие лопастей вентилятора) и способ устранения (довести поезд до станции смены бригад, сделать запись в ТУ-152).

*Пример карточки №4: «Компрессор КТ-6 работает с посторонним стуком. При осмотре обнаружено, что в одном из цилиндров слышен металлический звон. Производительность компрессора снижена».*

**Задание:** Определить вероятную причину (поломка клапанов или ослабление клапанных пластин) и способ устранения (отключить компрессор выключением кнопки «компрессор» на Щ.П.Р., следовать до депо).

*Результаты заносятся в таблицу:*

| № | Признак неисправности                           | Вероятная причина               | Способ устранения              |
|---|-------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| 1 | Температура компрессора >150°C, масло в норме   | Отсутствие лопастей вентилятора | Запись в ТУ-152, ремонт в депо |
| 2 | Стук в компрессоре, снижение производительности | Поломка клапанов                | Отключить компрессор до депо   |

| № | Признак неисправности                                | Вероятная причина           | Способ устранения                            |
|---|------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------|
| 3 | Компрессоры не выключаются при 9 кгс/см <sup>2</sup> | Неисправен регулятор АК-11Б | Управлять вручную кнопкой, отрегулировать РД |

#### **Задание 6. Проверка регулятора давления АК-11Б.**

Студенты осматривают макет регулятора давления и определяют возможные неисправности:

- состояние диафрагмы (разрыв, трещины);
- состояние контактов (подгар, приваривание);
- зазоры между контактами .

#### **Этап 3. Определение способов устранения (15 минут)**

##### **Задание 7. Подбор способов устранения для кранов машиниста.**

| Неисправность              | Способ устранения в пути                                                                    | Ремонт в депо                                  |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Пропуск клапана редуктора  | Перевести ручку в IV положение, простучать заглушку; вести до станции                       | Разборка, притирка клапана, замена уплотнений  |
| Пропуск золотника          | Усилить затяжку пружины стабилизатора; заменить верхнюю и среднюю части из нерабочей кабины | Притирка золотника к зеркалу, замена золотника |
| Разрыв диафрагмы редуктора | Перевести ручку в IV положение, вести до станции, заменить редуктор                         | Замена диафрагмы                               |
| Засорение отверстия 1,6 мм | Остановить поезд, заменить верхнюю и среднюю части крана                                    | Прочистка калиброванных отверстий              |

##### **Задание 8. Подбор способов устранения для компрессоров.**

| Неисправность                           | Способ устранения в пути                                                             | Ремонт в депо                                                           |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Срабатывание предохранительного клапана | Отключить компрессор кнопкой на Щ.П.Р., следовать до депо                            | Проверка и регулировка клапана, ремонт клапанов ЦВД                     |
| Повышенный нагрев                       | Проверить плотность магистралей, устранить утечки; следовать до станции смены бригад | Очистка холодильника, замена лопастей вентилятора, регулировка клапанов |

| Неисправность                    | Способ устранения в пути                                                 | Ремонт в депо                           |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Малая производительность         | Снять воздушные фильтры, следовать до депо                               | Замена клапанов, замена поршневых колец |
| Не включается регулятор давления | Управлять вручную кнопкой; включить резервный регулятор из другой кабины | Ремонт или замена регулятора АК-11Б     |

#### **Задание 9. Составление алгоритма действий при неисправности.**

Студенты составляют алгоритм действий при повышении давления в ТМ во II положении ручки крана машиниста:

1. Обнаружить повышение давления по манометру ТМ (в пассажирском поезде не более 0,55 МПа, в грузовом — не более 0,65 МПа).
2. Перевести ручку крана в IV положение, наблюдая за показаниями манометров.
3. Если завышение прекратилось — неисправность в клапане редуктора. Вести поезд в IV положении, пытаться простучать заглушку клапана.
4. Если завышение продолжается — пропуск золотника. Усилить затяжку пружины стабилизатора, вернуть ручку во II положение.
5. Если не устраняется — на станции заменить верхнюю и среднюю части крана из нерабочей кабины.
6. После замены — зарядить ТМ, отрегулировать стабилизатор, произвести сокращённое опробование тормозов.

#### **Этап 4. Оформление дефектной ведомости (5 минут)**

##### **Задание 10. Составление дефектной ведомости.**

| № | Наименование узла/детали                  | Выявленный дефект                          | Класс     | Способ устранения                           |
|---|-------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------|
| 1 | Кран машиниста № 394, золотник            | Пропуск воздуха, износ рабочей поверхности | 3-й класс | Притирка золотника, замена при износе >2 мм |
| 2 | Кран машиниста № 394, диафрагма редуктора | Разрыв                                     | 3-й класс | Замена диафрагмы                            |
| 3 | Компрессор КТ-6, нагнетательный клапан    | Подъём менее 2,5 мм, нагар                 | 2-й класс | Регулировка, зачистка клапанов              |
| 4 | Регулятор давления АК-11Б, диафрагма      | Разрыв (компрессоры не выключаются)        | 3-й класс | Замена диафрагмы                            |

| № | Наименование узла/детали            | Выявленный дефект | Класс     | Способ устранения                      |
|---|-------------------------------------|-------------------|-----------|----------------------------------------|
| 5 | Регулятор давления АК-11Б, контакты | Подгар            | 2-й класс | Зачистка контактов, регулировка зазора |

### 3.2.3. Заключительная часть (20 минут)

#### 1. Контрольное выполнение задания (10 минут):

Каждый студент получает карточку-задание.

*Пример карточки: «В пути следования машинист обнаружил, что при II положении ручки крана машиниста № 394 давление в тормозной магистрали постепенно повышается. При переводе ручки в IV положение завышение давления прекратилось. При осмотре крана обнаружено, что клапан редуктора неплотно прилегает к седлу из-за попавшей частицы грязи».*

#### Задание:

- Определить причину неисправности (пропуск клапана редуктора);
- Предложить способ устранения в пути (перевести ручку в IV положение, простучать заглушку клапана; вести до станции; на стоянке заменить редуктор);
- Указать класс неисправности (2-й класс, возможно устранение без снятия);
- Заполнить дефектную ведомость для ремонта в депо.

#### 2. Разбор типичных ошибок (5 минут):

| Ошибка                                                  | Пояснение                                            | Способ исправления                                                                                                |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Неправильная диагностика причин повышения давления в ТМ | Путают пропуск клапана редуктора и пропуск золотника | Проверить поведение давления при IV положении: если прекратилось — клапан редуктора, если продолжается — золотник |
| Неучёт режимов работы компрессора                       | Не знают нормы включения/отключения регулятора       | Запомнить: включение при 6,5–7,5 кгс/см <sup>2</sup> , отключение при 8,0–9,0 кгс/см <sup>2</sup>                 |
| Игнорирование признаков перегрева компрессора           | Температура >150°C — критический параметр            | Запомнить: температура нагрева компрессора не должна превышать 150°C                                              |
| Неправильная оценка класса неисправности                | Не различают устранение в пути и в депо              | Уточнять по возможности устранения без снятия                                                                     |

#### 3. Подведение итогов (3–5 минут):

- Оценка работы группы;
- Выставление оценок;
- Домашнее задание.

#### 4. Оценочные материалы

##### 4.1. Оценочный лист

| Критерий                                                | Оценка (0–5) |
|---------------------------------------------------------|--------------|
| 1. Знание устройства и принципа работы кранов машиниста |              |

| Критерий                                              | Оценка (0–5) |
|-------------------------------------------------------|--------------|
| 2. Знание устройства и принципа работы компрессора    |              |
| 3. Правильность выявления неисправностей по признакам |              |
| 4. Знание способов устранения неисправностей в пути   |              |
| 5. Знание способов устранения в депо                  |              |
| 6. Заполнение дефектной ведомости                     |              |
| 7. Соблюдение техники безопасности                    |              |
| <b>Итого</b>                                          | <b>0–35</b>  |

**Шкала перевода баллов в оценку:**

| Баллы | Оценка                |
|-------|-----------------------|
| 28–35 | «отлично»             |
| 21–27 | «хорошо»              |
| 14–20 | «удовлетворительно»   |
| 0–13  | «неудовлетворительно» |

**4.2. Контрольные вопросы для самопроверки**

1. Каково назначение крана машиниста № 394 и из каких частей он состоит?
2. Какие положения ручки крана машиниста вы знаете?
3. Каковы признаки пропуска клапана редуктора и как их устранить?
4. Каковы признаки пропуска золотника и как их устранить?
5. Каковы признаки разрыва диафрагмы редуктора?
6. Каково назначение регулятора давления АК-11Б и каковы пределы регулировки?
7. Каковы основные неисправности компрессора КТ-6?
8. Какова допустимая температура нагрева компрессора?
9. Какова норма подъёма нагнетательных клапанов компрессора?
10. Каковы действия локомотивной бригады при неисправности регулятора давления?

**5. Домашнее задание**

1. Изучить устройство и принцип работы крана машиниста № 394 и компрессора КТ-6 по учебнику и конспекту.
2. Повторить основные неисправности кранов машиниста и компрессоров, способы их устранения.
3. Составить алгоритм действий при неисправности регулятора давления АК-11Б в пути.
4. Подготовить сообщение на тему «Применение резервного регулятора давления на локомотивах» (по желанию).

## 6. Приложение: Памятка для студентов

### ПАМЯТКА «Проверка исправности кранов машиниста и компрессоров»

**Кран машиниста № 394 состоит из пяти частей:** верхней (золотниковой), средней (зеркало), нижней (урavnительной), стабилизатора и редуктора.

#### Признаки неисправностей крана машиниста:

| Признак                                          | Причина                                 | Действие                                           |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Повышение давления в ТМ при II положении         | Пропуск клапана редуктора или золотника | Перевести в IV положение и определить причину      |
| Выход воздуха из регулировочного винта редуктора | Разрыв диафрагмы                        | Вести в IV положении до станции, заменить редуктор |

#### Компрессор КТ-6: контрольные параметры:

- Температура нагрева — не более 150°C;
- Подъём нагнетательных клапанов — 2,5–2,7 мм;
- Давление масла — не менее 1

## Практическое занятие № 18

**Тема: «Проведение работ по демонтажу и монтажу отдельных приборов пневматической системы»**

**1. Цель:** Сформировать у студентов практические навыки проведения работ по демонтажу и монтажу отдельных приборов пневматической системы, соблюдения технологии ремонта и правил безопасности.

**Время: 4 академических часа (180 минут)**

#### Формируемые компетенции

| Код компетенции | Формулировка                                                                                                                                                |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОК 01           | Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам                                                           |
| ОК 02           | Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности |
| ОК 04           | Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде                                                                                              |
| ПК 1.1          | Выявлять неисправности основных узлов оборудования и механизмов подвижного состава                                                                          |
| ПК 1.2          | Проводить демонтаж, монтаж, сборку и регулировку узлов и механизмов подвижного состава                                                                      |
| ПК 1.3          | Проводить ремонт узлов, механизмов и изготовление отдельных деталей подвижного состава                                                                      |

## 2. Теоретическая часть

### 2.1. Общие требования к демонтажу и монтажу пневматических приборов

Демонтаж и монтаж приборов пневматической системы — ответственная операция, выполняемая при техническом обслуживании и ремонте локомотивов. Согласно программе профессионального модуля, слесарь должен уметь производить демонтаж и монтаж отдельных приборов пневматической системы и проверять их действие под давлением сжатого воздуха.

#### Общий порядок проведения демонтажных работ [citation:3, 4, 8]:

1. **Подготовительные работы:** получение задания, изучение технологической документации, подбор инструмента.
2. **Отключение прибора:** перекрытие питающих магистралей, стравливание давления из полостей прибора.
3. **Отсоединение коммуникаций:** отсоединение трубопроводов, электрических проводов (при наличии).
4. **Снятие прибора:** откручивание крепёжных болтов, демонтаж с кронштейна.
5. **Разборка прибора:** последовательное снятие узлов и деталей.
6. **Очистка и дефектовка:** очистка деталей, выявление износа и повреждений.
7. **Ремонт или замена деталей:** замена изношенных уплотнений, пружин, диафрагм [citation:3, 4].
8. **Сборка прибора:** сборка в обратной последовательности.
9. **Проверка работоспособности:** испытание на герметичность и работоспособность.

### 2.2. Демонтаж и монтаж основных приборов пневматической системы

Таблица 1. Приборы пневматической системы, подлежащие демонтажу и монтажу [citation:3, 4]

| Группа приборов              | Наименование приборов                                                                                                     |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Компрессорное оборудование   | Компрессор КТ-6 Эл, компрессор КБ-1В, регулятор давления АК-11Б, предохранительный клапан № 3 ПК                          |
| Тормозное оборудование       | Кран машиниста № 394, № 395; кран вспомогательного тормоза № 254; воздухораспределитель № 483; тормозные цилиндры         |
| Распределительная арматура   | Электропневматические вентили (ЭПК-150), вентили токоприёмников, вентили защиты, электромагнитные вентили клапанного типа |
| Контрольные приборы          | Пневмоэлектрический датчик № 418, манометры, реле давления № 304                                                          |
| Вспомогательное оборудование | Пневматические выключатели управления, пневматические контакторы ПК, блокировка тормозов № 367, редуктор № 348            |

### 2.3. Технология демонтажа и монтажа отдельных приборов

#### 2.3.1. Демонтаж и монтаж пневматического контактора ПК-339

Пневматические контакторы предназначены для переключения силовых цепей электровоза. Контактор состоит из кронштейна неподвижных контактов, кронштейна подвижных контактов, пневматического привода и дугогасительной камеры.

