

Министерство путей сообщения Российской Федерации  
Департамент кадров и учебных заведений

САМАРСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ

Кафедра «Локомотивы»

## **Электрические аппараты и схемы локомотивов**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к обучающим программам

для студентов специальности 150700 – «Локомотивы»  
дневной и заочной форм обучения

Составители: Ю.Е. Просвиров  
В.В. Иванов  
А.Ю. Балакин  
С.И. Карягин

Самара – 2003

Электрические аппараты и схемы локомотивов. Методические указания к обучающим программам для студентов специальности 150700 дневной и заочной формы обучения / Составители: Просвиров Ю.Е., Иванов В.В., Балакин А.Ю., Карягин С.И. – Самара: СамГАПС, 2003. – 12 с.

Утверждено на заседании кафедры пр.№2 от 15.10.2003.

Печатается по решению редакционно-издательского совета академии.

Методические указания предназначены для работы с обучающими программами по дисциплине «Электрические аппараты и схемы локомотивов». Методические указания составлены в соответствии с требованиями государственного образовательного стандарта профессионального высшего образования.

Составители: Просвиров Ю.Е., Иванов В.В., Балакин А.Ю., Карягин С.И.

Рецензенты: к.т.н., доцент Щербицкая Т.В.  
к.т.н., доцент Силаев В.А.

Редактор И.М. Егорова  
Компьютерная верстка: А.А. Егоров

Подписано в печать 11.11.03. Формат 60×90 1/16.  
Бумага писчая. Печать оперативная. Усл. п.л. 0,8.  
Тираж 100экз. Заказ № 160.

## ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Методические указания предназначены для изучения электрических схем тепловоза 2ТЭ116. Работа является комплексной и проводится в компьютерном классе и на полигоне.

На первом этапе занятия проводятся в компьютерном классе. Общая электрическая схема разбита на части, каждая из которых показывается на одном экране дисплея. Обычно каждая такая часть (схема) представляет законченный функциональный узел. Эти схемы объединены в группы.

а) Управление дизелем и тягой:

- цепи пуска дизеля;
- схема остановки дизеля;
- схема управления блок-магнитами регулятора дизеля;
- цепи управления тягой.

б) Вспомогательные цепи:

- схема питания цепей управления;
- схема управления двигателями вентиляторов;
- схема управления подачей песка;
- цепи управления электродвигателями переменного тока (управление охлаждением);
- управление работой компрессора.

в) Силовые схемы:

- схемы возбуждения тягового генератора и возбuditеля;
- схема реле боксования;
- селективный узел;
- схема реле переходов и реле заземления;
- цепи тяговых двигателей.

г) Цепи сигнализации и освещения:

- цепи сигнализации;
- схема указателя повреждений;
- цепи освещения;
- схема электродистанционных измерительных приборов;
- схема пожарной сигнализации.

д) Прочие схемы:

- схема контроля обрыва тормозной магистрали;
- схема включения радиостанции;
- схема АЛСН.

Провода, к которым приложено напряжение со стороны плюса, и провода, подключенные к минусу, по которым течет ток, показываются красным цветом, в противном случае – черным. Элементы (реле, резисторы, предохранители и т.д.), по которым протекает ток, показываются красным цветом, при отсутствии тока – черным. Схема функционирует в реальном времени, то есть при включении тумблеров, кнопок и т.д. происходит подача напряжения на соответствующие элементы схем, то есть включение этих элементов. Эти изменения отображаются красным цветом на схеме. Вы видите перед собой как бы живую схему. Следует иметь в виду, что математическая модель единая, то есть при включенном тумблере в одной схеме (на одном экране), этот тумблер включается во всех других схемах (экранах).

## I. ЗАПУСК ПРОГРАММЫ

Для запуска обучающей программы:

1. Нажмите кнопку "Пуск" и выберите в главном меню пункт "Программы".
2. Выберите папку "Обучающие программы" и откройте программу «Электрическая схема 2ТЭ116».

Будет запущена обучающая программа "Электрическая схема тепловоза 2ТЭ116".

Работа программы начинается с показа заставки с названием, годом создания, версией программы и названием Вашего депо. После загрузки программы на экране появляется меню для выбора схемы. Для выбора схемы откройте вкладку с нужной группой схем (перечень групп и схем приведен в пункте Введение) и нажмите кнопкой «мыши» на ее название.

