

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра автоматизации производственных процессов

## **ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНОГО ПУСКАТЕЛЯ И ТЕПЛОВОГО РЕЛЕ**

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

к выполнению лабораторной работы  
по дисциплине «Технические средства автоматизации»  
для студентов очной и заочной форм обучения специальности 220301  
«Автоматизация технологических процессов и производств  
(в машиностроении)», по дисциплине «Технические средства автоматизации и  
управления» для студентов очной и заочной форм обучения направления  
220400.62 «Управление в технических системах»,  
по дисциплине «Средства автоматизации и управления»  
для студентов очной и заочной форм обучения направления  
220700.62 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Курган 2012

Кафедра автоматизации производственных процессов

Дисциплины: «Технические средства автоматизации»,  
«Технические средства автоматизации и управления»,  
«Средства автоматизации и управления»

Составил: канд. техн. наук, доцент Н.Б.Сбродов

Утверждены на заседании кафедры «20» марта 2012 г.

Рекомендованы методическим советом университета «6» апреля 2012 г.

## ВВЕДЕНИЕ

Цель лабораторной работы – изучение конструкции, принципа действия магнитного пускателя и теплового реле, исследование их характеристик.

### 1 ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕОРИИ КОММУТАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

Для контактов коммутационных устройств электроавтоматики наиболее тяжелый режим работы связан с размыканием электрической цепи [1 – 3].

На рисунке 1 изображена электрическая схема отключения цепи, имеющая сопротивление  $R$  и индуктивность  $L$ . В переходном процессе отключения участвует также емкость  $C$ , параллельная контактам  $K$  коммутационного устройства и являющаяся приведенной емкостью проводов и токоведущих частей.

Всякая цепь с током  $i$ , содержащая индуктивность  $L$ , обладает запасом электромагнитной энергии  $W_s = Li^2/2$ , которая расходуется в процессе отключения. При отключении электрической цепи межконтактный промежуток коммутационного устройства превращается из проводника электрического тока в диэлектрик. Когда контакты замкнуты и по ним проходит ток, сопротивление их мало, а электрическая прочность промежутка равна нулю. Когда же устройство погасит возникшую на его контактах электрическую дугу или искру и остаточный столб ионизированных газов рассеется, электрическое сопротивление образовавшегося воздушного изоляционного слоя будет равно практически бесконечности. Электрическая прочность промежутка станет равной пробивному напряжению  $U_{np}$  образовавшегося изоляционного слоя.

В процессе отключения цепи электрическая прочность промежутка, называемая восстанавливающейся прочностью, нарастает практически от 0 до  $U_{np}$ . В то же время растет напряжение на контактах от падения на замкнутых контактах (мВ) до напряжения источника питания  $U_0$ . Отключение электрической цепи протекает в соревновании процессов роста восстанавливающейся прочности промежутка и напряжения на нем. Цепь отключается успешно, если кривая восстанавливающейся прочности межконтактного промежутка будет лежать выше кривой напряжения на этом промежутке (рисунок 2).

Процесс отключения цепи постоянного тока характеризуется кривыми, изображенными на рисунке 2. Уравнение цепи в момент отключения

$$U_0 = iR + L \frac{di}{dt} + U_d(i), \quad (1)$$

где  $U_d$  - падение напряжения на электрической дуге.

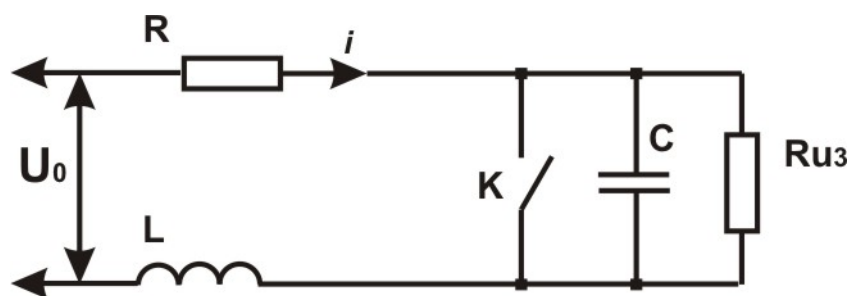


Рисунок 1 - Электрическая принципиальная схема отключаемой цепи

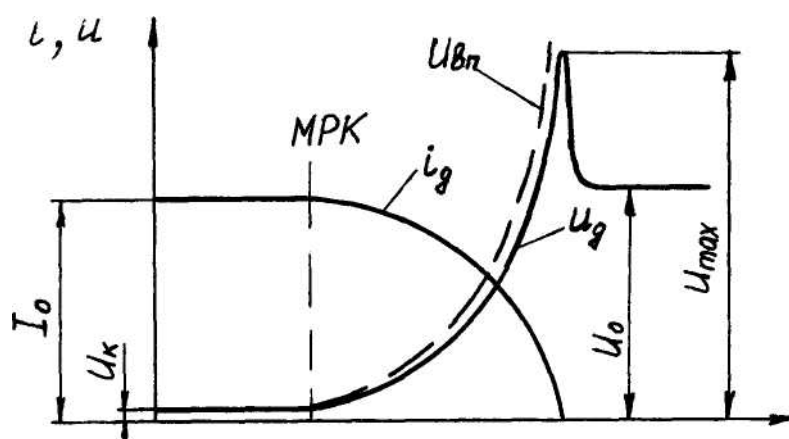


Рисунок 2 - Процесс отключения цепи постоянного тока

Процесс отключения начинается с уменьшения контактного нажатия, при этом переходное сопротивление возрастает, за счет этого растет температура точек касания. В момент разъединения контакты нагреваются до температуры плавления, между ними возникает мостик из жидкого металла. При дальнейшем движении контактов мостик из жидкого металла обрывается и в зависимости от параметров отключаемой цепи возникает дуговой разряд (электрическая дуга) либо тлеющий разряд (электрическая искра).

После момента размыкания контактов (МПК) (рисунок 2) начинается увеличение сопротивления вследствие охлаждения столба дуги. Напряжение на дуге  $U_{\delta}$  растет, но при успешном гашении оно будет меньше восстанавливающейся прочности межконтактного промежутка. В конце процесса, когда ток дуги измеряется долями ампера и когда он за счет интенсивного роста сопротивления резко изменяется во времени (уменьшается), возникает перенапряжение  $U_{\max}$  на контактах. Затем избыточные заряды, образовавшиеся на емкости  $C$  (см. рисунок 1), растекаются через сопротивление утечки по изоляции  $R_{uz}$ , и напряжение спадает до напряжения источника  $U_0$ .