#### Последовательность разборки ПК-339:

| № | Операция                                          | Инструмент              |
|---|---------------------------------------------------|-------------------------|
| 1 | Снять камеру дугогашения                          | Головка торцевого ключа |
| 2 | Снять крышку цилиндра с электромагнитным вентилем | Ключ на 17              |
| 3 | Извлечь поршень и отключающую пружину             | Рожковый ключ           |
| 4 | Расшплинтовать валики, выбить их                  | Пассатижи, молоток      |
| 5 | Снять тягу изоляционную и шток из цилиндра        | —                       |
| 6 | Снять подвижный и неподвижный контакты            | —                       |

#### Последовательность сборки:

| № | Операция                                 | Требования              |
|---|------------------------------------------|-------------------------|
| 1 | Установить шток в цилиндр                | Проверить резьбу        |
| 2 | Установить изоляционную тягу, валики     | Зашплинтовать           |
| 3 | Установить отключающую пружину с поршнем | Закрепить гайкой на 17  |
| 4 | Установить крышку цилиндра с вентилем    | Закрепить болтами на 10 |
| 5 | Проверить контакты на провал и раствор   | Штангенциркуль          |
| 6 | Подключить шланги с воздухом             | Проверить работу        |
| 7 | Установить камеру дугогашения            | —                       |

**Контрольные параметры контакторов:** зазоры и провалы контактов проверяются штангенциркулем.

### 2.3.2. Демонтаж и монтаж крана управления вспомогательным тормозом № 215-1

#### Порядок снятия крана управления:

1. Отсоединить пневматические трубопроводы.
2. Отвернуть колпачок и снять кожух.
3. Снять ручку со стакана (предварительно ослабив крепление гайкой).
4. Вывернуть стакан из фланца.
5. Разобрать стакан: выбить стопорное кольцо, снять шайбу, извлечь упорку, пружину.
6. Отвернуть винты, снять крышку.
7. Отвернуть болты, снять фланец.
8. Извлечь диафрагменный узел и разобрать его.
9. Извлечь из корпуса манжету, пружину и клапан.

**Сборка осуществляется в обратной последовательности.**

**Особые требования:**

- Диск диафрагмы и клапан заменяются целиком, так как являются неразъёмными соединениями.

- После сборки необходимо очистить и продуть корпус и калибровочные отверстия.

### **2.3.3. Демонтаж и монтаж электропневматического клапана автостопа ЭПК-150**

ЭПК-150 является основным исполнительным органом устройств безопасности и устанавливается на всех видах локомотивов.

#### **Основные части ЭПК-150:**

- кронштейн с камерой выдержки времени;
- корпус со срывным клапаном и свистком;
- средняя часть с диафрагмой и клапаном;
- корпус электромагнита с катушкой и якорем;
- корпус замка с эксцентриковым валиком.

#### **Порядок демонтажа ЭПК-150:**

1. Перекрыть питающую магистраль и стравить давление.
2. Отключить электрические провода.
3. Снять клапан с кронштейна.
4. Разобрать клапан (открутить корпус электромагнита, снять среднюю часть).
5. Осмотреть и дефектовать детали.

#### **Контрольные параметры при сборке:**

- напряжение питания катушки: 45–55 В;
- время зарядки камеры выдержки времени до 0,8 кгс/см<sup>2</sup>: не более 10 с;
- давление в полости свистка: не ниже 0,2 кгс/см<sup>2</sup>.

### **2.3.4. Демонтаж и монтаж манометров**

Манометры контролируют давление в ключевых системах локомотива, и их исправность напрямую влияет на безопасность движения.

#### **Порядок замены манометра:**

1. Перекрыть кран к манометру.
2. Отсоединить манометр от трубопровода.
3. Установить новый (или отремонтированный) манометр.
4. Проверить герметичность соединения.
5. Проверить показания прибора.

#### **Требования к манометрам:**

- наличие пломбы или клейма;
- срок поверки не истёк;
- стрелка возвращается к нулю;
- стекло не разбито.

### **2.4. Правила безопасности при демонтаже и монтаже**

Перед началом работ по демонтажу и монтажу пневматического оборудования проводится инструктаж по технике безопасности [citation:3, 4]:

1. **Перед разборкой** убедиться в отсутствии давления в полостях прибора.
2. **Не направлять струю сжатого воздуха** в сторону людей.
3. **При работе с электрическими цепями** (ЭПК-150, вентили) соблюдать правила электробезопасности.
4. **При разборке пружин** соблюдать осторожность (возможен вылет деталей).
5. **Запрещается** выполнять работы на неисправном оборудовании.

## **3. Практическая часть**

### **3.1. Оснащение**

| № | Наименование                                                                                                    | Количество         |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 1 | Макеты пневматических приборов: контактор ПК-339, кран № 254, ЭПК-150, воздухораспределитель № 483              | 2–3 комплекта      |
| 2 | Набор слесарного инструмента: ключи рожковые (12х13, 14х17), головка торцевого ключа на 19, отвёртки, пассатижи | по числу студентов |
| 3 | Штангенциркуль ШЦ-1                                                                                             | по числу студентов |
| 4 | Мультиметр (для проверки катушек)                                                                               | по числу студентов |
| 5 | Плакат «Технология разборки и сборки пневматического контактора»                                                | 2 шт.              |
| 6 | Плакат «Демонтаж и монтаж крана машиниста»                                                                      | 2 шт.              |
| 7 | Инструкция по ремонту пневматического оборудования                                                              | по числу студентов |
| 8 | Бланки дефектных ведомостей                                                                                     | по числу студентов |
| 9 | Карточки-задания с описанием неисправностей                                                                     | по числу студентов |

### 3.2. Порядок проведения занятия

#### 3.2.1. Вводная часть (10 минут)

1. Проверка готовности студентов.
2. Объявление темы и целей занятия.

#### 3. Инструктаж по технике безопасности:

- При работе с пневматическим оборудованием убедиться в отсутствии давления в полостях перед разборкой;
- Не направлять струю сжатого воздуха в сторону людей;
- При работе с электрическими цепями соблюдать правила электробезопасности;
- При разборке пружин соблюдать осторожность;
- Запрещается выполнять работы на неисправном оборудовании.

#### 4. Актуализация знаний:

- Какие приборы пневматической системы вам известны?
- Каков общий порядок демонтажа пневматического прибора?
- Какие инструменты применяются при демонтаже?
- Какие меры безопасности необходимо соблюдать?

#### 3.2.2. Основная часть (60 минут)

##### Этап 1. Изучение технологических карт разборки и сборки (15 минут)

##### Задание 1. Изучение технологии разборки пневматического контактора.

Студенты изучают плакат и технологическую карту разборки пневматического контактора ПК-339:

- снятие дугогасительной камеры;
- разборка цилиндра (крышка, поршень, пружина);
- расшплинтовка валиков;
- снятие контактов.

### **Задание 2. Изучение технологии разборки крана управления.**

Студенты изучают порядок разборки крана управления вспомогательным тормозом № 215-1:

- снятие кожуха и ручки;
- разборка стакана;
- извлечение диафрагменного узла;
- извлечение клапана и пружины.

### **Задание 3. Зарисовка последовательности разборки.**

Студенты зарисовывают в тетради последовательность разборки одного из приборов с указанием порядка снятия деталей.

## **Этап 2. Выполнение демонтажа и разборки приборов (20 минут)**

### **Задание 4. Разборка пневматического контактора.**

Студенты под руководством преподавателя выполняют разборку пневматического контактора:

| № | Операция                                          | Результат          |
|---|---------------------------------------------------|--------------------|
| 1 | Снять камеру дугогашения                          | —                  |
| 2 | Снять крышку цилиндра с электромагнитным вентилем | Ключ на 17         |
| 3 | Извлечь поршень и отключающую пружину             | —                  |
| 4 | Расшплинтовать валики, выбить их                  | Пассатижи, молоток |
| 5 | Снять подвижный и неподвижный контакты            | —                  |

### **Задание 5. Дефектовка деталей контактора.**

Студенты осматривают снятые детали и выявляют дефекты:

- состояние контактов (подгар, износ);
- состояние пружин (потеря упругости);
- состояние изоляционных деталей (трещины);
- состояние уплотнений (износ, повреждения).

*Результаты заносятся в таблицу:*

| № | Осматриваемая деталь | Выявленный дефект  | Заключение        |
|---|----------------------|--------------------|-------------------|
| 1 | Подвижный контакт    | Подгар поверхности | Зачистка надфилем |
| 2 | Отключающая пружина  | Потеря упругости   | Замена            |
| 3 | Изоляционная тяга    | Трещина            | Замена            |

### **Задание 6. Проверка катушки электромагнитного вентиля.**

Студенты с помощью мультиметра проверяют сопротивление катушки и целостность изоляции стойки.

### Этап 3. Выполнение сборки и монтажа приборов (15 минут)

#### Задание 7. Сборка пневматического контактора.

Студенты выполняют сборку контактора в обратной последовательности:

| № | Операция                              | Требования        |
|---|---------------------------------------|-------------------|
| 1 | Установить шток в цилиндр             | Проверить резьбу  |
| 2 | Установить изоляционную тягу, валики  | Зашплинтовать     |
| 3 | Установить пружину с поршнем          | Закрепить гайкой  |
| 4 | Установить крышку цилиндра с вентилем | Закрепить болтами |

#### Задание 8. Проверка контактов.

Студенты проверяют провал и раствор контактов штангенциркулем.

#### Задание 9. Проверка работоспособности (имитация).

Студенты подключают шланги с воздухом и проверяют работу контактора.

### Этап 4. Оформление дефектной ведомости (10 минут)

#### Задание 10. Составление дефектной ведомости.

| № | Наименование детали | Выявленный дефект     | Заключение                                  |
|---|---------------------|-----------------------|---------------------------------------------|
| 1 | Контакты главные    | Подгар до 40%, риски  | Зачистка надфилем; при износе >50% — замена |
| 2 | Пружина отключающая | Потеря упругости      | Замена                                      |
| 3 | Уплотнение поршня   | Износ, трещины        | Замена манжеты                              |
| 4 | Катушка вентиля     | Сопротивление в норме | Годна                                       |
| 5 | Изоляционная тяга   | Трещина               | Замена                                      |

### 3.2.3. Заключительная часть (20 минут)

#### 1. Контрольное выполнение задания (10 минут):

Каждый студент получает карточку-задание.

*Пример карточки: «При техническом обслуживании локомотива обнаружено, что пневматический контактор ПК-339 не включается. При осмотре выявлено, что поршень заклинивает в цилиндре из-за загрязнения. При разборке обнаружено повреждение уплотнительной манжеты поршня».*

**Задание:**

- Определить последовательность разборки контактора для устранения неисправности;
- Указать, какие детали требуют замены (уплотнительная манжета);
- Составить последовательность сборки и проверки;
- Заполнить дефектную ведомость.

## 2. Разбор типичных ошибок (5 минут):

| Ошибка                                | Пояснение                                    | Способ исправления                           |
|---------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Нарушение последовательности разборки | Попытка снять детали без освобождения пружин | Строго соблюдать технологическую карту       |
| Потеря шплинтов и мелких деталей      | Неорганизованность рабочего места            | Использовать специальные ёмкости для деталей |
| Неправильная сборка контактов         | Перепутаны подвижный и неподвижный контакты  | Маркировать контакты при разборке            |
| Установка изношенных уплотнений       | Экономия на расходных материалах             | Уплотнения менять обязательно при разборке   |

## 3. Подведение итогов (3–5 минут):

- Оценка работы группы;
- Выставление оценок;
- Домашнее задание.

## 4. Оценочные материалы

### 4.1. Оценочный лист

| Критерий                                                  | Оценка (0–5) |
|-----------------------------------------------------------|--------------|
| 1. Знание технологических карт разборки и сборки приборов |              |
| 2. Правильность выполнения демонтажа и разборки           |              |
| 3. Правильность дефектовки деталей                        |              |
| 4. Правильность сборки и монтажа приборов                 |              |
| 5. Проверка работоспособности                             |              |
| 6. Заполнение дефектной ведомости                         |              |
| 7. Соблюдение техники безопасности                        |              |
| <b>Итого</b>                                              | <b>0–35</b>  |

### Шкала перевода баллов в оценку:

| Баллы | Оценка                |
|-------|-----------------------|
| 28–35 | «отлично»             |
| 21–27 | «хорошо»              |
| 14–20 | «удовлетворительно»   |
| 0–13  | «неудовлетворительно» |

#### **4.2. Контрольные вопросы для самопроверки**

1. Каков общий порядок демонтажа пневматического прибора?
2. Какие приборы пневматической системы подлежат демонтажу и монтажу? [citation:3, 4]
3. Какова последовательность разборки пневматического контактора?
4. Какова последовательность сборки пневматического контактора?
5. Как производится дефектовка контактов контактора?
6. Как проверить катушку электромагнитного вентиля?
7. Каков порядок демонтажа крана управления вспомогательным тормозом?
8. Каковы правила безопасности при разборке пневматического оборудования?
9. Какие параметры контролируются при проверке контактора после сборки?
10. Каков порядок замены манометра на локомотиве?