## II. КАК ВЫЗВАТЬ НУЖНУЮ СХЕМУ

Выберите из списка групп схем верхнего меню нужную Вам группу. Раскроется вложенный список с перечнем схем. Нажатием кнопки «мыши» выберите интересующую Вас схему.

## III. ЭЛЕМЕНТЫ СХЕМЫ

В схеме используются следующие графические изображения элементов:

диод,  
стабилитрон,  
тиристор,  
лампа,  
резистор,  
резистор переменный,  
обмотка,  
печь,  
двигатель,  
предохранитель,  
контакты реле, контакты многопозиционного переключателя;  
контакты с дугогашением,  
контакты с выдержкой времени на включение,  
контакты с выдержкой времени на выключение,  
контакты с механической связью,  
катушка реле,  
катушка реле с выдержкой времени на включение,  
катушка реле с выдержкой времени на выключение,  
катушка реле с выдержкой времени на включение и на выключение.

## IV. ЭЛЕМЕНТЫ УПРАВЛЕНИЯ

В схемах есть элементы, которыми Вы можете управлять:

кнопки,  
тумблеры,  
автоматы,

кнопки без самовозврата,  
тумблеры с двумя или тремя положениями,  
многополюсные переключатели,  
многопозиционные переключатели.

Для включения кнопки или переключения тумблера, автомата и т.д. укажите на изображение этого элемента и нажмите кнопку «мыши». Для управления многопозиционным переключателем надо нажать «мышкой» на изображение бегунка и двигать его в нужном направлении, не отпуская клавишу «мыши».

## V. ОПИСАНИЕ МОДЕЛИ

Моделирование осуществляется в режиме реального времени с учетом следующих ограничений:

- моделирование осуществляется по принципу «включено/выключено». Например, моделируется не величина напряжения, а есть оно или нет;
- движение поезда в программе не моделируется, и величина тока тяговых двигателей не рассчитывается;
- функции защиты в силовой схеме моделируются нажатием искусственных кнопок или искусственным включением двух катушечных реле.

В исходном состоянии включены:

рубильник БВ аккумуляторной батареи;

автоматические выключатели: А1 – А14, А25, АУ, АК, АМК;

тумблеры АВУ, БУ, РДВ, ТА, ЭПК2;

реверсивная и главная рукоятки контроллера находятся в положении «0».

Схема питания цепей управления выполнена с предварительно включенным рубильником аккумуляторной батареи. Кроме того, разные схемы выполнены с предварительным включением автоматических выключателей А1 – А14, А25, АУ, АК, АМК и тумблеров БВ, АВУ, БУ, РДВ, ТА, ЭПК2.

## VI. НЕИСПРАВНОСТИ

Модель поддерживает введение неисправности (обрыв цепи) в предохранитель и катушку реле. Для ввода неисправности в предохранитель укажите на его изображение и нажмите кнопку «мыши». На этом элементе появится красный крестик, указывающий на его обрыв. Повторное нажатие отменяет неисправность. Обрыв катушки реле производится аналогичным образом.

## VII. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММНОГО ТРЕНАЖЕРА ПО ИЗУЧЕНИЮ РАБОТЫ И МЕТОДАМ ПОИСКА НЕИСПРАВНОСТЕЙ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЕ ТЕПЛОВОЗА 2ТЭ116

### 1. Общие положения

Пакет программ «Электрическая схема тепловоза 2ТЭ116» служит для изучения электрической схемы тепловоза, основных методов поиска неисправностей и организации текущего контроля знаний при подготовке и переподготовке работников цеха эксплуатации и ремонта локомотивных депо.

Программный тренажер электрической схемы состоит из двух частей:

- а) электрическая схема цепей запуска дизеля, зарядки аккумуляторной батареи и управления компрессором;
- б) электрическая схема цепей трогания и управления дизелем.

## 2. Электрическая схема цепей запуска дизеля, зарядки аккумуляторной батареи и управления компрессором

Запуск программы осуществляется двойным щелчком левой кнопки «мыши» на иконке соответствующего ярлыка на рабочем столе.

Щелчок «мышью» в любом месте заставки приводит к появлению на экране списка возможных режимов работы тренажера (рис.1).