В конце процесса отключения цепи ( $i \approx 0$ ) напряжение на контактах согласно (1)

$$U_{\delta} = U_0 - L \frac{di}{dt}. \quad (2)$$

Следовательно, перенапряжения определяются индуктивностью цепи и скоростью снижения тока (при отключении цепи производная тока по времени отрицательна).

В процессе отключения ток цепи уменьшается до нуля, начиная с начального значения  $I_0 = U_0 / R$ . Чтобы обеспечить условия гашения дуги, надо иметь отрицательную производную тока по времени на всем диапазоне его изменения от  $I_0$  до нуля. Согласно уравнению (1)

$$L \frac{di}{dt} = (U_0 - iR) - U_{\delta} < 0$$

или

$$U_0 - iR < U_{\delta}. \quad (3)$$

Неравенство (3) определяет условие гашения дуги постоянного тока: на всем диапазоне изменения тока от  $I_0$  до нуля (рисунок 3) при отключении цепи вольт-амперная характеристика дуги 1, т.е.  $U_{\delta} = f(i_{\delta})$  должна лежать выше реостатной характеристики 3 ( $U_0 - iR$ ) отключаемой цепи. Если эти характеристики пересекутся друг с другом (кривая 2), то в зоне между точками их пересечения производная  $di/dt$  будет положительной и условия гашения дуги нарушатся. При этих условиях возникнет устойчивая дуга и цепь не будет отключена.

Для существования дугового разряда необходимо, чтобы значения напряжения и тока превышали минимальные значения  $U_{\min}$  и  $I_{\min}$ . Минимальные значения тока и напряжения, необходимые для поддержания дуги для различных металлов, приведены в [1] и составляют примерно 0,5 А при напряжении не ниже 15-20 В.

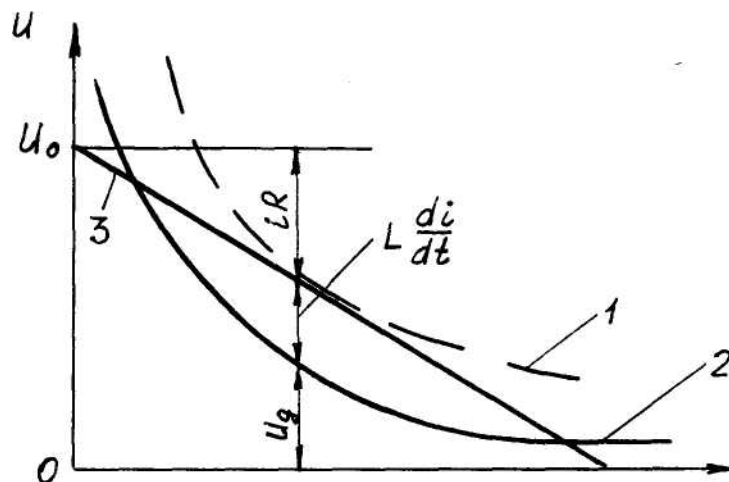


Рисунок 3 – Условие гашения дуги постоянного тока

Если  $I_0 < I_{\min}$ , а перенапряжение  $U_{\max}$  (рисунок 2) на контактах по

уравнению (2) превысит 270-330 В, происходит пробой межконтактного зазора - возникает тлеющий разряд (искра).

Высокая температура электрических дуг и искр приводит к интенсивному окислению и распылению материала контактов в окружающем пространстве, переносу материала с одного контакта на другой и т.д. Всё это влечет за собой электрический износ (эрозию) контактов.

Для уменьшения электрического износа контактов:

- а) сокращается длительность горения электрической дуги с помощью дугогасительных устройств;
- б) устраняются вибрации контактов при включении;
- в) применяются дугостойкие материалы контактов.

Для контактов на токи от долей ампера до нескольких ампер часто применяются схемные методы уменьшения электрического износа - искрогасительные цепочки. Их назначение: в процессе отключения отвлечь на себя часть электромагнитной энергии цепи  $W_0$  и уменьшить напряжение на расходящихся контактах.

В схеме на рисунке 4а нагрузка  $R_H, L_H$  шунтирована резистором  $R_{ш}$ . Пусть отключение произошло мгновенно, ток в нагрузке  $I_0$  не изменился после отключения. Тогда этот ток протекает через резистор  $R_{ш}$  и вся электромагнитная энергия  $W_0$  переходит в тепловую, выделяемую в сопротивлении нагрузки  $R_{ш}$  и резисторе  $R_{ш}$ . Наличие резистора  $R_{ш}$  увеличивает токовую нагрузку контактов, что является недостатком схемы.

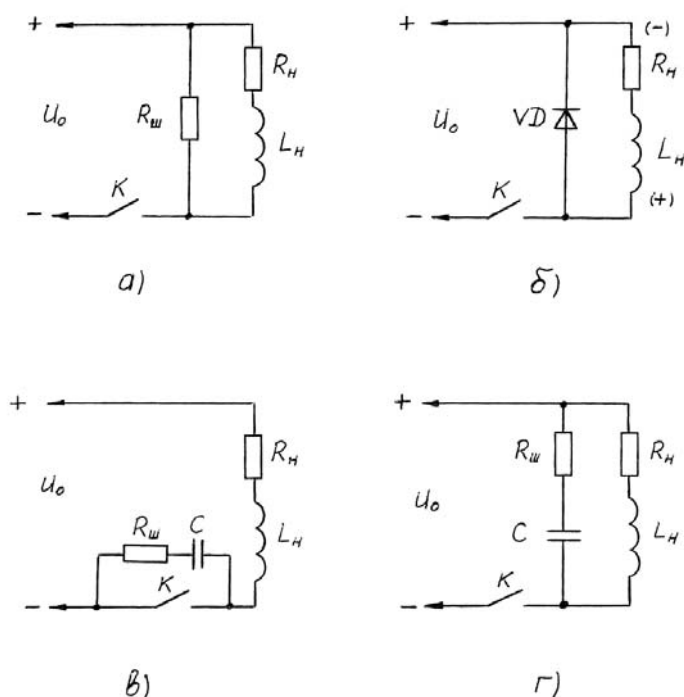


Рисунок 4 - Схемы для уменьшения электрического износа контактов

От этого недостатка свободна схема на рисунке 4б. В этой схеме контакты нагружаются только током  $U_0 / R_n$  и обратным током диода  $VD$ . При отключении на нагрузке появляется э.д.с. самоиндукции с полярностью, обозначенной в скобках. Для этой полярности диод  $VD$  открыт и закорачивает нагрузку. Вся электромагнитная энергия нагрузки выделяется в сопротивлении  $R_n$  и прямом сопротивлении диода.