#### **5. Домашнее задание**

1. Изучить технологические карты разборки и сборки крана машиниста № 394 и воздухораспределителя № 483 по учебнику и конспекту [citation:3, 4].
2. Повторить правила безопасности при демонтаже и монтаже пневматического оборудования.
3. Составить технологическую карту разборки и сборки электропневматического клапана ЭПК-150.
4. Подготовить сообщение на тему «Применение стендов для испытания пневматических приборов после ремонта» (по желанию).

#### **6. Приложение: Памятка для студентов**

##### **ПАМЯТКА «Демонтаж и монтаж приборов пневматической системы»**

##### **Общий порядок работ [citation:1, 3, 8]:**

1. Отключение прибора от пневматических и электрических цепей;
2. Снятие прибора с кронштейна;
3. Разборка прибора в технологической последовательности;
4. Очистка и дефектовка деталей;
5. Замена изношенных деталей;
6. Сборка прибора;
7. Проверка работоспособности.

##### **Пневматические приборы, требующие демонтажа и монтажа [citation:3, 4]:**

| Группа                     | Приборы             |
|----------------------------|---------------------|
| Компрессорное оборудование | КТ-6, КБ-1В, АК-11Б |

| Группа                     | Приборы                      |
|----------------------------|------------------------------|
| Тормозное оборудование     | Краны № 394, № 254, ВР № 483 |
| Распределительная арматура | ЭПК-150, вентили, клапаны    |
| Контрольные приборы        | Датчик № 418, манометры      |

**Требования безопасности:**

- Перед разборкой стравлить давление;
- Пружины разбирать осторожно;
- Уплотнения менять при каждой разборке.

**Практическое занятие № 19**

**Тема: «Проверка исправности систем безопасности локомотива»**

**1. Цель:** Сформировать у студентов практические навыки проверки исправности систем безопасности локомотива (КЛУБ-У, ТСКБМ, ЭПК), выявления характерных неисправностей и определения способов их устранения.

**Время: 4 академических часа (180 минут)**

**Формируемые компетенции**

| Код компетенции | Формулировка                                                                                                                                                |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОК 01           | Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам                                                           |
| ОК 02           | Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности |
| ОК 04           | Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде                                                                                              |
| ПК 1.1          | Выявлять неисправности основных узлов оборудования и механизмов подвижного состава                                                                          |
| ПК 1.2          | Проводить демонтаж, монтаж, сборку и регулировку узлов и механизмов подвижного состава                                                                      |

**2. Теоретическая часть**

**2.1. Назначение и состав систем безопасности локомотива**

Системы безопасности локомотива предназначены для обеспечения безопасности движения поездов и предотвращения аварийных ситуаций. Они осуществляют контроль состояния машиниста, сигналов светофоров, параметров движения и торможения.

**Основные системы безопасности:**

- **КЛУБУ** — комплексное локомотивное устройство безопасности унифицированное (головное устройство, управляющее работой всех систем);
- **ТСКБМ** — телемеханическая система контроля бодрствования машиниста (контролирует физиологическое состояние машиниста);

- **ЭПК** — электропневматический клапан автостопа (исполнительное устройство, производящее экстренное торможение при срабатывании безопасности).

**Состав КЛУБ-У:**

| Логический модуль | Обозначение | Назначение                                      |
|-------------------|-------------|-------------------------------------------------|
| МЦО               | 1           | Микропроцессорный центральный обработчик        |
| БИЛ               | 2           | Блок индикации локомотива                       |
| ИПД               | 3           | Измеритель параметров движения                  |
| БВУ               | 4           | Блок ввода и управления                         |
| ММ                | 6           | Логический модуль маршрута                      |
| УФИР              | 7           | Универсальный формирователь импульсных режимов  |
| САУТ              | 8           | Система автоматического управления торможением  |
| РК                | 9           | Регистратор параметров (кассета регистрации)    |
| ТКС               | А           | Телемеханическая система контроля сопротивления |
| ТСКБМ             | В           | Телемеханическая система контроля бодрствования |

## 2.2. Основные параметры и проверки систем безопасности

### Команды для проверки КЛУБ-У с клавиатуры БИЛ-В/БИЛ-УТ [citation:5, 6]:

| Команда | Назначение                                    | Ожидаемый результат                                                       |
|---------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| «К46»   | Определение активного комплекта               | На информационной строке высветится номер активного комплекта (1 или 2)   |
| «К91»   | Перезапуск 1-го комплекта                     | Переключение активности комплекта, свисток ЭПК                            |
| «К92»   | Перезапуск 2-го комплекта                     | Переключение активности комплекта, свисток ЭПК                            |
| «К71»   | Проверка наличия исправных логических модулей | Одиннадцатизначный код «123456789AB»; знак «минус» — неисправность модуля |

| Команда           | Назначение                             | Ожидаемый результат                                  |
|-------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------|
| «К70»             | Завершение проверки модулей            | Код не индицируется                                  |
| «К10»             | Проверка номера введённой ЭК           | Номер ЭК на БИЛ должен соответствовать штамп-справке |
| «К80»—<br>«К83»   | Проверка давления в магистралях        | Индикация давления в ТМ, ТЦ, УР1, УР2                |
| «К122»—<br>«К123» | Переключение единиц измерения давления | Переключение между кгс/см <sup>2</sup> и МПа         |

#### Критерии неисправности КЛУБ-У:

- Наличие на БИЛ устойчивого белого огня на протяжении более двух блок-участков;
- Появление на БИЛ устойчивого огня, не соответствующего показанию путевого светофора, более двух блок-участков;
- Выход из строя ЭПК (непрекращающийся свисток).

#### Причины неисправности при нулевых показаниях координаты на БИЛ после 5 минут работы КЛУБ-У:

- Не подключен или оборван кабель ЦВИЯ.685613.013 между АУУ-1Н и БЭЛУ;
- Неисправен блок БКР-У.

#### 2.3. Устройство и проверка системы ТСКБМ [citation:8, 9, 10]

##### Состав ТСКБМ [citation:8, 9]:

| Блок    | Обозначение             | Назначение                                                                |
|---------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| ТСКБМ-Н | Носимая часть (браслет) | Телеметрический датчик на запястье, измеряет электропроводность кожи      |
| ТСКБМ-П | Приёмник сигналов       | Принимает сигналы от ТСКБМ-Н по радиоканалу                               |
| ТСКБМ-И | Блок индикации          | Жёлтая и красная светодиодная сигнализация (встраивается в пульт)         |
| ТСКБМ-К | Контроллер системы      | Обрабатывает информацию и управляет цепью ЭПК или выдаёт сигналы в КЛУБ-У |

##### Принцип работы ТСКБМ [citation:8, 9]:

- Система непрерывно контролирует электрическое сопротивление кожи машиниста;
- При снижении работоспособности за 8 секунд до запроса включается **жёлтая предварительная сигнализация**;
- Машинист может подтвердить бдительность нажатием на РБС (до 2,5 секунд);
- Если подтверждения нет — включается **мигающий красный сигнал** и **свисток ЭПК**;
- На подтверждение даётся 5 секунд, иначе — экстренное торможение.

##### Проверка ТСКБМ перед поездкой:

1. Машинист предъявляет ТСКБМ-Н для проверки на системе ПНЧ;

2. Электроды ТСКБМ-Н должны быть очищены медицинским спиртом и высушены;
3. Специалист проверяет работоспособность и ставит штамп в маршрутном листе;
4. После проверки ТСКБМ-Н выключается до прибытия на поезд;
5. При неработоспособности — выдается резервная ТСКБМ-Н с записью в журнале.

#### **2.4. Порядок проверки систем безопасности при приёме локомотива**

Согласно требованиям, машинист при приёме локомотива обязан проверить

[citation:2, 3]:

- работу устройств обеспечения безопасности движения;
- исправность блокирующих устройств, заземлений кожухов и корпусов вспомогательных машин;
- наличие и исправность защитных ограждений токоведущих и механических частей оборудования;
- наличие и целостность пломб на дверях высоковольтных камер;
- наличие и исправность средств защиты (диэлектрические перчатки, ковры, изолирующие штанги).

### **3. Практическая часть**

#### **3.1. Оснащение**

| <b>№</b> | <b>Наименование</b>                                 | <b>Количество</b>  |
|----------|-----------------------------------------------------|--------------------|
| 1        | Стенд или макет системы КЛУБ-У (с БИЛ, клавиатурой) | 1–2 шт.            |
| 2        | Макет прибора ТСКБМ-Н (носимая часть)               | 2–3 шт.            |
| 3        | Плакат «Структура КЛУБ-У и логические модули»       | 2 шт.              |
| 4        | Плакат «Команды проверки КЛУБ-У»                    | 2 шт.              |
| 5        | Плакат «Система ТСКБМ: состав и принцип работы»     | 2 шт.              |
| 6        | Набор инструмента (отвёртки, ключи)                 | 2–3 комплекта      |
| 7        | Мультиметр (для проверки цепей)                     | по числу студентов |
| 8        | Журнал формы ТУ-152 (макет)                         | по числу студентов |
| 9        | Бланки дефектных ведомостей                         | по числу студентов |
| 10       | Карточки-задания с описанием неисправностей         | по числу студентов |

#### **3.2. Порядок проведения занятия**

##### **3.2.1. Вводная часть (10 минут)**

1. Проверка готовности студентов.
2. Объявление темы и целей занятия.
3. **Инструктаж по технике безопасности:**
  - При работе с электрооборудованием соблюдать правила электробезопасности;
  - При проверке ЭПК соблюдать осторожность, не допускать самопроизвольного срабатывания;
  - При работе с мультиметром убедиться в исправности щупов;

- Не производить подключение/отключение оборудования под напряжением.

#### 4. Актуализация знаний:

- Какие системы безопасности устанавливаются на локомотивах?
- Каково назначение КЛУБ-У и из каких основных блоков он состоит?
- Каково назначение ТСКБМ и как она работает?
- Каков порядок проверки систем безопасности при приёмке локомотива?
- Что такое ЭПК и какова его роль в системе безопасности?

### 3.2.2. Основная часть (60 минут)

#### Этап 1. Изучение структуры систем безопасности и команд управления (15 минут)

##### Задание 1. Изучение структуры КЛУБ-У.

Студенты по плакату изучают структуру КЛУБ-У и находят основные логические модули :

- МЦО (1) — центральный процессор;
- БИЛ (2) — блок индикации;
- ИПД (3) — измеритель параметров движения;
- БВУ (4) — блок ввода и управления.

##### Задание 2. Изучение команд проверки КЛУБ-У.

Студенты знакомятся с командами для проверки систем безопасности:

| Команда     | Назначение                      |
|-------------|---------------------------------|
| «K46»       | Определение активного комплекта |
| «K71»       | Проверка логических модулей     |
| «K91»/«K92» | Перезапуск комплектов           |
| «K10»       | Проверка номера ЭК              |

##### Задание 3. Зарисовка схемы системы безопасности.

Студенты зарисовывают упрощённую структурную схему взаимосвязи КЛУБ-У, ТСКБМ и ЭПК с указанием основных блоков и цепей взаимодействия.

#### Этап 2. Выполнение проверок систем безопасности (25 минут)

##### Задание 4. Проверка наличия исправных логических модулей КЛУБ-У.

Студенты на макете КЛУБ-У выполняют команду «K71» и анализируют результат:

*Результаты заносятся в таблицу:*

| Позиция кода | Модуль       | Признак исправности |
|--------------|--------------|---------------------|
| 1            | МЦО          | + / —               |
| 2            | БИЛ          | + / —               |
| 3            | ИПД          | + / —               |
| 4            | БВУ          | + / —               |
| 5            | ЭК (наличие) | + / —               |

| Позиция кода | Модуль           | Признак исправности |
|--------------|------------------|---------------------|
| 6            | ММ (маршрут)     | + / —               |
| 7            | УФИР             | + / —               |
| 8            | САУТ             | + / —               |
| 9            | РК (регистратор) | + / —               |
| A            | ТКС              | + / —               |
| B            | ТСКБМ            | + / —               |

**Важно:** Пропадание любой из цифр «1» (МЦО) или «3» (ИПД) приводит к немедленному снятию напряжения с ЭПК и экстренному торможению в движении.

#### **Задание 5. Проверка номера введенной электронной карты.**

Студенты вводят команду «K10» и проверяют соответствие номера ЭК на БИЛ номеру, указанному в штамп-справке. При несоответствии — требуется замена карты.

#### **Задание 6. Проверка переключения комплектов КЛУБ-У.**

Студенты проверяют переключение комплектов:

1. Ввести команду «K46» — определить активный комплект;
2. Ввести «K91» (или «K92») для перезапуска комплекта — на 2–3 с появится сообщение «РЕСТАРТ 1» («РЕСТАРТ 2»), раздастся свисток ЭПК;
3. Снова ввести «K46» — убедиться, что номер активного комплекта изменился.

#### **Задание 7. Проверка индикации давления в магистралях.**

Студенты вводят команды для проверки давления:

- «K80» — тормозная магистраль (ТМ);
- «K81» — тормозные цилиндры (ТЦ);
- «K82» — уравнильный резервуар 2;
- «K83» — уравнильный резервуар 1.