Рис. 1. Список возможных режимов работы тренажера

Режим «Тренировка» предназначен для ознакомления с работой тренажера, а также для изучения работы электрической схемы тепловоза и приобретения основных навыков поиска неисправностей в ней.

Режим «Выполнение задания» предполагает выполнение предварительно сформированного контрольного задания по поиску неисправностей с ограничением времени работы (15 минут).

## 3. Режим тренировки

При выборе пункта «Тренировка» на экране появляется список возможных вариантов продолжений работы программного тренажера (рис. 2).

Выберите вариант состояния схемы

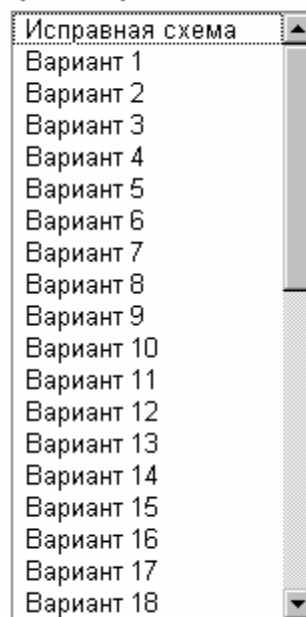


Рис.2. Выбор вариантов состояния схемы

### 3.1. Работа с исправной схемой

При выборе пункта «Исправная схема» на экране дисплея появляется графическое изображение фрагмента электрической схемы цепей зарядки аккумуляторной батареи и управления компрессором тепловоза 2ТЭ116 (рис.3).

Электрическая схема цепей запуска дизеля тепловоза 2ТЭ116 представлена на 2-х листах. На первом из них изображены цепи зарядки аккумуляторной батареи и управления компрессором, на втором – основные цепи управления пуском дизеля. Переключение между листами осуществляется с помощью закладок в левом нижнем углу экрана. Зкладка видимого листа имеет белый фон, а невидимого - желтый.

В нижней части экрана расположена панель управления с несколькими кнопками.

Кнопка «Трассировка» предназначена для перехода в пошаговый режим выполнения программы. В этом случае для большей наглядности на одном шаге запитывается катушка реле, а на следующем приводятся в действие его контакты. Каждый шаг в этом режиме выполняется при помощи кнопки с изображением прямоугольного импульса, которая становится доступной при переходе в режим трассировки.