В схеме на рисунке 4в контакт шунтирован цепочкой  $R_{ш}C$ . Предположим вначале, что  $R_{ш} = 0$ . Наличие конденсатора  $C$  уменьшает ток, текущий через контактный промежуток. Ток в конденсаторе  $i_c = CdU / dt$ , где  $U$  - напряжение на контактах. Наличие конденсатора также снижает скорость нарастания напряжения на контактах. Всё это облегчает процесс отключения. При замыкании цепи возможна сильная эрозия за счет энергии разряда конденсатора. Для ограничения тока разряда служит резистор  $R_{ш}$ .

В схеме на рисунке 4г цепочка  $R_{ш}C$  образует с нагрузкой затухающий колебательный контур.

В цепях переменного тока условия гашения дуги и отключения цепи более благоприятные – дуга гаснет в момент перехода тока через нуль [1].

## 2 УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ МАГНИТНОГО ПУСКАТЕЛЯ

Магнитным пускателем называется электрический аппарат, предназначенный для пуска и отключения короткозамкнутых асинхронных двигателей [1; 4; 5].

Основным элементом магнитного пускателя является контактор. Контактор имеет следующие основные узлы: контактную систему, дугогасительное устройство, приводной электромагнит и систему вспомогательных контактов. При подаче напряжения на обмотку электромагнита контактора его якорь притягивается. Подвижный силовой контакт, связанный с якорем электромагнита, замыкает или размыкает главную цепь. Дугогасительное устройство обеспечивает быстрое гашение электрической дуги, благодаря чему достигается малый износ контактов. Система вспомогательных слаботочных контактов служит для согласования работы контактора с другими устройствами.

В магнитный пускатель кроме контактора могут быть встроены кнопки управления «Пуск», «Стоп» и устройство тепловой защиты. Наличие в магнитном пускателе кнопок управления и тип устройства тепловой защиты определяется серией и типом исполнения пускателя.

В процессе эксплуатации довольно часто обрывается одна из фаз трехфазного питающего напряжения, например, из-за перегорания предохранителя. К двигателю подводятся только две фазы, и ток в статоре резко возрастает, что приводит к выходу его из строя из-за нагрева обмотки до высокой температуры. Устройство тепловой защиты должно сработать и отключить двигатель.

В качестве устройств тепловой защиты в магнитных пускателях используются тепловые реле [1, 4, 5] и устройства позисторной защиты [1, 5].

Конструктивная схема теплового реле показана на рисунке 5. Тепловое реле состоит из нагревательного элемента 1, выполненного из материала с большим сопротивлением (нихром, фехраль) и включенного в цепь нагрузки (электродвигателя), биметаллической пластины 2, размыкающих контактов 3, включенных последовательно с обмоткой электромагнита пускателя, и кнопки 4 возврата контактов во включенное положение. Действие теплового реле основано на деформации биметаллической пластины вследствие теплового воздействия на нее нагревательного элемента, по которому проходит рабочий ток (ток нагрузки)  $I_n$ . Изгиб биметаллической пластины происходит вследствие разных температурных коэффициентов расширения металлов, из которых пластина изготовлена. При определенном изгибе биметаллической пластины освобождается защелка 5, контакт 3 размыкается и отключает питание обмотки электромагнита ( $I_y = 0$ ), при этом пускатель размыкает свои главные контакты и отключает электродвигатель от питающей сети.

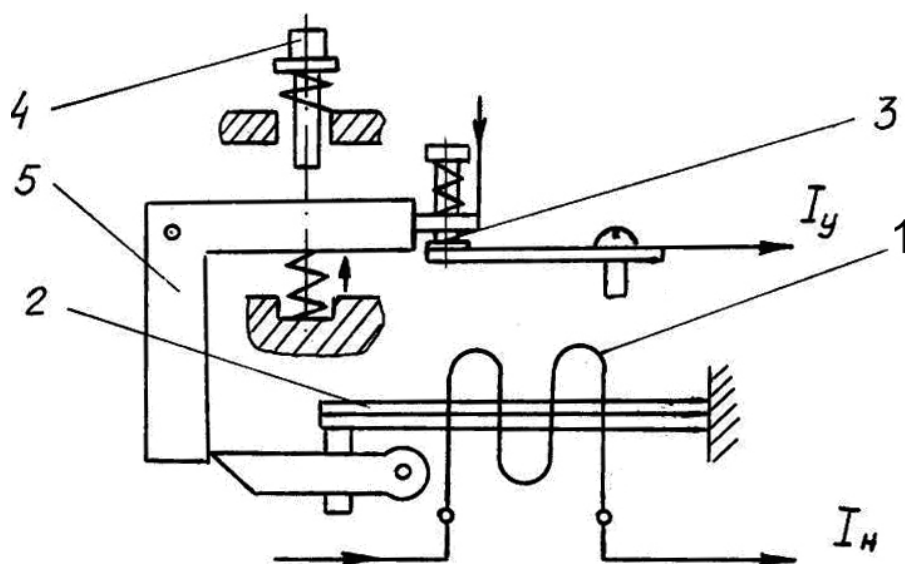


Рисунок 5 - Конструктивная схема теплового реле

Время срабатывания теплового реле  $t_{cp}$  зависит от величины тока, протекающего по нагревательному элементу  $I_n$ , и определяется по время - токовой характеристике  $t_{cp} = f(I_n)$ . Для многих моделей тепловых реле можно устанавливать различные сменные нагревательные элементы, что позволяет получить различные значения номинальных токов уставки. Ток уставки изменяется в небольших пределах специальным регулятором на передней панели реле. Например, реле серии ТРН имеет предел регулирования от 0,75 до  $1,25 I_n$ .