#### **Задание 8. Диагностика неисправностей по признакам.**

*Пример карточки №1: «После включения питания КЛУБ-У и отсутствия движения в течение 5 минут показания координаты на блоке БИЛ равны нулю, хотя электронная карта записана».*

**Задание:** Определить возможную причину (не подключен или оборван кабель ЦВИЯ.685613.013 между АУУ-1Н и БЭЛ-У; неисправен блок БКР-У).

*Пример карточки №2: «При движении поезда на БИЛ устойчиво горит белый огонь в течение трёх блок-участков».*

**Задание:** Определить, что это является признаком неисправности КЛУБ-У.

#### **Этап 3. Проверка работоспособности ТСКБМ (15 минут)**

##### **Задание 9. Изучение состава и принципа работы ТСКБМ.**

Студенты изучают плакат «Состав ТСКБМ» и находят основные блоки [citation:8, 9]:

- ТСКБМ-Н — носимый браслет;
- ТСКБМ-П — приёмник;
- ТСКБМ-К — контроллер;
- ТСКБМ-И — блок индикации.

**Задание 10. Визуальный осмотр ТСКБМ-Н.**

Студенты осматривают макет ТСКБМ-Н и проверяют:

- целостность корпуса;
- состояние электродов (чистота, отсутствие загрязнений);
- наличие элементов питания.

**Задание 11. Имитация проверки ТСКБМ на системе ПНЧ.**

Студенты знакомятся с порядком проверки ТСКБМ-Н перед поездкой:

1. Предъявить ТСКБМ-Н специалисту на КП;
2. Очистить электроды медицинским спиртом и высушить;
3. Проверить работоспособность на системе ПНЧ;
4. Получить штамп в маршрутном листе о проверке;
5. Выключить ТСКБМ-Н до прибытия на поезд.

**Задание 12. Определение неисправностей ТСКБМ.**

| Признак неисправности                        | Вероятная причина                               | Способ устранения                               |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Нет сигнала от ТСКБМ-Н на приёмник           | Разряжен элемент питания, неисправность датчика | Замена элемента питания, замена ТСКБМ-Н         |
| Не горит индикатор «Приём» на БИЛ-М          | Неисправен ТСКБМ-П, обрыв кабеля                | Проверка цепей, замена приёмника                |
| Частые запросы на подтверждение бдительности | Неудовлетворительный контакт электродов с кожей | Протереть электроды спиртом, обеспечить контакт |

**Этап 4. Оформление дефектной ведомости (5 минут)****Задание 13. Составление дефектной ведомости.**

| № | Наименование узла/системы | Выявленный дефект                        | Причина                  | Заключение              |
|---|---------------------------|------------------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| 1 | КЛУБ-У, модуль МЦО        | Отсутствует цифра «1» при команде «K71»  | Неисправность модуля     | Замена модуля МЦО       |
| 2 | КЛУБ-У, ЭК                | Номер ЭК не соответствует штамп-справке  | Неправильная запись      | Замена ЭК               |
| 3 | ТСКБМ-Н                   | Не включается, индикатор не горит        | Элемент питания разряжен | Замена элемента питания |
| 4 | Блок БКР-У                | Координата на БИЛ = 0 после 5 мин работы | Неисправен блок БКР-У    | Замена блока            |

### 3.2.3. Заключительная часть (20 минут)

#### 1. Контрольное выполнение задания (10 минут):

Каждый студент получает карточку-задание с описанием ситуации.

*Пример карточки: «При приёмке локомотива машинист обнаружил, что при вводе команды «K71» на информационной строке БИЛ высветился код «123-56789А-». Какие модули неисправны и какие последствия это может иметь?»*

#### Задание:

- Определить, какие логические модули неисправны (ИПД — цифра 3, ТСКБМ — буква В);
- Определить последствия: пропадание цифры «3» (ИПД) приводит к экстренному торможению в движении;
- Предложить действия: запись в журнале ТУ-152, вызов специалиста КП КЛУБ-У, замена неисправных блоков;
- Заполнить дефектную ведомость.

#### 2. Разбор типичных ошибок (5 минут):

| Ошибка                                           | Пояснение                                                              | Способ исправления                                                            |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Неправильная интерпретация кода «K71»            | Путают цифры и их обозначения                                          | Запомнить соответствие: 1=МЦО, 2=БИЛ, 3=ИПД, 4=БВУ, 9=РК, В=ТСКБМ             |
| Непонимание критичности отказа модулей ИПД и МЦО | Считают, что любой модуль можно заменить без последствий               | Запомнить: отказ 1 или 3 → немедленное торможение                             |
| Путаница в командах проверки                     | Не знают, какая команда для чего                                       | Запомнить: K71 — модули, K10 — ЭК, K46 — активный комплект, K80–83 — давление |
| Игнорирование проверки ТСКБМ-Н                   | Не считают нужным проверять браслет                                    | Запомнить: неисправность ТСКБМ-Н = запрет выезда локомотива                   |
| Неправильная оценка причин нулевой координаты    | Не знают, что нулевая координата после 5 минут — признак неисправности | Запомнить: возможная причина — неисправность БКР-У или обрыв кабеля           |

#### 3. Подведение итогов (3–5 минут):

- Оценка работы группы;
- Выставление оценок;
- Домашнее задание.

#### 4. Оценочные материалы

##### 4.1. Оценочный лист

| Критерий                                                | Оценка (0–5) |
|---------------------------------------------------------|--------------|
| 1. Знание структуры систем безопасности (КЛУБ-У, ТСКБМ) |              |
| 2. Правильность ввода и интерпретации команд проверки   |              |

| Критерий                                              | Оценка (0–5) |
|-------------------------------------------------------|--------------|
| 3. Правильность выявления неисправностей по индикации |              |
| 4. Знание порядка проверки ТСКБМ-Н на ПНЧ             |              |
| 5. Знание последствий отказов логических модулей      |              |
| 6. Заполнение дефектной ведомости                     |              |
| 7. Соблюдение техники безопасности                    |              |
| <b>Итого</b>                                          | <b>0–35</b>  |

**Шкала перевода баллов в оценку:**

| Баллы | Оценка                |
|-------|-----------------------|
| 28–35 | «отлично»             |
| 21–27 | «хорошо»              |
| 14–20 | «удовлетворительно»   |
| 0–13  | «неудовлетворительно» |

**4.2. Контрольные вопросы для самопроверки**

1. Каков состав и назначение системы КЛУБ-У?
2. Какие логические модули КЛУБ-У считаются критическими и почему?
3. Как проверить наличие исправных логических модулей КЛУБ-У?
4. Каковы признаки неисправности КЛУБ-У по индикации на БИЛ?
5. Каков порядок проверки ТСКБМ-Н перед поездкой?
6. Из каких основных блоков состоит система ТСКБМ? [citation:8, 9]
7. Как работает ТСКБМ при снижении работоспособности машиниста?
8. Какова допустимая длительность нажатия на РБС?
9. Каков порядок проверки давления в магистралях через КЛУБ-У?
10. Каковы возможные причины неисправности, если показания координаты на БИЛ равны нулю после 5 минут работы?

**5. Домашнее задание**

1. Изучить структуру и принцип работы КЛУБ-У по учебнику и конспекту .
2. Повторить команды проверки систем безопасности и их назначение .
3. Составить алгоритм действий при обнаружении отказа модуля ИПД в пути следования.
4. Подготовить сообщение на тему «Современные системы безопасности и перспективы их развития» (по желанию) .

**6. Приложение: Памятка для студентов**

**ПАМЯТКА «Проверка систем безопасности локомотива»**

**Основные команды проверки КЛУБ-У [citation:5, 6]:**

| Команда     | Назначение                                    |
|-------------|-----------------------------------------------|
| «K71»       | Проверка логических модулей (код 123456789AB) |
| «K10»       | Проверка номера ЭК                            |
| «K46»       | Определение активного комплекта               |
| «K91»/«K92» | Перезапуск 1-го/2-го комплекта                |
| «K80»–«K83» | Индикация давления в ТМ, ТЦ, УР1, УР2         |

**Критическая неисправность:** пропадание цифр «1» (МЦО) или «3» (ИПД) при команде «K71» → немедленное экстренное торможение.

**Состав ТСКБМ [citation:8, 9]:**

- ТСКБМ-Н — носимый браслет на запястье;
- ТСКБМ-П — приёмник сигналов;
- ТСКБМ-И — блок индикации (в пульте);
- ТСКБМ-К — контроллер.

**Порядок проверки ТСКБМ-Н:**

1. Предъявить на КП для проверки на системе ПНЧ;
2. Электроды очистить спиртом и высушить;
3. Получить штамп о проверке в маршрутном листе;
4. Выключить до прибытия на поезд.

## Практическое занятие № 20

**Тема: «Выявление неисправностей в работе приборов безопасности и определение способов их устранения»**

**1. Цель:** Сформировать у студентов практические навыки выявления неисправностей в работе приборов безопасности (КЛУБ-У, ТСКБМ, ЭПК), определения их причин и выбора способов устранения в условиях эксплуатации и ремонта.

**Время: 4 академических часа (180 минут)**

### Формируемые компетенции

| Код компетенции | Формулировка                                                                                                                                                |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОК 01           | Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам                                                           |
| ОК 02           | Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности |
| ОК 04           | Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде                                                                                              |
| ПК 1.1          | Выявлять неисправности основных узлов оборудования и механизмов подвижного состава                                                                          |

| <b>Код компетенции</b> | <b>Формулировка</b>                                                                    |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК 1.2                 | Проводить демонтаж, монтаж, сборку и регулировку узлов и механизмов подвижного состава |

## **2. Теоретическая часть**

### **2.1. Состав приборов безопасности локомотива**

Приборы безопасности локомотива предназначены для обеспечения безопасности движения и предотвращения аварийных ситуаций.

#### **Основные приборы безопасности:**

1. **КЛУБ-У** — комплексное локомотивное устройство безопасности унифицированное, управляющее работой всех систем.

2. **ТСКБМ** — телемеханическая система контроля бодрствования машиниста, контролирующая физиологическое состояние машиниста.

3. **ЭПК** — электропневматический клапан автостопа, исполнительное устройство, производящее экстренное торможение при срабатывании безопасности.

#### **Состав КЛУБ-У (логические модули):**

| <b>Цифра/буква в коде «К71»</b> | <b>Обозначение модуля</b> | <b>Назначение</b>                               |
|---------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------|
| 1                               | МЦО                       | Микропроцессорный центральный обработчик        |
| 2                               | БИЛ                       | Блок индикации локомотива                       |
| 3                               | ИПД                       | Измеритель параметров движения                  |
| 4                               | БВУ                       | Блок ввода и управления                         |
| 5                               | ЭК                        | Электронная карта (наличие и месторасположение) |
| 6                               | ММ                        | Логический модуль маршрута                      |
| 7                               | УФИР                      | Универсальный формирователь импульсных режимов  |
| 8                               | САУТ                      | Система автоматического управления торможением  |
| 9                               | РК                        | Регистратор параметров (кассета)                |
| А                               | ТКС                       | Телемеханическая система контроля сопротивления |
| В                               | ТСКБМ                     | Телемеханическая система контроля бодрствования |

**Критическая неисправность:** пропадание цифр «1» (МЦО) или «3» (ИПД) в коде «K71» приводит к немедленному снятию напряжения с ЭПК, а в движении — к экстренному торможению.

## 2.2. Характерные неисправности приборов безопасности

**Таблица 1. Неисправности КЛУБ-У (диагностика по команде «K71») [citation:1, 13]**

| № | Признак неисправности (код «K71»)               | Вероятная причина                           | Последствия                                                                 |
|---|-------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Отсутствует цифра «1» (МЦО)                     | Неисправен модуль МЦО                       | Снятие напряжения с ЭПК, экстренное торможение в движении                   |
| 2 | Отсутствует цифра «3» (ИПД)                     | Неисправен модуль ИПД                       | Снятие напряжения с ЭПК, экстренное торможение в движении                   |
| 3 | Отсутствует цифра «5»                           | Не записана ЭК, локомотив вне зоны действия | Невозможность включения маневрового режима и отправления на поездном режиме |
| 4 | Отсутствует буква «В»                           | Не включена ТСКБМ или неисправна            | Работа без ТСКБМ с периодическими проверками бдительности                   |
| 5 | Отсутствует цифра «8» (САУТ)                    | Неисправен модуль САУТ                      | Отсутствие функции автоматического торможения                               |
| 6 | Нет индикации давления при командах «K80»–«K83» | Неисправен блок БКР-У, обрыв кабеля         | Нет контроля давления в магистралях                                         |