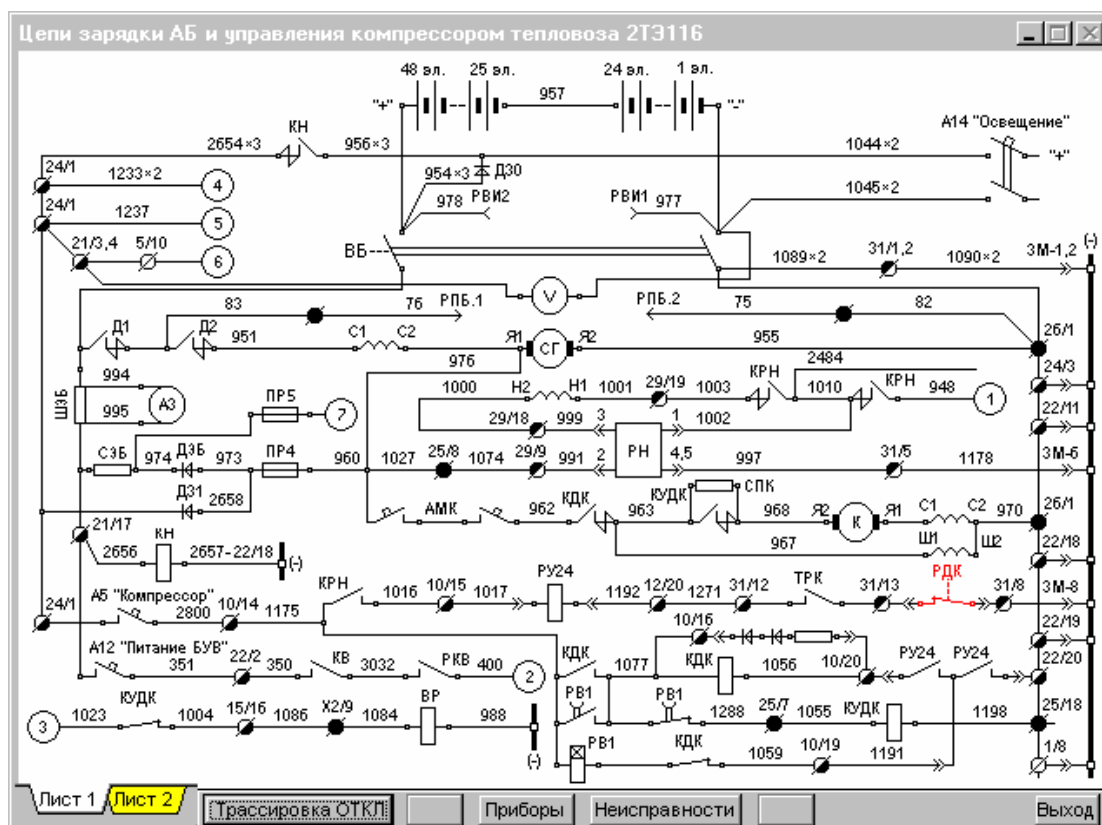


Рис.3. Изображение электрической схемы тепловоза

Кнопка «Приборы» позволяет вызвать на экран дисплея панель электроизмерительных приборов (манометры для измерения давления масла и топлива, тахометр для измерения частоты вращения коленчатого вала, амперметр и вольтметр для измерения тока и напряжения тягового генератора), с помощью которых осуществляется контроль значений параметров состояния тепловозного оборудования в процессе работы с электрической схемой. Повторное нажатие на эту кнопку убирает с экрана приборную панель.

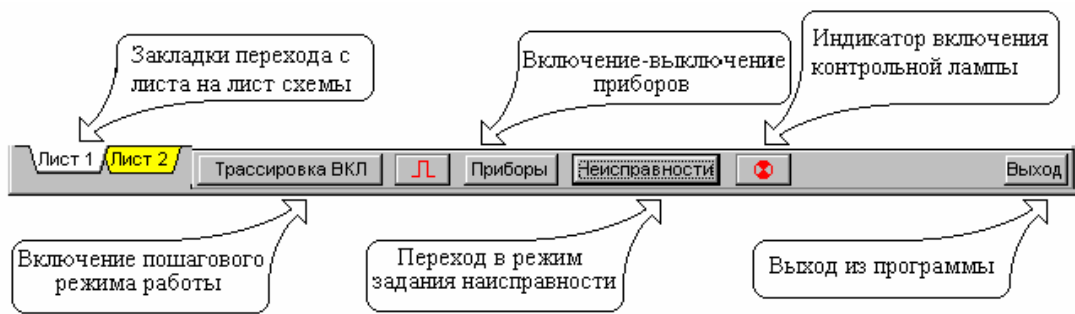


Рис.4. Панель управления

Кнопка «**Неисправности**» вызывает экран ручного задания неисправностей в электрической схеме тепловоза.

Кнопка «**Выход**» позволяет перейти в начальную заставку программы и выбрать новый режим работы программного тренажера или завершить его работу.

В исходном состоянии предполагается, что все электрические выключатели находятся в разомкнутом состоянии, поэтому для подготовки электрической схемы к осуществлению запуска дизеля необходимо выполнить необходимые переключения (включить рубильник аккумуляторной батареи, необходимые тумблеры и автоматические выключатели, поставить в нужное положение контроллер и рукоятку его реверсивного барабана). Для того, чтобы включить какой-либо электрический аппарат, необходимо подвести к его изображению указатель «мыши» и нажать левую кнопку (рис. 4).

Если операция выполнена правильно, тогда изображение электрического аппарата изменится на включенное и окрасится в красный цвет.

При этом следует помнить, что коммутация каких-либо электрических аппаратов возможна только тогда, когда указатель «мыши» установлен точно на изображении электрического аппарата. Приблизительное расположение указателя в области изображения не всегда может привести к желаемому результату.

Одновременно с окрашиванием включаемого электрического аппарата приобретают красный цвет все другие электрические аппараты, которые оказываются под напряжением.