В качестве датчиков температуры в устройствах позисторной защиты применяются позисторы. Позисторы являются нелинейными резисторами с



положительным ТКС (температурным коэффициентом сопротивления). Позисторы устанавливаются на обмотке двигателя и реагируют непосредственно на температуру защищаемого объекта. При достижении определенной температуры сопротивление позистора скачкообразно увеличивается на несколько порядков. Указанное изменение сопротивления с помощью электронной схемы обеспечивает срабатывание реле, входящего в устройство позисторной защиты, контакт которого размыкает цепь питания обмотки электромагнита пускателя.

Режим работы контакторов и магнитных пускателей определяется категорией их применения. ГОСТ 11206-77 регламентирует 4 категории применения контакторов для переменного тока (АС-1, АС-2, АС-3, АС-4) и 5 - для постоянного (с ДС-1 по ДС-5). Эти категории во многом обусловлены различными режимами отключения электрических цепей и определяются отношением индуктивности  $L$  нагрузки к её активному сопротивлению  $R$ . При постоянном токе вводится понятие о постоянной времени нагрузки  $\tau=L/R$ , при переменном токе - оперируют с коэффициентом мощности  $\cos\varphi$ . Так, категории АС-1 соответствует режим отключения активных или малоиндуктивных нагрузок, АС-3 - пуск асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором и отключение вращающихся двигателей при номинальной нагрузке, АС-4 - пуск аналогично АС-3, но отключение неподвижных или медленно вращающихся двигателей.

Основными техническими данными магнитных пускателей являются: номинальный ток главных контактов, номинальное напряжение коммутируемой цепи, механическая и коммутационная (электрическая) износостойкость, допустимое число включений в час, напряжение питания обмотки приводного электромагнита.

В магнитных пускателях применяются преимущественно контакторы двух типов - поворотные и прямоходовые. В поворотных контакторах якорь электромагнита поворачивается вместе с подвижной контактной системой относительно оси. Возврат контактора в отключенное состояние (самовозврат) происходит под действием массы подвижной системы. Обычно такие контакторы предназначены для тяжелого режима работы (большая частота циклов коммутации, индуктивные цепи) при относительно высоких значениях номинального тока (десятки и сотни ампер).

Прямоходовые контакторы и пускатели рассчитываются преимущественно на более легкие условия работы и на меньшие номинальные токи (единицы и десятки ампер).

В настоящей работе подлежит изучению и исследованию прямоходовой магнитный пускатель трехфазного переменного тока серии ПМЕ. Он состоит из трехполюсного контактора переменного тока и двухполюсного теплового реле серии ТРН. Контактёр имеет двухкратный разрыв тока каждой фазы, поэтому отключение управляемой цепи возможно при относительно малом растворе главных контактов. Это в свою очередь дает возможность уменьшить ход подвижной системы и, следовательно, позволяет уменьшить габариты пускателя.

Магнитный пускатель (рисунок 6) имеет мостиковую контактную систему (позиции 1, 2, 3) с металлокерамическими контактами 4. Контактное нажатие создается пружиной 5, упирающейся в траверсу 6. На контакты воздействует электромагнит 7 с Ш-образным магнитопроводом и короткозамкнутыми витками 8, расположенными на неподвижной части магнитопровода 9. Возвратная пружина 10 расположена внутри электромагнита.

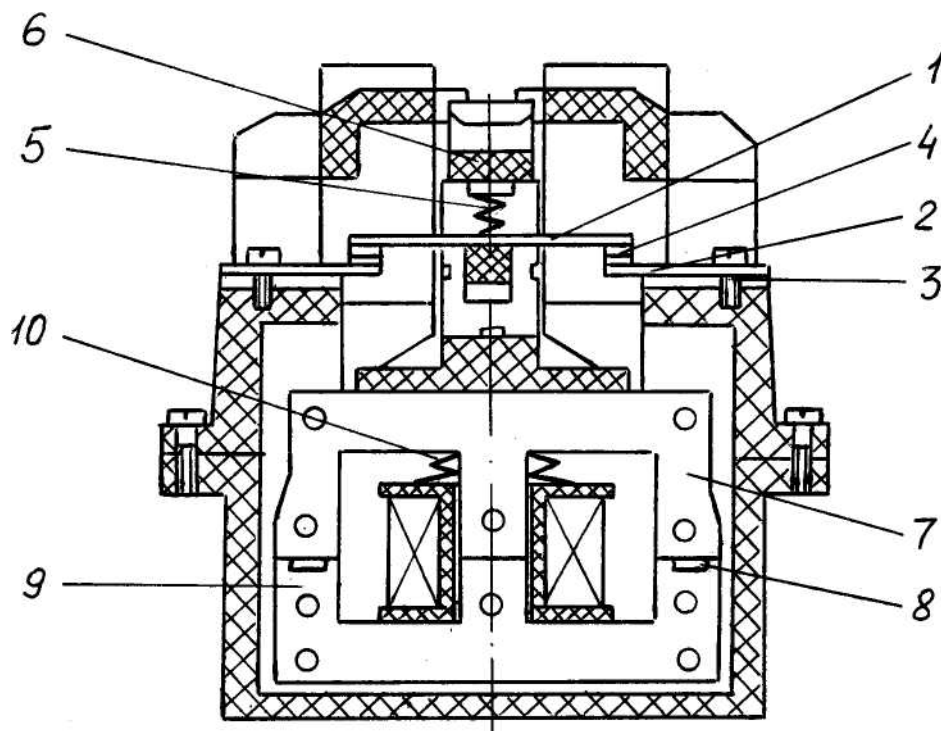


Рисунок 6 – Магнитный пускатель серии ПМЕ

### 3 ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА

Исследование основных характеристик магнитного пускателя и теплового реле выполняется на виртуальном (смоделированном на персональном компьютере) лабораторном стенде. Стенд содержит компьютерные модели следующих устройств:

- 1 Исследуемый магнитный пускатель серии ПМЕ.
- 2 Два регулируемых источника питания  $G1$  и  $G2$
- 3 Амперметр  $A1$  в силовой цепи.
- 4 Амперметр  $A2$  в цепи питания электромагнита магнитного пускателя.
- 5 Вольтметр  $V1$  в цепи питания электромагнита магнитного пускателя.
- 6 Хронометр.
- 7 Кнопки управления магнитным пускателем  $SB1$  «Вкл.» и  $SB2$  «Выкл.».
- 8 Вентилятор охлаждения теплового реле.