**Таблица 2. Неисправности КЛУБ-У (по поведению систем) [citation:1, 4]**

| № | Признак неисправности                                                      | Возможная причина                                                                                                                                                     | Метод устранения                                                                                                                   |
|---|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | При включении ключа ЭПК отсутствует звуковой сигнал, индикация светофоров, | Неправильно подключен кабель БКР-ЭПК к клапану ЭПК; нет замыкания между 2 и 4 контактами на ЭПК при включении ключа; нет напряжения между 2 и 4 контактами на ЭПК при | Проверить подключение кабеля; проверить мультиметром наличие короткозамкнутой связи; измерить напряжение; последовательно заменить |

| № | Признак неисправности                                                    | Возможная причина                                                                                                                                                                      | Метод устранения                                                                                            |
|---|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | допустимой скорости на БИЛ                                               | выключенном ключе ЭПК;<br>перепутаны кабели САН для первой и второй кабин                                                                                                              | БКР-У, кабели; поменять местами кабели                                                                      |
| 2 | Не переключается активность блока БИЛ при переключении кабины управления | Перепутаны местами кабели САН для первой и второй кабин; неверно формируется сигнал включения активности БИЛ на колодке ЦКР;<br>неисправен блок БКР-У-2М;<br>неисправен кабель БКР-БЭЛ | Поменять местами кабели; проверить подключение локомотивных цепей;<br>заменить БКР-У-2М;<br>заменить кабель |
| 3 | Показания координаты на БИЛ равны нулю после 5 минут работы КЛУБ-У       | Не подключен или оборван кабель ЦВИЯ.685613.013 между АУУ-1Н и БЭЛ-У;<br>неисправен блок БКР-У                                                                                         | Заменить блок БКР-У или восстановить цепь                                                                   |
| 4 | На БИЛ устойчиво горит белый огонь более двух блок-участков              | Неисправность КЛУБ-У                                                                                                                                                                   | Запись в ТУ-152, вызов специалиста КП КЛУБ-У                                                                |

**Таблица 3. Неисправности ЭПК-150 (электропневматического клапана автостопа)**  
[citation:1, 12]

| № | Признак неисправности                          | Вероятная причина                                                                                           | Способ устранения                                                      |
|---|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 1 | ЭПК не включается при повороте ключа           | Неисправность катушки электромагнита, обрыв цепи питания, заклинивание якоря, износ концевого переключателя | Проверка катушки мультиметром, замена катушки, устранение заклинивания |
| 2 | ЭПК не подаёт звуковой сигнал при срабатывании | Засорение калиброванного отверстия (Б) диаметром 0,9–1,0 мм или отверстия (В) диаметром 1 мм                | Продувка сжатым воздухом, очистка каналов                              |
| 3 | Непрекращающийся свисток ЭПК при нажатии на РБ | Неисправность концевого переключателя, залипание клапана, неисправность ячейки ЦО или УК в ДКСВ-М           | Проверка концевого переключателя, замена ДКСВ-М или кабеля             |

| № | Признак неисправности                 | Вероятная причина                                                           | Способ устранения                                     |
|---|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 4 | ЭПК не производит экстренную разрядку | Заклинивание поршня срывного клапана, износ резиновой манжеты               | Разборка, замена манжеты, устранение заклинивания     |
| 5 | Пропуск воздуха в закрытом положении  | Неплотная посадка клапана из-за загрязнения или износа резиновых уплотнений | Разборка, протирка седла и тарелки, замена уплотнений |

**Таблица 4. Неисправности ТСКБМ [citation:5, 6, 7]**

| № | Признак неисправности                                                                        | Тип нештатной ситуации                                   | Способ устранения                                                                                                                    |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Погас индикатор приема радиосигнала на ТСКБМ-П                                               | Отсутствие приема радиосигнала от ТСКБМ-Н                | Изменить положение руки с браслетом; если не помогает — нажать кнопку включения ТСКБМ-Н; при отсутствии результата — выключить ТСКБМ |
| 2 | Индикатор состояния машиниста мигает, периодические проверки бдительности                    | Снятие ТСКБМ-Н или нарушение контакта электродов с кожей | Надеть ТСКБМ-Н, обеспечить надежный контакт, нажать РБ                                                                               |
| 3 | ТСКБМ отрабатывает проверку бдительности с частыми запросами                                 | Включено два и более ТСКБМ-Н в кабине                    | Нажать РБ, выключить посторонние ТСКБМ-Н                                                                                             |
| 4 | После выключения и включения ТСКБМ работа не восстанавливается, непрекращающийся свисток ЭПК | Внутренний аппаратный сбой системы                       | Выключить ЭПК ключом, выключить ТСКБМ, включить ЭПК, продолжить движение с выключенной ТСКБМ; сделать запись в ТУ-152                |
| 5 | Непрекращающийся свисток ЭПК при немигающем линейном светодиодном индикаторе                 | Внутренний аппаратный сбой системы                       | Выключить ТСКБМ тумблером «ВКЛ»; при невозможности — продолжить движение с выключенной ТСКБМ                                         |

### **2.3. Устройство и принцип работы ЭПК-150**

ЭПК-150 является основным исполнительным органом устройств безопасности и устанавливается на всех видах локомотивов.

#### **Основные части ЭПК-150:**

- кронштейн с камерой выдержки времени объемом 1 литр;
- корпус со срывным клапаном и свистком;
- средняя часть с диафрагмой и клапаном;
- корпус электромагнита с катушкой и якорем;
- корпус замка с эксцентриковым валиком.

#### **Основные параметры работы ЭПК-150:**

- Напряжение питания катушки: 45–55 В;
- Время зарядки камеры выдержки времени до 0,8 кгс/см<sup>2</sup>: не более 10 с;
- Давление в полости свистка: не ниже 0,2 кгс/см<sup>2</sup>;
- Время срабатывания при обесточивании: 7–8 с (до начала разрядки магистрали).

#### **Принцип действия ЭПК-150:**

1. При включении ключа ЭПК сжатый воздух из питающей магистрали через калиброванное отверстие (Б) диаметром 0,9–1,0 мм поступает в камеру выдержки времени и под диафрагму.
2. После зарядки камеры (не более 10 с) диафрагма замыкает контакты концевого переключателя.
3. При обесточивании катушки электромагнита (при срабатывании безопасности) воздух из камеры выдержки времени через отверстие (В) диаметром 1 мм поступает в свисток, подавая звуковой сигнал.
4. Если машинист не нажимает РБ в течение 7–8 секунд, срывной клапан открывает атмосферный канал и происходит экстренная разрядка тормозной магистрали.

### **2.4. Порядок действий при неисправностях приборов безопасности [citation:5, 6, 7, 9]**

#### **При неисправности ТСКБМ:**

1. При пропадании приема радиосигнала — изменить положение руки с ТСКБМ-Н.
2. При нарушении контакта электродов — надеть браслет, нажать РБ.
3. При включении двух и более ТСКБМ-Н — выключить посторонние.
4. При невозможности устранения нарушений — выключить ЭПК ключом, выключить ТСКБМ, включить ЭПК, продолжить движение с выключенной ТСКБМ.
5. Сделать запись в журнале формы ТУ-152: «ТСКБМ выключена в \_\_\_\_ ч. \_\_\_\_ мин. по причине \_\_\_\_\_».
6. Доложить дежурному по депо о причине выключения ТСКБМ.

#### **При непрекращающемся свисте ЭПК (УКБМ):**

1. Выключить АЛСН ключом ЭПК.
2. Установить реверсивную рукоятку контроллера в нейтральное положение.
3. Вновь включить АЛСН ключом ЭПК.
4. Установить реверсивную рукоятку в рабочее положение.
5. Нажать на РБ.
6. Если свисток не прекратился — выключить УКБМ.

### **3. Практическая часть**

#### **3.1. Оснащение**

| №  | Наименование                                         | Количество         |
|----|------------------------------------------------------|--------------------|
| 1  | Стенд или макет системы КЛУБ-У (с БИЛ, клавиатурой)  | 1–2 шт.            |
| 2  | Макет прибора ТСКБМ-Н (носимая часть)                | 2–3 шт.            |
| 3  | Макет ЭПК-150 (разрезной)                            | 1–2 шт.            |
| 4  | Плакат «Структура КЛУБ-У и логические модули»        | 2 шт.              |
| 5  | Плакат «Команды диагностики КЛУБ-У»                  | 2 шт.              |
| 6  | Плакат «Неисправности ТСКБМ и способы их устранения» | 2 шт.              |
| 7  | Мультиметр                                           | по числу студентов |
| 8  | Журнал формы ТУ-152 (макет)                          | по числу студентов |
| 9  | Бланки дефектных ведомостей                          | по числу студентов |
| 10 | Карточки-задания с описанием неисправностей          | по числу студентов |

### 3.2. Порядок проведения занятия

#### 3.2.1. Вводная часть (10 минут)

1. Проверка готовности студентов.

2. Объявление темы и целей занятия.

#### 3. Инструктаж по технике безопасности:

- При работе с электрооборудованием соблюдать правила электробезопасности;
- При проверке ЭПК соблюдать осторожность, не допускать самопроизвольного срабатывания;

- При работе с мультиметром убедиться в исправности щупов;

- Ремонт КЛУБ-У и замена блоков должны производиться только на стоянке локомотива;

- Проверка ЭПК на срабатывание должна проводиться работником, имеющим соответствующее свидетельство.

#### 4. Актуализация знаний:

- Какие приборы безопасности устанавливаются на локомотивах?

- Как проверить исправность логических модулей КЛУБ-У?

- Какие модули КЛУБ-У являются критическими и почему?

- Как работает ТСКБМ и каковы признаки её неисправностей?

- Что такое ЭПК и какова его роль в системе безопасности?

#### 3.2.2. Основная часть (60 минут)

**Этап 1. Изучение структуры приборов безопасности и диагностических команд (15 минут)**

##### Задание 1. Изучение структуры КЛУБ-У.

Студенты по плакату изучают структуру КЛУБ-У и запоминают соответствие цифр и букв в коде «К71» логическим модулям:

| Код | Модуль | Критичность                      |
|-----|--------|----------------------------------|
| 1   | МЦО    | Критический (отказ → торможение) |
| 2   | БИЛ    | —                                |
| 3   | ИПД    | Критический (отказ → торможение) |
| 4   | БВУ    | —                                |
| 5   | ЭК     | —                                |
| 6   | ММ     | —                                |
| 7   | УФИР   | —                                |
| 8   | САУТ   | —                                |
| 9   | РК     | —                                |
| А   | ТКС    | —                                |
| В   | ТСКБМ  | —                                |

### Задание 2. Изучение диагностических команд.

| Команда     | Назначение                              | Примечание                        |
|-------------|-----------------------------------------|-----------------------------------|
| «K71»       | Проверка исправности логических модулей | Отображение 11-значного кода      |
| «K70»       | Завершение проверки модулей             | Удаление информационной строки    |
| «K46»       | Определение активного комплекта         | Высвечивается номер комплекта     |
| «K91»/«K92» | Перезапуск комплектов                   | Переключение активности комплекта |
| «K10»       | Проверка номера ЭК                      | Соответствие штамп-справке        |

### Задание 3. Зарисовка схемы.

Студенты зарисовывают упрощённую структурную схему взаимодействия КЛУБ-У, ТСКБМ и ЭПК с указанием основных цепей управления.

### Этап 2. Выявление неисправностей по индикации и диагностике (25 минут)

### Задание 4. Анализ неисправностей по коду «K71».

Студентам выдаются карточки с результатами диагностики КЛУБ-У.

*Пример карточки №1: «При вводе команды «K71» на информационной строке БИЛ высветился код «12-4-67-9--». Оценить состояние модулей и определить неисправности».*

**Задание:** Определить, какие модули неисправны:

- Отсутствует цифра «3» (ИПД) — критическая неисправность, приводит к экстренному торможению;
- Отсутствует цифра «5» (ЭК) — электронная карта не записана или не определена;
- Отсутствует цифра «8» (САУТ) — неисправен модуль САУТ ;
- Отсутствует буква «А» (ТКС) и буква «В» (ТСКБМ) — неисправны или не включены.

*Результаты заносятся в таблицу:*

| Позиция кода | Модуль | Состояние | Заключение                       |
|--------------|--------|-----------|----------------------------------|
| 1            | МЦО    | Есть      | Исправен                         |
| 2            | БИЛ    | Есть      | Исправен                         |
| 3            | ИПД    | Нет (-)   | <b>Критическая неисправность</b> |
| 4            | БВУ    | Есть      | Исправен                         |
| 5            | ЭК     | Нет (-)   | Не записана ЭК                   |
| 6            | ММ     | Есть      | Исправен                         |
| 7            | УФИР   | Есть      | Исправен                         |
| 8            | САУТ   | Нет (-)   | Неисправен модуль САУТ           |
| 9            | РК     | Нет (-)   | Кассета не вставлена             |
| А            | ТКС    | Нет (-)   | Неисправен модуль ТКС            |
| В            | ТСКБМ  | Нет (-)   | Не включена ТСКБМ                |

#### **Задание 5. Выявление неисправностей КЛУБ-У по поведению систем.**

*Пример карточки №2: «При включении ключа ЭПК на локомотиве отсутствует звуковой сигнал, нет индикации светофоров и допустимой скорости на БИЛ. При проверке мультиметром напряжения между 2 и 4 контактами на колодке ЭПК при выключенном ключе напряжение отсутствует».*

**Задание:** Определить вероятную причину (нет напряжения между 2 и 4 контактами на ЭПК при выключенном ключе — неисправен кабель БКР-ЭПК или блок БКР-У) и способ устранения (прозвонить кабели, последовательно заменить БКР-У и кабели).

*Пример карточки №3: «При переключении кабины управления активность БИЛ не переключается. На БИЛ первой кабины продолжает индицироваться давление, а на БИЛ второй кабины показания отсутствуют».*

**Задание:** Определить вероятную причину (перепутаны местами кабели CAN для первой и второй кабин; неверно формируется сигнал включения активности БИЛ на колодке ЦКР; неисправен БКР-У-2М) и способ устранения (проверить прокладку кабелей; проверить формирование сигналов +КАБ2, -КАБ2; заменить БКР-У-2М).