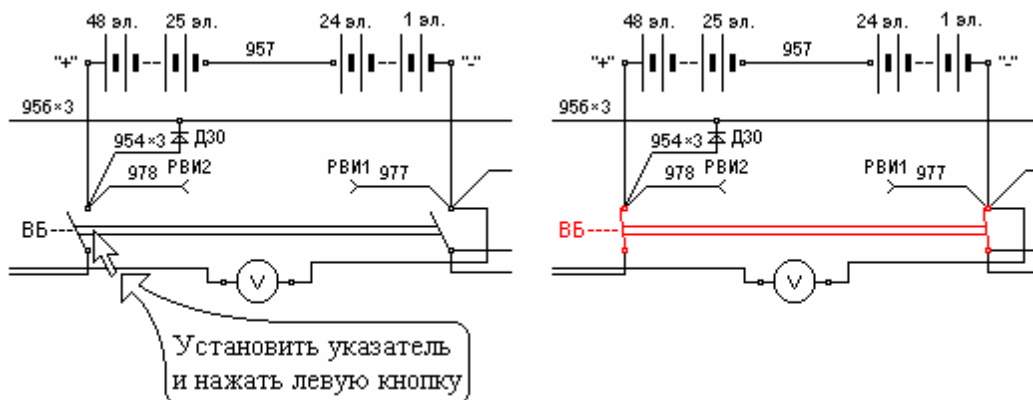


Рис. 5. Изображение рубильника аккумуляторной батареи до и после включения

Для запуска дизеля необходимо включить рубильник аккумуляторной батареи ВБ на листе 1, на листе 2 автоматические выключатели А2 «Топливный насос», А3 «Дизель», АУ «Управление общее», рукоятку контроллера машиниста КМ перевести на



нулевую позицию, вставить и опустить вниз рукоятку блокировочного устройства (усл. №367), взвести валопроворотное устройство (замкнуть 105-ю блокировку), затем включить тумблер ТН1 «Топливный насос». Начнет работать топливоподкачивающий насос (его изображение окрасится в красный цвет), и увеличиваться давление топлива (оно контролируется по манометру на панели приборов). Когда оно превысит  $1 \text{ кг/см}^2$ , необходимо нажать и отпустить кнопку ПД1 «Пуск дизеля 1». Собирается схема автоматического запуска, обеспечивающая работу маслопрокачивающего насоса в течение 60 сек (изображение насоса окрашено красным цветом, манометр на панели приборов свидетельствует об увеличении давления масла) с последующим включением пусковых контакторов Д1, Д2, Д3. Поскольку схема исправна, дизель должен запуститься, о чем будет свидетельствовать увеличение частоты вращения коленчатого вала до 350 об/мин. Для приведения в действие схемы управления электродвигателем компрессора необходимо на листе 1 включить автоматический выключатель А5 «Компрессор» и тумблер ТРК работы компрессора. Двигатель компрессора начнет работать (его изображение окрасится в красный цвет), давление воздуха, измеряемое манометром на панели приборов, будет увеличиваться. На этой же панели находится кнопка «Утечка», позволяющая снизить давление в главных резервуарах и вызвать повторное включение компрессора.

Работа программного тренажера может быть продолжена в двух режимах: «Работа» и «Поиск». В режиме «Поиск» окраска изображений клемм остается черной вне зависимости от наличия или отсутствия на них напряжения, однако становится доступной контрольная лампа, обеспечивающая возможность проверки состояния клемм (рис. 6). Для вызова контрольной лампы необходимо щелкнуть на кнопку с изображением лампы.



Рис.6. Изображение выключенной и включенной контрольной лампы

Имитатор индикаторной лампы позволяет определить наличие или отсутствие напряжения на любой клемме, изображенной на электрической схеме. Проверка цепей с помощью контрольной лампы начинается с подключения правого ее вывода к минусовой цепи электрической схемы. Для этого необходимо щелкнуть «мышью» на любую «минусовую» клемму. Выбор клеммы подтвердится изображением клеммы в правом «крокодиле» и надписью «Общ. '-'» или номером выбранной клеммы. После этого левый «крокодил» контрольной лампы оказывается как бы «привязанным» к указателю «мыши». При выборе (щелчке «мышью») любой клеммы, кроме минусовых, ее изображение появляется внутри зажимов левого «крокодила», а обозначение – рядом с ним. Наличие напряжения +110 В отражается условным изображением светящейся лампочки, а его отсутствие - погашенной. В некоторых случаях контрольная лампочка светится как бы вполовину накала. Это объясняется тем, что на данную клемму напряжение подводится не прямо, а через какие-то сопротивления (катушки реле, резисторы и т.п.).