9 Электрические соединения перечисленных выше элементов стенда.

Электрическая принципиальная схема лабораторного стенда содержит два контура (рисунки 7 и 8).

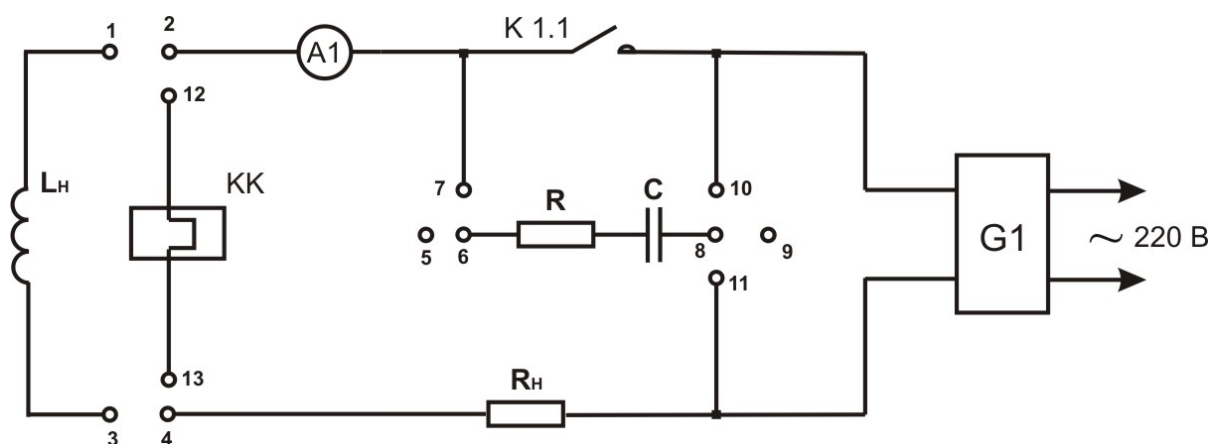


Рисунок 7 – Электрическая принципиальная схема силового контура

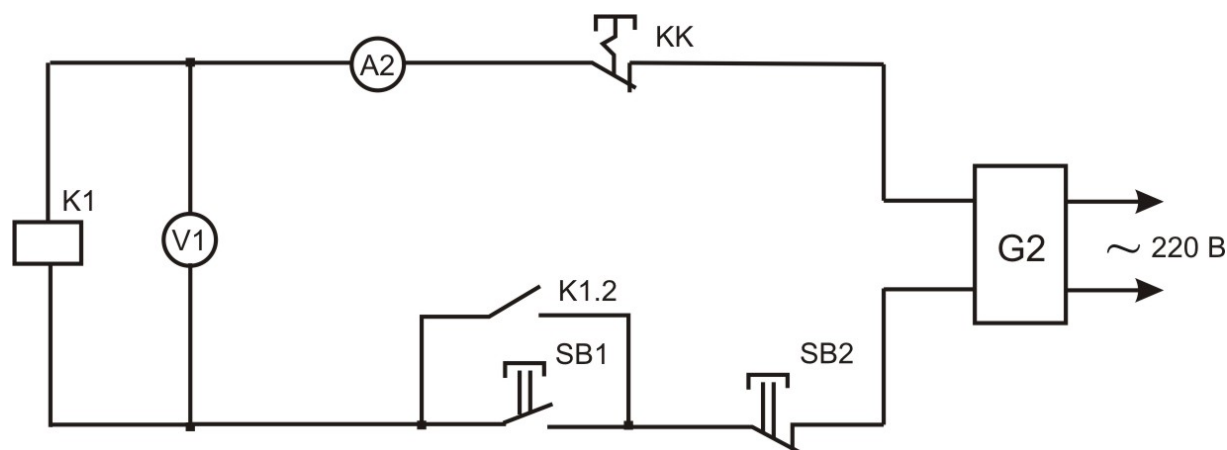


Рисунок 8 – Электрическая принципиальная схема контура управления

Первый контур - силовой, рассчитанный на ток включения теплового реле  $KK$  (рисунок 7). Нагрузка может быть активной ( $R_n$ ) или активно-индуктивной ( $R_n L_n$ ). Характер нагрузки меняется с помощью соответствующих переключателей. Нагрузка подключается к источнику питания  $G1$  через главный контакт  $K1.1$  магнитного пускателя. Контур содержит также  $RC$  цепочку, уменьшающую электрический износ главных контактов при работе в цепи с индуктивной нагрузкой.  $RC$  цепочка может переключателями подключаться параллельно контакту  $K1.1$  или нагрузке  $R_n L_n$ .

Второй контур (контур управления) - контур питания обмотки  $K1$  электромагнита магнитного пускателя (рисунок 8). Подключение обмотки  $K1$  к источнику питания  $G2$  происходит при нажатии кнопки  $SB1$  «Вкл.» через нормально замкнутый контакт  $KK$  теплового реле и нормально замкнутый контакт кнопки  $SB2$  «Выкл.». При срабатывании магнитного пускателя и

отпускании кнопки *SBI* «Вкл.» протекание тока через обмотку электромагнита обеспечивается замкнутым состоянием вспомогательного контакта *K1.2* магнитного пускателя.

Электрические принципиальные схемы, также как все их элементы, реализованы в лабораторном стенде программно и представляют собой компьютерные модели реальных устройств. Данная программа разработана в Курганском государственном университете совместно с Центром дистанционного образования Тюменского государственного нефтегазового университета.

После входа в программу появится заставка Центра дистанционного образования ТюмГНГУ. Управление клавишами программы в процессе работы производится мышью. Нажатие клавиши «Далее» приведёт к запуску всего комплекса лабораторных работ.

Нажатие клавиши «Работа №1» (рисунок 9) приведёт к запуску титульной страницы данной работы.

Клавиша «Выход» предназначена для выхода из работы.