#### **Этап 3. Диагностика неисправностей ТСКБМ и ЭПК (15 минут)**

**Задание 6. Определение неисправностей ТСКБМ.**

Студенты изучают таблицу нештатных ситуаций ТСКБМ и определяют способы устранения.

| Признак неисправности                                    | Тип нештатной ситуации           | Действия машиниста                                                                                    |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Погас индикатор приема радиосигнала на ТСКБМ-П           | Отсутствие приема радиосигнала   | Изменить положение руки; нажать кнопку включения ТСКБМ-Н; при отсутствии результата — выключить ТСКБМ |
| Индикатор состояния мигает, частые проверки бдительности | Снятие ТСКБМ-Н                   | Надеть ТСКБМ-Н, нажать РБ                                                                             |
| Частые запросы на подтверждение бдительности             | Включено два ТСКБМ-Н             | Нажать РБ, выключить лишний                                                                           |
| Непрекращающийся свисток ЭПК, индикатор не мигает        | Внутренний аппаратный сбой ТСКБМ | Выключить ЭПК ключом, выключить ТСКБМ, включить ЭПК, продолжить движение                              |

**Задание 7. Изучение устройства и неисправностей ЭПК-150.**

Студенты изучают плакат «Устройство ЭПК-150» и находят основные части:

- кронштейн с камерой выдержки времени;
- корпус со срывным клапаном и свистком;
- среднюю часть с диафрагмой и клапаном;
- корпус электромагнита с катушкой и якорем;
- корпус замка с эксцентриковым валиком.

**Задание 8. Диагностика неисправностей ЭПК.**

| Признак неисправности                          | Вероятная причина                                   | Способ устранения                                 |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| ЭПК не подаёт свисток при срабатывании         | Засорение калиброванного отверстия (Б) или (В)      | Продувка, очистка каналов                         |
| Непрекращающийся свисток ЭПК при нажатии на РБ | Неисправность концевого переключателя или ячейки ЦО | Замена концевого переключателя; замена ДКСВ-М     |
| ЭПК не производит экстренную разрядку          | Заклинивание поршня срывного клапана                | Разборка, устранение заклинивания, замена манжеты |

**Этап 4. Оформление дефектной ведомости (5 минут)****Задание 9. Составление дефектной ведомости.**

| № | Наименование узла/системы            | Выявленный дефект                            | Причина                          | Способ устранения                          |
|---|--------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------|
| 1 | КЛУБ-У, модуль ИПД                   | Отсутствует цифра «3» при команде «K71»      | Неисправен модуль ИПД            | Замена модуля ИПД                          |
| 2 | КЛУБ-У, модуль ТСКБМ                 | Отсутствует буква «В» при команде «K71»      | Не включена ТСКБМ или неисправна | Включить ТСКБМ; при неисправности — замена |
| 3 | КЛУБ-У, кабель БКР-ЭПК               | Нет напряжения между контактами 2 и 4 на ЭПК | Обрыв кабеля                     | Замена кабеля                              |
| 4 | ТСКБМ-Н                              | Не включается, индикатор не горит            | Элемент питания разряжен         | Замена элемента питания                    |
| 5 | ЭПК-150, калиброванное отверстие (Б) | Засорение                                    | Попадание грязи, масла           | Продувка, очистка канала                   |

### 3.2.3. Заключительная часть (20 минут)

#### 1. Контрольное выполнение задания (10 минут):

Каждый студент получает карточку-задание с описанием неисправности.

*Пример карточки: «В пути следования на локомотиве, оборудованном КЛУБ-У, ТСКБМ и ЭПК, при проверке бдительности машинист нажал на РБ, но свисток ЭПК не прекратился. При этом на БИЛ индицируется код «123456789AB» (все модули исправны). Осмотр показал, что ЭПК включён ключом, но свисток продолжает звучать».*

#### Задание:

- Определить вероятную причину неисправности: неисправность концевого переключателя ЭПК; залипание клапана ЭПК; неисправность ячейки ЦО в ДКСВ-М.
- Предложить способ устранения: проверить концевой переключатель; при необходимости — заменить ДКСВ-М или кабель.
- Указать действия машиниста: при невозможности устранения — выключить ЭПК ключом, выключить систему безопасности, продолжить движение с ограничениями, сделать запись в ТУ-152.
- Заполнить дефектную ведомость.

#### 2. Разбор типичных ошибок (5 минут):

| Ошибка                                | Пояснение                     | Способ исправления                                                                                   |
|---------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Неправильная интерпретация кода «K71» | Путают цифры и их обозначения | Запомнить соответствие: 1=МЦО, 2=БИЛ, 3=ИПД, 4=БВУ, 5=ЭК, 6=ММ, 7=УФИР, 8=САУТ, 9=РК, А=ТКС, В=ТСКБМ |

| Ошибка                                                   | Пояснение                                                | Способ исправления                                                                                  |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Непонимание критичности отказа модулей ИПД и МЦО         | Считают, что любой модуль можно заменить без последствий | Запомнить: отказ 1 или 3 → немедленное торможение                                                   |
| Путаница в нештатных ситуациях ТСКБМ                     | Не различают пропадание сигнала и аппаратный сбой        | Запомнить: при пропадании сигнала — проверить положение руки; при аппаратном сбое — выключить ТСКБМ |
| Неправильная оценка причин непрекращающегося свистка ЭПК | Путают неисправности ЭПК и нарушения бдительности        | При нажатии на РБ свисток должен прекращаться; если нет — неисправность аппаратуры                  |
| Игнорирование записи в ТУ-152                            | Считают необязательным                                   | Запомнить: при выключении ТСКБМ обязательна запись в журнале ТУ-152 с указанием причины и времени   |

### 3. Подведение итогов (3–5 минут):

- Оценка работы группы;
- Выставление оценок;
- Домашнее задание.

## 4. Оценочные материалы

### 4.1. Оценочный лист

| Критерий                                                            | Оценка (0–5) |
|---------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1. Знание структуры приборов безопасности (КЛУБ-У, ТСКБМ, ЭПК)      |              |
| 2. Правильность интерпретации кода «К71» и выявления неисправностей |              |
| 3. Правильность диагностики неисправностей ТСКБМ                    |              |
| 4. Знание устройства и неисправностей ЭПК-150                       |              |
| 5. Знание порядка действий при неисправностях приборов безопасности |              |
| 6. Заполнение дефектной ведомости                                   |              |
| 7. Соблюдение техники безопасности                                  |              |
| <b>Итого</b>                                                        | <b>0–35</b>  |

### Шкала перевода баллов в оценку:

| Баллы | Оценка                |
|-------|-----------------------|
| 28–35 | «отлично»             |
| 21–27 | «хорошо»              |
| 14–20 | «удовлетворительно»   |
| 0–13  | «неудовлетворительно» |

#### 4.2. Контрольные вопросы для самопроверки

1. Каков состав и назначение системы КЛУБ-У?
2. Какие логические модули КЛУБ-У считаются критическими и почему?
3. Как проверить исправность логических модулей КЛУБ-У?
4. Каковы возможные причины отсутствия цифры «5» в коде «К71»?
5. Каковы основные неисправности ЭПК-150 и способы их устранения?
6. Каковы калиброванные отверстия в ЭПК-150 и их диаметры?
7. Каковы нештатные ситуации ТСКБМ и порядок действий при них?
8. Какова допустимая длительность нажатия на РБ при срабатывании ЭПК?
9. Какой документ оформляется при выключении ТСКБМ в пути?
10. Каковы правила безопасности при проверке ЭПК на срабатывание?

#### 5. Домашнее задание

1. Изучить структуру и принцип работы КЛУБ-У, ТСКБМ и ЭПК-150 по учебнику и конспекту.
2. Повторить команды диагностики КЛУБ-У и их назначение.
3. Составить алгоритм действий при обнаружении отказа модуля ИПД в пути следования.
4. Подготовить сообщение на тему «Современные системы безопасности и перспективы их развития» (по желанию).

#### 6. Приложение: Памятка для студентов

##### ПАМЯТКА «Выявление неисправностей приборов безопасности»

##### Команда «К71» — диагностика КЛУБ-У:

| Код | Модуль | Критичность |
|-----|--------|-------------|
| 1   | МЦО    | Критический |
| 2   | БИЛ    | —           |
| 3   | ИПД    | Критический |
| 4   | БВУ    | —           |
| 5   | ЭК     | —           |
| 6   | ММ     | —           |

| <b>Код</b> | <b>Модуль</b> | <b>Критичность</b> |
|------------|---------------|--------------------|
| 7          | УФИР          | —                  |
| 8          | САУТ          | —                  |
| 9          | РК            | —                  |
| А          | ТКС           | —                  |
| В          | ТСКБ          |                    |

## **2. Информационное обеспечение обучения**

Перечень рекомендуемой основной и дополнительной литературы. Интернет-ресурсы, необходимых для освоение профессионального модуля.

### **2.1. Основная литература:**

1. Кобаская И А. Технология ремонта подвижного состава: учебное пособие / И. А. Кобаская. - М.: ФГБОУ " Учебно - методический центр по образованию на ж.-д. транспорте, 2016. - 288 с.

2. Собенин Л. А., Бахолдин В. И., Зинченко О. В., Воробьев А. А. Устройство и ремонт тепловозов: учебник для нач. проф. образования / Л. А. Собенин, В. И. Бахолдин, О. В. Зинченко, А. А. Воробьев. — М.: Академия. 2013. - 416 с.

### **2.2. Дополнительная литература:**

1. Афонин, Г. С. Устройство и эксплуатация тормозного оборудования подвижного состава: учебник для НПО / Г. С. Афонин, В. Н. Барщенков, Н. В. Кондратьев. – 5-е изд., стер. – М.: Академия, 2010. – 304 с.

2. Конструкция тягового подвижного состава: учебник для техникумов и колледжей ж/д транспорта / Ю.Н. Ветров, М.В. Приставко. – Москва: Маршрут, 2008. – 316 с.

3. Электрические машины и преобразователи подвижного состава: учебник для СПО / А. Грищенко, В. Стрекопытов. – Москва: Академия, 2008. – 320с.

4. Скакун, Е. А. Автоматические тормоза подвижного состава: учебное пособие / Е. А. Скакун, А. И. Вятиорец, С. Е. Ткаченко. — Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2022. — 304 с. — ISBN 978-985-895-078-1. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/134070.html> (дата обращения: 19.09.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

5. Воробьев, А. А. Подвижной состав железных дорог. Прогнозирование ресурса колес: учебное пособие для СПО / А. А. Воробьев. — 2-е изд. — Саратов, Москва: Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2024. — 143 с. — ISBN 978-5-4488-2224-7, 978-5-4497-3546-1. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/142590.html> (дата обращения: 19.09.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

6. Осипов, А. В. Техническое обслуживание и ремонт подвижного состава: учебное пособие / А. В. Осипов, А. В. Фролов, В. Ю. Бубнов. — Санкт-Петербург: ПГУПС, 2020. — 58 с. — ISBN 978-5-7641-1432-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/171837> (дата обращения: 19.09.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. Иванов, Н. Л. Техническая диагностика вагонов. Неразрушающий контроль деталей и узлов вагонов: учебное пособие / Н. Л. Иванов, Ю. В. Зыков, Д. В. Волков. — Екатеринбург: Уральский государственный университет путей сообщения, 2024. — 112 с. — ISBN 978-5-94614-576-3. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/149728.html> (дата обращения: 19.09.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

### **2.3. Интернет-ресурсы:**

1. <http://window.edu.ru/> – единое окно доступа к образовательным ресурсам
2. <http://biblioclub.ru/> — ЭБС «Университетская библиотека онлайн».
3. <http://catalog.ncstu.ru/> — электронный каталог ассоциации электронных библиотек учебных заведений и организаций СКФО
4. <http://www.iprbookshop.ru> — ЭБС.
5. <https://openedu.ru> – Открытое образование
6. Сергеев А. Г., Крохин В.В. Метрология. – М.: Логос, 2001.
7. Лифиц И.М. Стандартизация, метрология и сертификация. – М.: Юрайт, 2002.
8. Тартаковский Д.Ф. Метрология, стандартизация и технические средства

измерений: учебник. М.: Высшая школа, 2002.

9. Веремеевич А.Н. Метрология, стандартизация и сертификация. Основы взаимозаменяемости. Курс лекций. М.: "МИСИС", 2004.