Последовательно проверяя напряжение на клеммах электрической схемы, можно локализовать неисправность и определить характер повреждения электрической схемы.

Убирается контрольная лампа повторным нажатием кнопки с ее изображением на панели управления.

Как в реальной схеме, так и в тренажере, иногда требуется включить реле или контактор вручную, нажав на его якорь. Такая возможность в тренажере предусмотрена. Для ручного включения реле или контактора необходимо щелкнуть «мышью» на изображении катушки соответствующего аппарата. При этом ее контур (но не вся катушка, в отличие от нормального включения) окрасится в красный цвет, а блокировочные контакты данного аппарата изменят свое положение на противоположное. Повторный щелчок на изображении катушки возвращает ее в нормальное (выключенное) состояние.

### 3.2. Выполнение задания

Программный тренажер по электрической схеме тепловоза 2ТЭ116, кроме помощи в изучении ее работы, предусматривает возможность использования его для контроля знаний и регистрации его результатов для последующего просмотра и анализа.

При выборе пункта «**Выполнение задания**» из списка режимов работы с тренажером рядом появляется новый список, из которого необходимо выбрать номер колонны (группы), где числится данный студент (рис. 7). После выбора номера колонны на экране появляется список студентов, которым определен данный раздел электрической схемы (рис. 8).



Рис.7. Порядок выбора номера колонны



Рис.8. Список заданий

При работе с цепями запуска дизеля в списке проверяемых будут только те фамилии, кому определено задание по цепям запуска дизеля, и наоборот, если запущена программа «Цепи трогания и движения», в списке отразятся только фамилии студентов с заданием по цепям трогания. Выбрав свою фамилию, студент приступает к выполнению задания.

На экране появляется привычное изображение электрической схемы и панели управления. Панель управления в этом случае несколько отличается от той, что была в режиме тренировки (рис.9). Кнопка «**Неисправности**» становится недоступной, индицируется время, и появляется индикатор «**Ответ**».

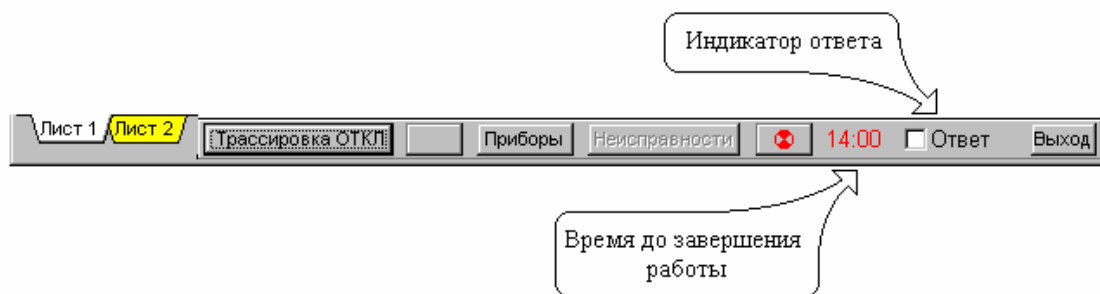


Рис.9. Внешний вид панели управления

Как только на экране дисплея появилось изображение электрической схемы, начинается обратный отсчет времени, отпущенного на выполнение задания.

Необходимо постараться запустить дизель, проверить работу оборудования после запуска (наличие давлений топлива и масла, тока зарядки аккумуляторной батареи), привести тепловоз в движение вперед и назад, проверить работу схемы под нагрузкой на 1-15 позициях контроллера машиниста, в том числе цепей ослабления поля тяговых электродвигателей. Поскольку схема неисправна, сделать этого, скорее всего, не удастся. Необходимо установить, в чем проявляется неисправность, а затем определить поврежденный элемент. Существенную помощь в поиске неисправности может оказать контрольная лампа, доступная в этом режиме работы. Для ответа необходимо пометить индикатор «**Ответ**» и щелкнуть «мышью» на изображении неисправного элемента. На экране появится информация о результате Вашей работы.