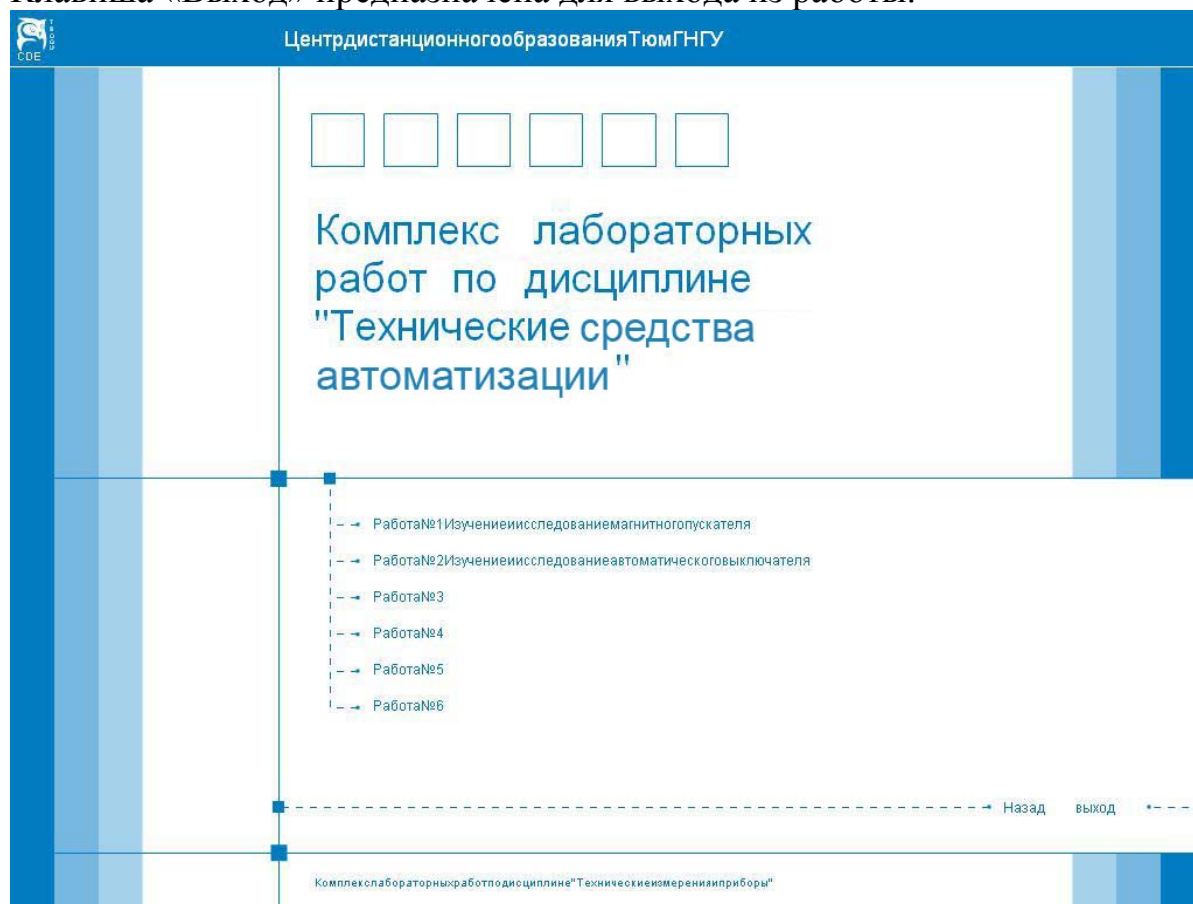


Рисунок 9 – Выбор лабораторной работы

В работе имеется стандартный набор клавиш.

Верхний ряд клавиш:

«**Введение**» – переход к разделу введение.

«**Теория**» – переход к разделу теория.

«**Установка**» – переход к разделу установка.

«**Порядок**» – переход к разделу порядок проведения работы.  
 «**Контр. вопросы**» – переход к разделу контрольные вопросы.  
 «**Отчёт**» – переход к разделу содержание отчёта.  
 «**Литература**» – переход к разделу рекомендуемая литература.  
 «**Авторы**» – переход к разделу об авторах.

Нижний ряд клавиш:

«**Пуск**» – запуск алгоритма лабораторной работы.

«**Выход**» – завершение работы (выход из комплекса).

В окне лабораторной работы отображен лабораторный стенд и расположенная в правой части экрана панель управления, на которой находятся клавиши, предназначенные для управления работой основных компонентов стенда. Здесь же размещены цифровые индикаторы, отображающие значение регулируемых параметров.

## 4 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

После нажатия клавиши «Пуск» появится изображение виртуального лабораторного стенда для изучения и исследования магнитного пускателя (рисунок 10).