10. Павлович, С. Н. Ремонт и обслуживание электрооборудования: учебное пособие / С. Н. Павлович, Б. И. Фигаро. — Минск: Вышэйшая школа, 2009. — 245 с. — ISBN 978-985-06-1688-3. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/20128.html> (дата обращения: 19.09.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

11. Буянкин, А. В. Автотранспортные средства. Конструкция, эксплуатационные свойства, обслуживание и ремонт: учебное пособие / А. В. Буянкин. — Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2021. — 200 с. — ISBN 978-5-00137-195-3. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/116558.html> (дата обращения: 19.09.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

12. Расчёт показателей надёжности тягового подвижного состава. Ч.2. Расчет показателей надёжности сложных систем: учебное пособие / А. А. Воробьёв, А. В. Горский, А. В. Скребков, Д. М. Маяков. — Москва: Российский университет транспорта (МИИТ), 2020. — 89 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/115886.html> (дата обращения: 19.09.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

13. Расчёт показателей надёжности тягового подвижного состава. Ч.1. Расчёт показателей надёжности: учебное пособие / А. А. Воробьёв, А. В. Горский, А. В. Скребков, Д. С. Шутов. — Москва: Российский университет транспорта (МИИТ), 2020. — 165 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/115885.html> (дата обращения: 19.09.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

14. Осипов, А. В. Техническое обслуживание и ремонт подвижного состава: учебное пособие / А. В. Осипов, А. В. Фролов, В. Ю. Бубнов. — Санкт-Петербург: ПГУПС, 2020. — 58 с. — ISBN 978-5-7641-1432-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/171837> (дата обращения: 19.09.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Северо-Кавказский федеральный университет»

Невинномысский технологический институт (филиал) СКФУ  
Отделение среднего профессионального образования

**Методические указания к самостоятельным занятиям**

**ПМ.01. Техническое обслуживание и ремонт основных узлов обслуживаемого оборудования, электрических машин, аппаратов, механизмов и приборов подвижного состава**

МДК.01.01 Конструкция, устройство, техническое обслуживание и ремонт подвижного состава

Специальность 23.01.10 Слесарь по обслуживанию и ремонту подвижного состава

Форма обучения очная

Методические указания к самостоятельным занятиям по модулю «Техническое обслуживание и ремонт основных узлов обслуживаемого оборудования, электрических машин, аппаратов, механизмов и приборов подвижного состава» составлены в соответствии с требованиями ФГОС СПО и предназначены для студентов, обучающихся по специальности: 23.01.10 Слесарь по обслуживанию и ремонту подвижного состава.

Методические указания для учебной дисциплины разработаны:

Болдыревым Д.В., доцентом, канд. техн. наук, доцентом кафедры ИСЭА, НТИ (филиал) СКФУ

**СОГЛАСОВАНО:**

**Представитель работодателя**

Исполнительный директор ООО  
вагонно-ремонтный завод «Депо-НТК»  
г. Невинномысск

\_\_\_\_\_  
должность представителя работодателя, наименование  
организации и город ее расположения

Безносов А.Н.  
\_\_\_\_\_  
Фамилия, инициалы

М.П.

## **1. Пояснительная записка**

Методические указания для самостоятельной работы, призваны оказывать помощь студентам в изучении основных понятий, идей, теорий и положений дисциплины, изучаемых в ходе конкретного занятия, способствовать развитию их умений, навыков и профессиональных компетенций. Методические указания предназначены для студентов специальности СПО 38.02.03 Операционная деятельность в логистике.

Целью самостоятельной работы учащихся является овладение основными знаниями умениями и навыками в соответствии с требованиями ФГОС СПО по специальности 38.02.03 Операционная деятельность в логистике.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен **уметь**:

- планировать и организовывать работу подразделения, применяя логистический подход;

- применять в профессиональной деятельности приемы логистики;
- принимать эффективные решения, используя методологию логистики;
- учитывать особенности логистики в области профессиональной деятельности.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен **знать**:

- сущность и характерные черты современной логистики;
- методы и функции логистики;
- принципы логистики;
- виды логистики и их характерные черты;
- основные направления и этапы управления потоками в логистике;
- принципы функционирования и управления логистической цепью;
- функциональные подсистемы логистики;
- логистические концепции и технологии;
- нормативно-правовое регулирование логистической деятельности

## **2. Методические указания по подготовке к собеседованию**

Собеседование - наиболее распространенный метод контроля знаний учащихся, вариант текущей проверки, процессе которого преподаватель получает широкие возможности для изучения индивидуальных возможностей усвоения учащимися учебного материала.

При подготовке к устному опросу студент должен:

1. Предварительно повторить теоретический материал темы (тем) по которой проводится устный опрос.

2. Ознакомиться с заданием, уяснить его фабулу и поставленные вопросы.

3. Продумать логику и последовательность изложения материала. Ответы на поставленные вопросы должны быть аргументированными.

При оценке устных ответов студентов по дисциплине учитываются следующие критерии:

1. Знание основных процессов изучаемой предметной области, глубина и полнота раскрытия вопроса.

2. Владение терминологическим аппаратом и использование его при ответе.

3. Умение объяснить сущность явлений, событий, процессов, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы.

4. Владение монологической речью, логичность и последовательность ответа, умение отвечать на поставленные вопросы, выражать свое мнение по обсуждаемой проблеме.

## **3. Методические указания по выполнению различных форм самостоятельной работы**

### **3.1 Методические указания по написанию реферата**

Внеаудиторная самостоятельная работа в форме реферата является индивидуальной самостоятельно выполненной работой студента.

Реферат, как правило, должен содержать следующие структурные элементы:

1. Титульный лист
2. Содержание
3. Введение
4. Основная часть
5. Заключение
6. Список использованных источников
7. Приложения (при необходимости).

Примерный объем реферата в машинописных страницах представлен в таблице 2.  
Таблица 1 – Рекомендуемый объем структурных элементов реферата:

| Наименование частей реферата     | Количество страниц |
|----------------------------------|--------------------|
| Титульный лист                   | 1                  |
| Содержание (с указанием страниц) | 1                  |
| Введение                         | 1                  |
| Основная часть                   | 8-15               |
| Заключение                       | 1-2                |
| Список использованных источников | 1-2                |
| Приложения                       | Без ограничений    |

В содержании приводятся наименования структурных частей реферата, глав и параграфов его основной части с указанием номера страницы, с которой начинается соответствующая часть, глава, параграф.

Во введении дается общая характеристика реферата:

- обосновывается актуальность выбранной темы;
- определяется цель работы и задачи, подлежащие решению для её достижения;
- описываются объект и предмет исследования, информационная база исследования;
- кратко характеризуется структура реферата по главам.

Основная часть должна содержать материал, необходимый для достижения поставленной цели и задач, решаемых в процессе выполнения реферата. Она включает 2-3 главы, каждая из которых, в свою очередь, делится на 2-3 параграфа. Содержание основной части должно точно соответствовать теме проекта и полностью её раскрывать. Главы и параграфы реферата должны раскрывать описание решения поставленных во введении задач. Поэтому заголовки глав и параграфов, как правило, должны соответствовать по своей сути формулировкам задач реферата. Заголовок "ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ" в содержании реферата быть не должно.

Главы основной части реферата могут носить теоретический, методологический и аналитический характер.

Обязательным для реферата является логическая связь между главами и последовательное развитие основной темы на протяжении всей работы, самостоятельное изложение материала, аргументированность выводов. Также обязательным является наличие в основной части реферата ссылок на использованные источники.

Изложение необходимо вести от третьего лица («Автор полагает...») либо использовать безличные конструкции и неопределенно-личные предложения («На втором этапе исследуются следующие подходы...», «Проведенное исследование позволило доказать...» и т.п.).

В заключении логически последовательно излагаются выводы, к которым пришел студент в результате выполнения реферата. Заключение должно кратко характеризовать решение всех поставленных во введении задач и достижение цели реферата.

Список использованных источников является составной частью работы и отражает степень изученности рассматриваемой проблемы. Количество источников в списке определяется студентом самостоятельно, для реферата их рекомендуемое количество

от 10 до

20. При этом в списке обязательно должны присутствовать источники, изданные в последние 3 года, а также ныне действующие нормативно-правовые акты, регулирующие отношения, рассматриваемые в реферате.

В приложения следует относить вспомогательный материал, который при включении в основную часть работы загромождает текст (таблицы вспомогательных данных, инструкции, методики, формы документов и т.п.).

### **Оформление реферата**

При выполнении внеаудиторной самостоятельной работы в виде реферата необходимо соблюдать следующие требования:

- на одной стороне листа белой бумаги формата А-4;
- размер шрифта-12; TimesNewRoman, цвет – черный;
- междустрочный интервал – одинарный;
- поля на странице – размер левого поля – 2 см, правого- 1 см, верхнего-2см, нижнего-2см.;отформатировано по ширине листа;
- на первой странице необходимо изложить план (содержание) работы;
- в конце работы необходимо указать источники использованной литературы;
- нумерация страниц текста – по центру страницы, выравнивание по правому краю.

Список использованных источников должен формироваться в алфавитном порядке по фамилии авторов. Литература обычно группируется в списке в такой последовательности:

1. Законодательные и нормативно-методические документы и материалы.
2. Специальная научная отечественная и зарубежная литература (монографии, учебники, научные статьи и т.п.).
3. Статистические, инструктивные и отчетные материалы предприятий, организаций и учреждений.

Включенная в список литература нумеруется сплошным порядком от первого до последнего названия.

По каждому литературному источнику указывается: автор (или группа авторов), полное название книги или статьи, место и наименование издательства (для книг и брошюр), год издания; для журнальных статей указывается наименование журнала, год выпуска и номер. По сборникам трудов (статей) указывается автор статьи, ее название и далее название книги (сборника) и ее выходные данные.

Приложения следует оформлять как продолжение реферата на его последующих страницах.

Каждое приложение должно начинаться с новой страницы. Вверху страницы справа указывается слово "Приложение" и его номер. Приложение должно иметь заголовок, который располагается по центру листа отдельной строкой и печатается прописными буквами.

Приложения следует нумеровать порядковой нумерацией арабскими цифрами.

На все приложения в тексте работы должны быть ссылки. Располагать приложения следует в порядке появления ссылок на них в тексте.

Срок сдачи готового реферата определяется утвержденным графиком.

В случае отрицательного заключения преподавателя студент обязан доработать или переработать реферат. Срок доработки реферата устанавливается руководителем с учетом сущности замечаний и объема необходимой доработки.

### **Основные требования к реферату**

| <b>Параметр</b> | <b>Требование</b>                                                               |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Объём</b>    | 10–15 страниц печатного текста (шрифт Times New Roman, 14 кегль, 1,5 интервал). |

| Параметр                           | Требование                                                                                                                                 |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Структура</b>                   | Титульный лист, оглавление, введение, основная часть (2–3 главы), заключение, список использованных источников (не менее 5).               |
| <b>Актуальность</b>                | Введение должно содержать обоснование выбора темы и её значимость для профессиональной деятельности слесаря по ремонту подвижного состава. |
| <b>Содержательность</b>            | Раскрытие темы с опорой на техническую документацию, схемы, таблицы, рисунки (обязательны иллюстрации узлов и механизмов).                 |
| <b>Практическая направленность</b> | Описание неисправностей, методов диагностики или технологий ремонта с привязкой к реальным условиям депо или предприятия.                  |
| <b>Самостоятельность</b>           | Текст должен быть авторским, доля заимствований (цитирование) – не более 30% (проверка на антиплагиат).                                    |
| <b>Оформление</b>                  | Соблюдение ГОСТа (ссылки на источники, нумерация страниц, оформление рисунков и таблиц).                                                   |
| <b>Срок сдачи</b>                  | Устанавливается преподавателем (за 2 недели до защиты).                                                                                    |

### Темы рефератов

1. Классификация и общая характеристика железнодорожного подвижного состава (локомотивы, вагоны, моторвагонный подвижной состав).
2. Назначение, устройство и принцип работы механического оборудования локомотивов (ходовые части, кузов, автосцепное оборудование).
3. Типовые неисправности механического оборудования подвижного состава: причины возникновения и способы устранения.
4. Энергетические установки локомотивов: сравнительная характеристика дизельных, электрических и газотурбинных двигателей.
5. Электрическое оборудование подвижного состава: состав, назначение и принцип действия основных элементов.
6. Неисправности электрического оборудования локомотивов: диагностика, техническое обслуживание и ремонт.
7. Силовые (высоковольтные) аппараты электрических цепей: конструкция, работа, типовые неисправности и методы их устранения.
8. Реле и регуляторы на подвижном составе: классификация, принцип действия, характерные неисправности и способы восстановления работоспособности.
9. Аппараты низковольтных цепей: устройство, функции, техническое обслуживание и ремонт.
10. Аккумуляторные батареи подвижного состава: устройство, режимы работы, правила обслуживания и диагностика неисправностей.
11. Электрические схемы локомотивов и вагонов: чтение схем, порядок проверки и техническое обслуживание электрических цепей.

12. Автоматические тормоза железнодорожного подвижного состава: устройство, принцип работы, виды неисправностей и регламент обслуживания.

13. Локомотивные устройства безопасности (КЛУБ-У, САУТ, ТСКБМ): назначение, работа и регламент технического обслуживания.

14. Технология демонтажа, монтажа, сборки и регулировки узлов и механизмов подвижного состава (на примере конкретного узла по выбору).

15. Организация технического обслуживания и ремонтных работ в условиях эксплуатационного локомотивного депо (на примере депо Невинномысск).

#### Критерии оценивания:

| Критерий                 | Показатели                                                                                                                               | Макс. балл |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Содержание               | Полнота раскрытия темы, соответствие заявленному плану, глубина проработки вопросов, наличие технических деталей и примеров из практики. | 25         |
| Аналитическая часть      | Выявление типовых неисправностей, описание способов диагностики и ремонта (связь с ПК 1.1 – ПК 1.3).                                     | 20         |
| Использование источников | Качество и количество использованной литературы, нормативной документации, ссылки на актуальные руководства по эксплуатации и ремонту.   | 15         |
| Оформление               | Соответствие стандартам (наличие иллюстраций, схем, таблиц; правильное оформление ссылок, списка литературы).                            | 15         |
| Самостоятельность        | Оригинальность текста (результат проверки на антиплагиат), отсутствие механического копирования.                                         | 10         |
| Защита (устная)          | Умение четко и кратко представить основные положения, ответить на вопросы по теме, продемонстрировать понимание материала.               | 15         |
| Итого                    |                                                                                                                                          | 100        |

#### Шкала перевода баллов в оценку

| Оценка              | Баллы    |
|---------------------|----------|
| Отлично             | 85–100   |
| Хорошо              | 65–84    |
| Удовлетворительно   | 50–64    |
| Неудовлетворительно | менее 50 |

### **3.2. Методические указания по написанию доклада**

Доклад – это вид самостоятельной работы студентов, заключающийся в разработке студентами темы на основе изучения литературы и развернутом публичном сообщении по данной проблеме.