Количество попыток ответов на одну превышает минимально необходимое количество, нужное для правильного ответа. Если отказавший элемент может быть определен однозначно, предусмотрены две попытки. Для случая, когда неисправен один из двух последовательно соединенных контактов, будут предусмотрены три попытки и т.д.

Выход из программы до завершения процесса поиска неисправности, превышение лимита времени или безуспешное использование всех попыток ответа трактуется программой как невыполнение задания, о чем делается соответствующая запись в протоколе проверки. Следующий допуск данного студента к проверке знаний может быть осуществлен после корректировки его задания.

#### 4. Электрическая схема цепей трогания и управления дизелем

Приемы управления элементами электрической схемы и назначение кнопок панелей управления полностью аналогичны рассмотренным в предыдущем пункте.

На листе 2 имеется дополнительная панель управления, с помощью которой можно имитировать включение реле буксования, переходов, контролировать значения тока, напряжения тягового генератора и частоты вращения коленчатого вала дизеля, а также изменять позицию контроллера машиниста.

Перевод позиции контроллера машиниста производится при помощи кнопок с изображением стрелок. Нажатие на левую кнопку увеличивает позицию контроллера машиниста, а на правую - уменьшает.

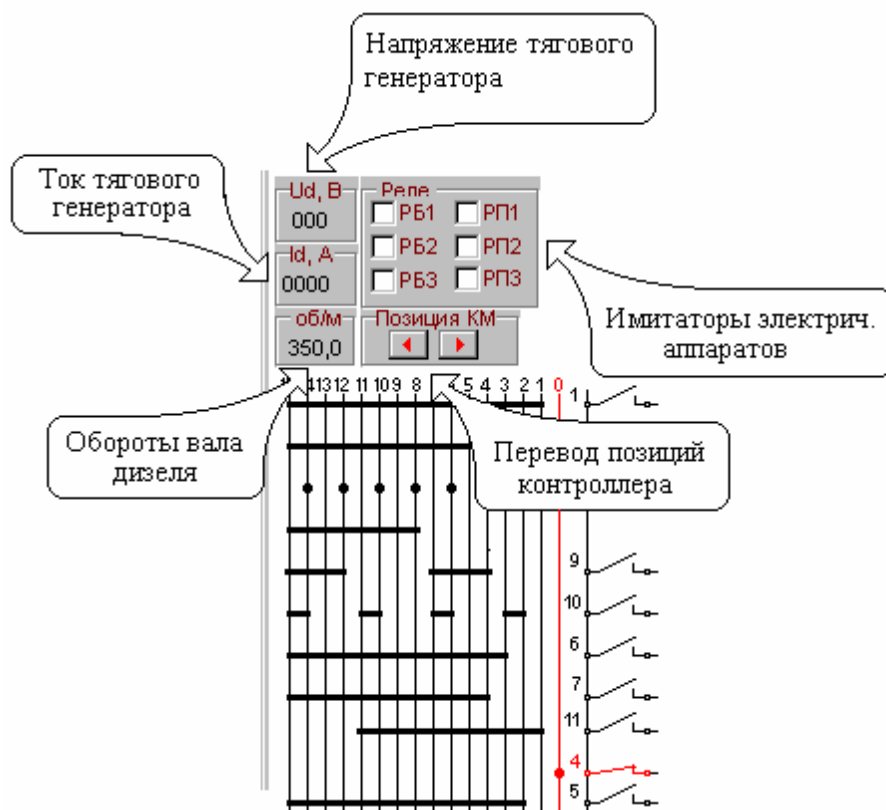


Рис.10. Дополнительная панель управления

## 5. Завершение работы с тренажером

Для выхода из программного тренажера необходимо нажать кнопку «**Выход**» на панели управления. На экране появляется исходная заставка, со стандартным для Windows-приложений системным меню в верхней части экрана, с помощью которого и осуществляется выход из программы.

После завершения работы с тренажером проводятся ознакомительные занятия по электрическим схемам непосредственно на тепловозе.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тепловоз 2ТЭ116 / С.П. Филонов и др. 3-е изд., перераб. и доп.- М.: Транспорт, 1996. - 334 с.
2. Вилькевич Б.И. Автоматическое управление электрической передачей и электрические схемы тепловозов. - М.: Транспорт, 1987. - 272 с.