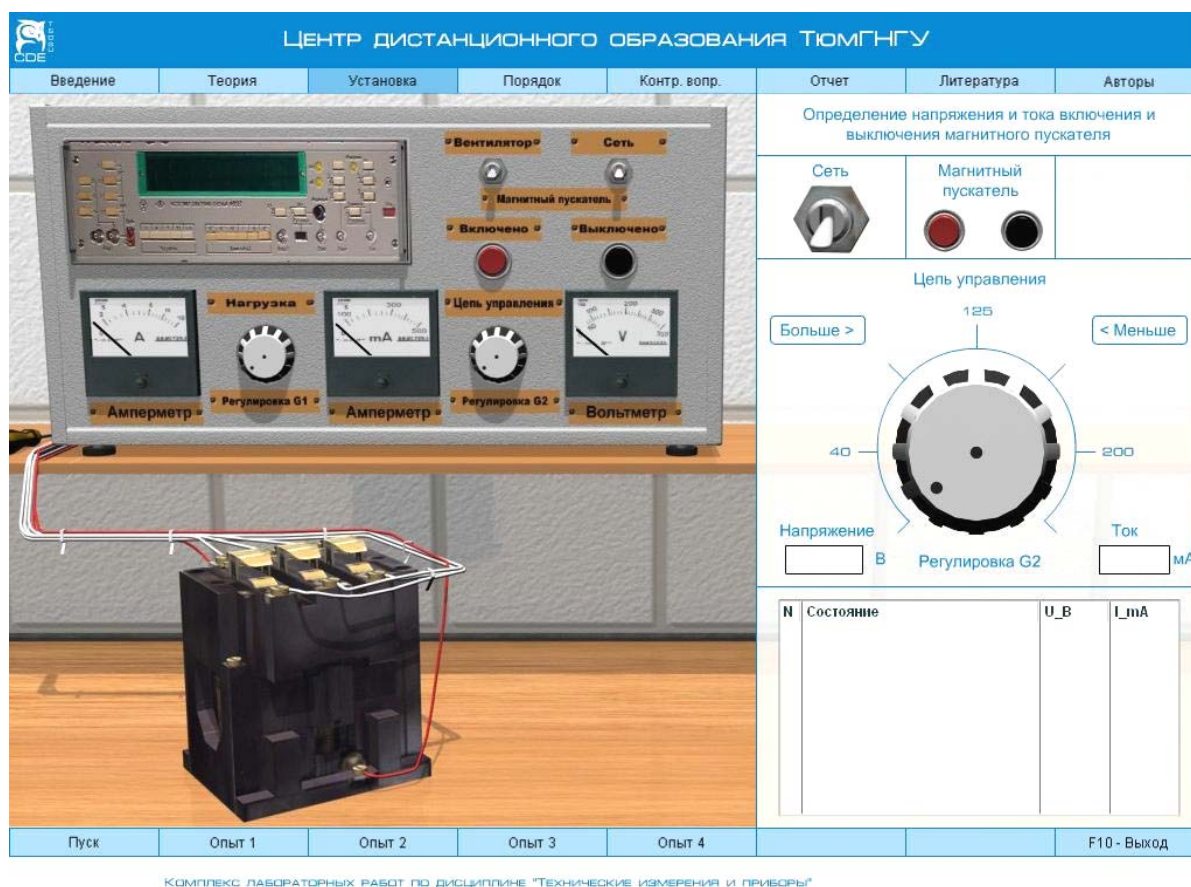


Рисунок 10 – Общий вид лабораторной работы  
**Опыт 1.** Определение напряжения и тока включения и выключения

магнитного пускателя (рисунок 10).

С левой стороны экрана расположены измерительные приборы (амперметр в цепи нагрузки, амперметр и вольтметр в цепи управления, вольтметр в управляющей цепи), устройства ручного управления и исследуемый магнитный пускатель.

1 Включить «Сеть».

2 Включить магнитный пускатель.

3 Плавно увеличивать напряжение, воздействуя курсором на движок потенциометра «Регулировка G2» (фиксируются перемещения влево, вправо) или нажимая на кнопку «Больше». Текущее значение напряжения индицируется индикатором «Напряжение».

4 Определить напряжение, при котором пускатель срабатывает. Текущее значение напряжения и тока фиксируются.

5 Плавно уменьшать напряжение движком «Регулировка G2» или кнопкой «Меньше».

6 Определить напряжение, при котором пускатель выключается. Текущее значение напряжения и тока фиксируются.

7 Выключить магнитный пускатель.

8 Повторить п.п. 2 – 7 трижды и определить средние значения напряжений и токов включения и выключения магнитного пускателя.

**Опыт 2.** Определение величины тока в обмотке электромагнита магнитного пускателя (рисунок 11).

Отличие от предыдущего опыта заключается в том, что при измерении величины тока в обмотке электромагнита пускателя якорь удерживается в исходном состоянии с помощью клина.

1 Включить «Сеть».

2 Установить потенциометром «Регулировка G2» или кнопками «Больше», «Меньше» напряжение, равное напряжению включения пускателя.

3 Ввести клин в боковое отверстие пускателя.

4 Включить пускатель.

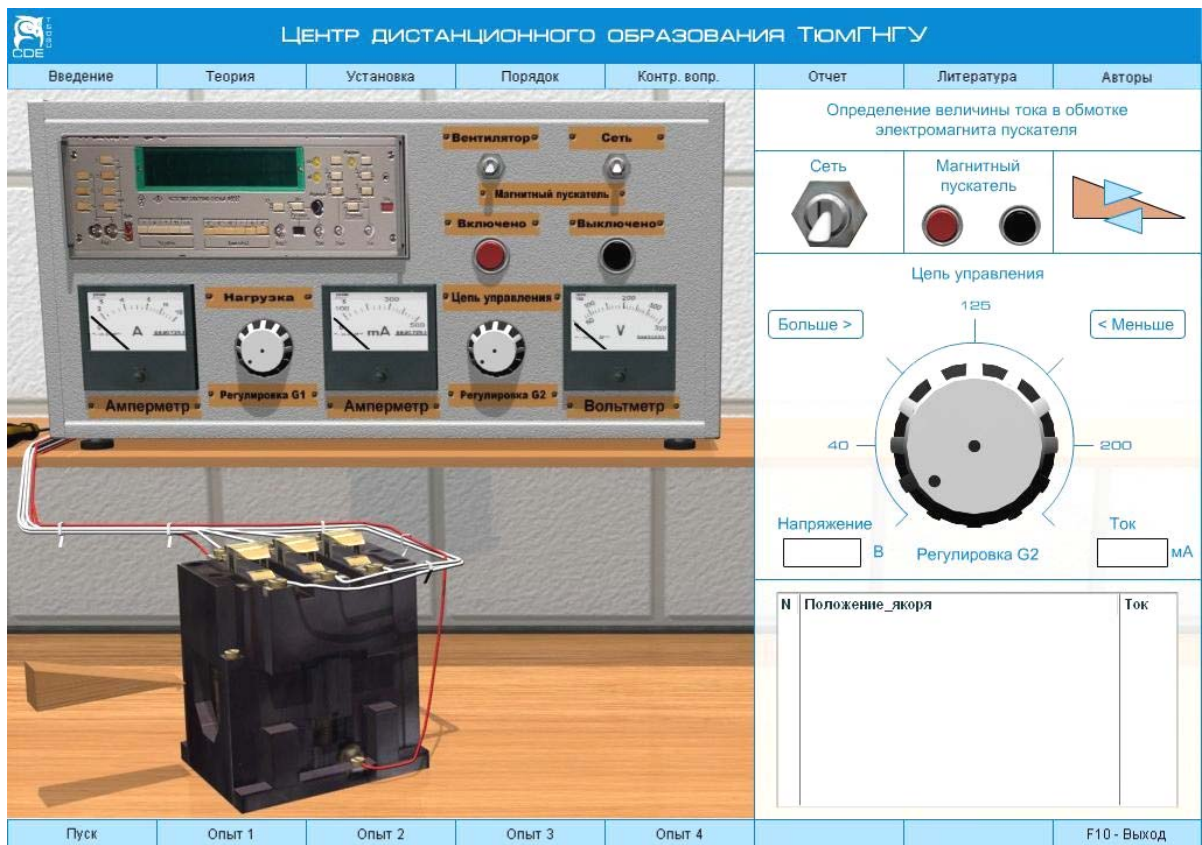
5 Зафиксировать значение тока в обмотке электромагнита в исходном положении якоря.