Цель доклада - сформировать научно-исследовательские навыки и умения у студентов, способствовать овладению методами научного познания, освоить навыки публичного выступления, научиться критически мыслить. При этом главная составляющая - это публичное выступление.

#### ***Этапы подготовки доклада:***

- выбор темы доклада;
- подбор и изучение наиболее важных учебных, научных работ по данной теме, нормативных правовых актов;
- анализ изученного материала, выделение наиболее значимых для раскрытия темы доклада фактов, мнений ученых;
- составление плана доклада;
- написание текста доклада с соблюдением требований научного стиля.

#### ***Структура доклада:***

1. Вступление, в котором указываются:
  - тема доклада;
  - цель доклада;
  - связь данной темы с другими темами;
  - актуальность, проблематика темы;
  - краткий обзор изученной литературы по данной теме и т.п.
2. Основная часть, которая содержит логичное, последовательное изложение материала.
3. Заключение, в котором:
  - подводятся итоги, формулируются выводы;
  - подчеркивается значение рассмотренной проблемы;
  - выделяются основные проблемы, пути и способы их решения и т.п.;
4. Приложения (схемы, таблицы для более наглядного освещения темы).

#### ***Требования к оформлению работы:***

- размер бумаги - А4;
- поля: верхнее, нижнее - 2 см; левое, правое - 2,5 см;
- колонтитулы - 1,25 см;
- ориентация книжная;
- шрифт Times New Roman, высота 14pt;
- межстрочное расстояние - одинарное;
- выравнивание по ширине;
- красная строка 1,5 см.

#### ***Требования к защите доклада:***

1. Продолжительность выступления обычно не превышает 10-15 минут. Поэтому при подготовке доклада из текста работы отбирается самое главное. В докладе должно быть кратко отражено основное содержание всех глав и разделов исследовательской работы.
2. Для успешного выступления с докладом заучите значение всех терминов, которые употребляются в докладе.
3. При соблюдении этих правил у вас должен получиться интересный доклад, который, несомненно, будет высоко оценен преподавателем.

#### **Оценочный лист доклада**

ФИО \_

Группа\_специальность \_\_ Преподаватель\_\_ Учебная дисциплина/предмет/МДК\_\_ Тип

| №                   | Критерии оценивания                       | Показатели оценивания                             | Кол-во баллов |
|---------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------|
| 1.                  | Качество выступления                      | Студент зачитывает доклад                         | 2             |
|                     |                                           | Рассказывает, но не объясняет                     | 3             |
|                     |                                           | Хорошее изложение материала                       | 5             |
| 2.                  | Оригинальность доклада                    | Для доклада выбрана традиционная тема             | 2             |
|                     |                                           | Доклад выполнен по актуальной теме                | 3             |
|                     |                                           | Доклад содержит собственные идеи                  | 5             |
| 3.                  | Структура доклада                         | Нелогичная структура доклада                      | 2             |
|                     |                                           | Структура требует корректировки                   | 3             |
|                     |                                           | Работа структурирована грамотно                   | 5             |
| 4.                  | Владение специальным научным аппаратом    | Владеет базовой терминологией                     | 2             |
|                     |                                           | Использует общенаучную и специальную терминологию | 3             |
|                     |                                           | Хорошо владеет специальным научным аппаратом      | 5             |
| 5.                  | Качество ответов на вопросы               | Не может ответить на вопросы                      | 2             |
|                     |                                           | Отвечает на вопросы однозначно                    | 3             |
|                     |                                           | Уверенно отвечает на вопросы                      | 5             |
| 6.                  | Четкость выводов и обобщений              | Отсутствие выводов и обобщений                    | 2             |
|                     |                                           | Бездоказательность выводов                        | 3             |
|                     |                                           | Выводу полностью характеризуют работу             | 5             |
| 7.                  | Использование демонстрационного материала | Не использует демонстрационных средств            | 2             |
|                     |                                           | Использует, но не ориентируется в материале       | 3             |
|                     |                                           | Уместно применяет демонстрационные материалы      | 5             |
| 8.                  | Оформление доклада                        | Оформление не соответствует требованиям           | 2             |
|                     |                                           | Оформление в соответствии с требованиями          | 3             |
|                     |                                           | Творческий подход к оформлению доклада            | 5             |
| Общее кол-во баллов |                                           |                                                   |               |
| Оценка              |                                           |                                                   |               |

#### Оценка в баллах

40-35 -оценка «5»;

34- 30 –оценка «4»;

29- 25–оценка «3»;

24 и ниже -оценка «2»

### 3.3. Методические рекомендации по составлению презентаций

Презентация (от английского слова - представление) – это набор цветных картинок-слайдов на определенную тему, который хранится в файле специального формата с расширением PPT. Термин «презентация» (иногда говорят «слайд-фильм») связывают, прежде всего, с информационными и рекламными функциями картинок, которые рассчитаны на определенную категорию зрителей (пользователей).

При создании презентации следует придерживаться:

1. Основных рекомендаций по дизайну презентации.
2. Правил шрифтового оформления.
3. Основных правил компьютерного набора текста.

Правила оформления презентации:

**Правило № 1:** Обратите внимание на качество картинок. Картинки должны быть крупными, четкими. Не пытайтесь растягивать мелкие картинки через весь слайд: это приведет к ее пикселизации и значительному ухудшению качества. На одном слайде — не более трех картинок, чтобы не рассеивать внимание и не перегружать зрение. Картинка должна нести смысловую нагрузку, а не просто занимать место на слайде.

**Правило № 2.** Не перегружайте презентацию текстом. Максимально сжатые тезисы, не более трех на одном слайде. Текст не должен повторять то, что говорят, возможно, лишь краткое изложение сути сказанного.

**Правило № 3.** Оформление текста. Текст должен быть четким, достаточно крупным, не сливаться с фоном.

**Правило № 4.** Настройка анимации. Порой составитель презентации, как будто играя в интересную игру, перегружает презентацию анимационными эффектами. Это отвлекает и бывает очень тяжело для глаз. Используйте минимум эффектов, берите только самые простые. Особенно утомляют такие эффекты как вылет, вращение, собирание из элементов, увеличение, изменение шрифта или цвета.

**Правило № 5.** Смена слайдов. Здесь тоже обращаем внимание, как сменяются слайды. Лучше не использовать здесь эффекты анимации совсем. Когда слайды сменяются, наезжая друг на друга или собираясь из отдельных полос, начинает просто рябить в глазах. Берегите свое зрение и зрения ваших слушателей.

#### **Критерии оценки презентации:**

Оценка «отлично» выставляется студенту, если: презентация соответствует теме самостоятельной работы; - оформлен титульный слайд с заголовком (тема, цели, план и сформулированная тема ясно изложена и структурирована; использованы графические изображения (фотографии, картинки и т.п.), соответствующие теме; выдержан стиль, цветовая гамма, использована анимация, звук; работа оформлена и предоставлена в установленный срок.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если: презентация соответствует теме самостоятельной работы; оформлен титульный слайд с заголовком (тема, цели, план и сформулированная тема ясно изложена и структурирована; Используются графические изображения (фотографии, картинки и т.п.), соответствующие теме; работа оформлена и предоставлена в установленный срок.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если: презентация частично соответствует теме самостоятельной работы; оформлен титульный слайд с заголовком (тема, цели, план и сформулированная тема ясно изложена, но слабо структурирована; неуместно или мало использованы графические изображения (фотографии, картинки и т.п.), соответствующие теме; работа оформлена и предоставлена позже установленного срока.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если работа не выполнена или содержит материал не по вопросу.

#### **4. Информационное обеспечение обучения**

Перечень рекомендуемой основной и дополнительной литературы. Интернет-ресурсы, необходимых для освоение профессионального модуля.

##### **4.1. Основная литература:**

1. Кобаская И А. Технология ремонта подвижного состава: учебное пособие / И. А. Кобаская. - М.: ФГБОУ " Учебно - методический центр по образованию на ж.-д. транспорте, 2016. - 288 с.
2. Собенин Л. А., Бахолдин В. И., Зинченко О. В., Воробьев А. А. Устройство и ремонт тепловозов: учебник для нач. проф. образования / Л. А. Собенин, В. И. Бахолдин, О. В. Зинченко, А. А. Воробьев. — М.: Академия. 2013. - 416 с.

##### **4.2. Дополнительная литература:**

1. Афонин, Г. С. Устройство и эксплуатация тормозного оборудования подвижного состава: учебник для НПО / Г. С. Афонин, В. Н. Барщенков, Н. В. Кондратьев. – 5-е изд., стер. – М.: Академия, 2010. – 304 с.
2. Конструкция тягового подвижного состава: учебник для техникумов и колледжей ж/д транспорта / Ю.Н. Ветров, М.В. Приставко. – Москва: Маршрут, 2008. – 316 с.
3. Электрические машины и преобразователи подвижного состава: учебник для СПО / А. Грищенко, В. Стрекопытов. – Москва: Академия, 2008. – 320с.
4. Скакун, Е. А. Автоматические тормоза подвижного состава: учебное пособие / Е. А. Скакун, А. И. Вятиорец, С. Е. Ткаченко. — Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2022. — 304 с. — ISBN 978-985-895-078-1. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/134070.html> (дата обращения: 19.09.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
5. Воробьев, А. А. Подвижной состав железных дорог. Прогнозирование ресурса колес: учебное пособие для СПО / А. А. Воробьев. — 2-е изд. — Саратов, Москва: Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2024. — 143 с. — ISBN 978-5-4488-2224-7, 978-5-4497-3546-1. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/142590.html> (дата обращения: 19.09.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
6. Осипов, А. В. Техническое обслуживание и ремонт подвижного состава: учебное пособие / А. В. Осипов, А. В. Фролов, В. Ю. Бубнов. — Санкт-Петербург: ПГУПС, 2020. — 58 с. — ISBN 978-5-7641-1432-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/171837> (дата обращения: 19.09.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей
7. Иванов, Н. Л. Техническая диагностика вагонов. Неразрушающий контроль деталей и узлов вагонов: учебное пособие / Н. Л. Иванов, Ю. В. Зыков, Д. В. Волков. — Екатеринбург: Уральский государственный университет путей сообщения, 2024. — 112 с. — ISBN 978-5-94614-576-3. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/149728.html> (дата обращения: 19.09.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

##### **4.3. Интернет-ресурсы:**

1. <http://window.edu.ru/> – единое окно доступа к образовательным ресурсам
2. <http://biblioclub.ru/> — ЭБС «Университетская библиотека онлайн».
3. <http://catalog.ncstu.ru/> — электронный каталог ассоциации электронных библиотек учебных заведений и организаций СКФО
4. <http://www.iprbookshop.ru> — ЭБС.
5. <https://openedu.ru> – Открытое образование
6. Сергеев А. Г., Крохин В.В. Метрология. – М.: Логос, 2001.
7. Лифиц И.М. Стандартизация, метрология и сертификация. – М.: Юрайт, 2002.
8. Тартаковский Д.Ф. Метрология, стандартизация и технические средства

измерений: учебник. М.: Высшая школа, 2002.

9. Веремеевич А.Н. Метрология, стандартизация и сертификация. Основы взаимозаменяемости. Курс лекций. М.: "МИСИС", 2004.

10. Павлович, С. Н. Ремонт и обслуживание электрооборудования: учебное пособие / С. Н. Павлович, Б. И. Фигаро. — Минск: Вышэйшая школа, 2009. — 245 с. — ISBN 978-985-06-1688-3. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/20128.html> (дата обращения: 19.09.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

11. Буянкин, А. В. Автотранспортные средства. Конструкция, эксплуатационные свойства, обслуживание и ремонт: учебное пособие / А. В. Буянкин. — Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2021. — 200 с. — ISBN 978-5-00137-195-3. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/116558.html> (дата обращения: 19.09.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

12. Расчёт показателей надёжности тягового подвижного состава. Ч.2. Расчет показателей надёжности сложных систем: учебное пособие / А. А. Воробьёв, А. В. Горский, А. В. Скребков, Д. М. Маяков. — Москва: Российский университет транспорта (МИИТ), 2020. — 89 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/115886.html> (дата обращения: 19.09.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

13. Расчёт показателей надёжности тягового подвижного состава. Ч.1. Расчёт показателей надёжности: учебное пособие / А. А. Воробьёв, А. В. Горский, А. В. Скребков, Д. С. Шутов. — Москва: Российский университет транспорта (МИИТ), 2020. — 165 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/115885.html> (дата обращения: 19.09.2025). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

14. Осипов, А. В. Техническое обслуживание и ремонт подвижного состава: учебное пособие / А. В. Осипов, А. В. Фролов, В. Ю. Бубнов. — Санкт-Петербург: ПГУПС, 2020. — 58 с. — ISBN 978-5-7641-1432-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/171837> (дата обращения: 19.09.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.