6 Убрать клин из бокового отверстия.

7 Зафиксировать на индикаторе «Ток» новое значение тока в притянутом положении якоря.

8 Выключить пускатель.

9 Повторить п.п. 2 – 7 трижды и определить средние значения токов в обмотке магнитного пускателя в исходном и притянутом положении якоря электромагнита.



КОМПЛЕКС ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ "ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И ПРИБОРЫ"

Рисунок 11 – Второй опыт

**Опыт 3.** Определение время - токовой характеристики теплового реле (рисунок 12).

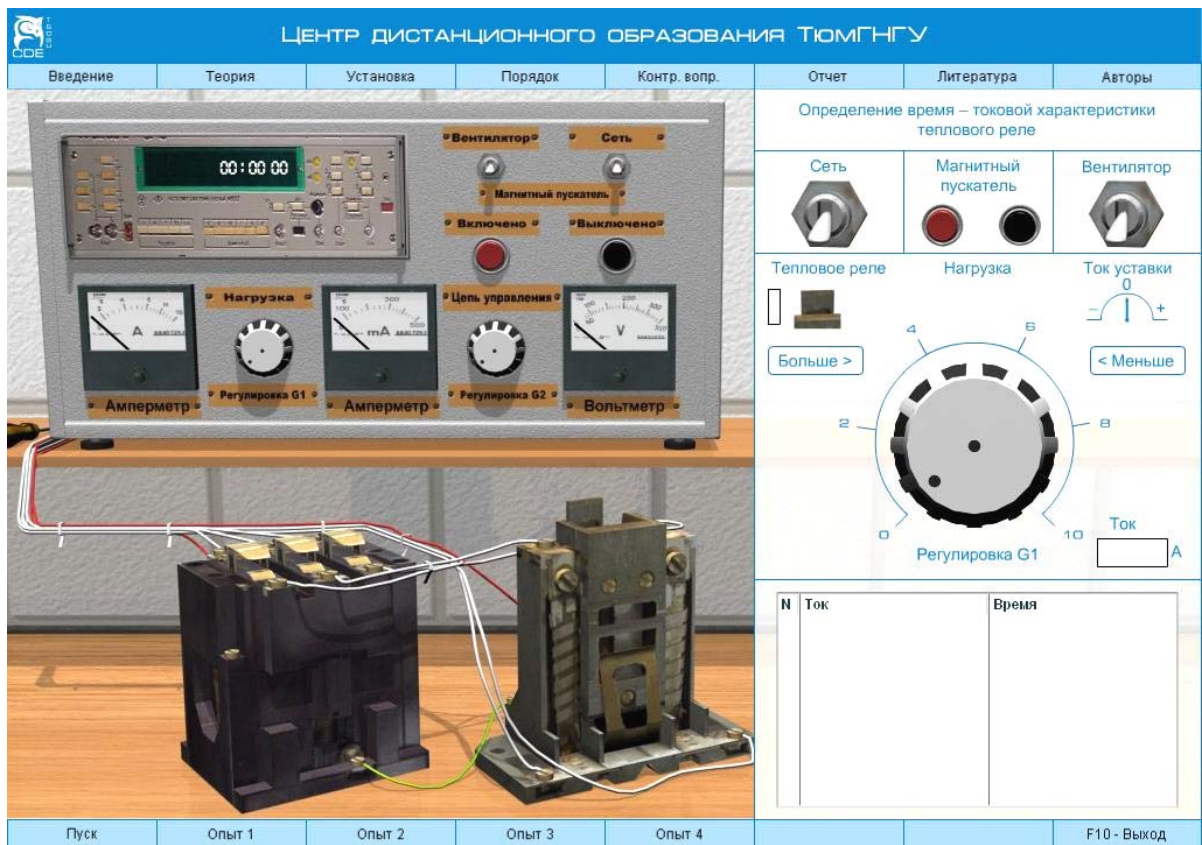
На изображении виртуального лабораторного стенда добавлено тепловое реле и включён хронометр.

- 1 Включить «Сеть».
- 2 Установить указатель «Ток установки» в среднем положении «0».
- 3 Включить кнопкой возврата тепловое реле.
- 4 Установить ток нагрузки потенциометром «Регулировка G1» или кнопками «Больше», «Меньше» ток, равный 1,5 А.
- 5 Включить магнитный пускатель.
- 6 Через некоторое время тепловое реле и пускатель выключаются.
- 7 Зафиксировать значения тока и времени отключения в таблице 1.

Таблица 1 – Определение время – токовой характеристики теплового реле

Ток нагрузки $I_n, A$	1,5	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Время срабатывания, $t_{cp}, c$										

8 Включить вентилятор. Через 1 мин выключить.



КОМПЛЕКС ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ "ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И ПРИБОРЫ"

Рисунок 12 – Третий опыт

9 Повторяют п.п. 3 – 8 при разных значениях тока, указанных в таблице 1.

10 Установить регулятор «Ток установки» теплового реле в левое положение «-». Повторить п.п. 3 – 9.

11 Установить регулятор «Ток установки» теплового реле в положение «+». Повторить п.п. 3 – 9.

12 По данным таблицы 1 в одной системе координат построить три графика время – токовых характеристик теплового реле  $t_{cp} = f(I_n)$  при различных значениях тока уставки.

**Опыт 4.** Исследование влияния характера нагрузки на процесс отключения главными контактами электрической цепи (рисунок 13).

1 Включить «Сеть».

2 Подключить в силовую цепь активно – индуктивную нагрузку ( $R_n L_n$ ).

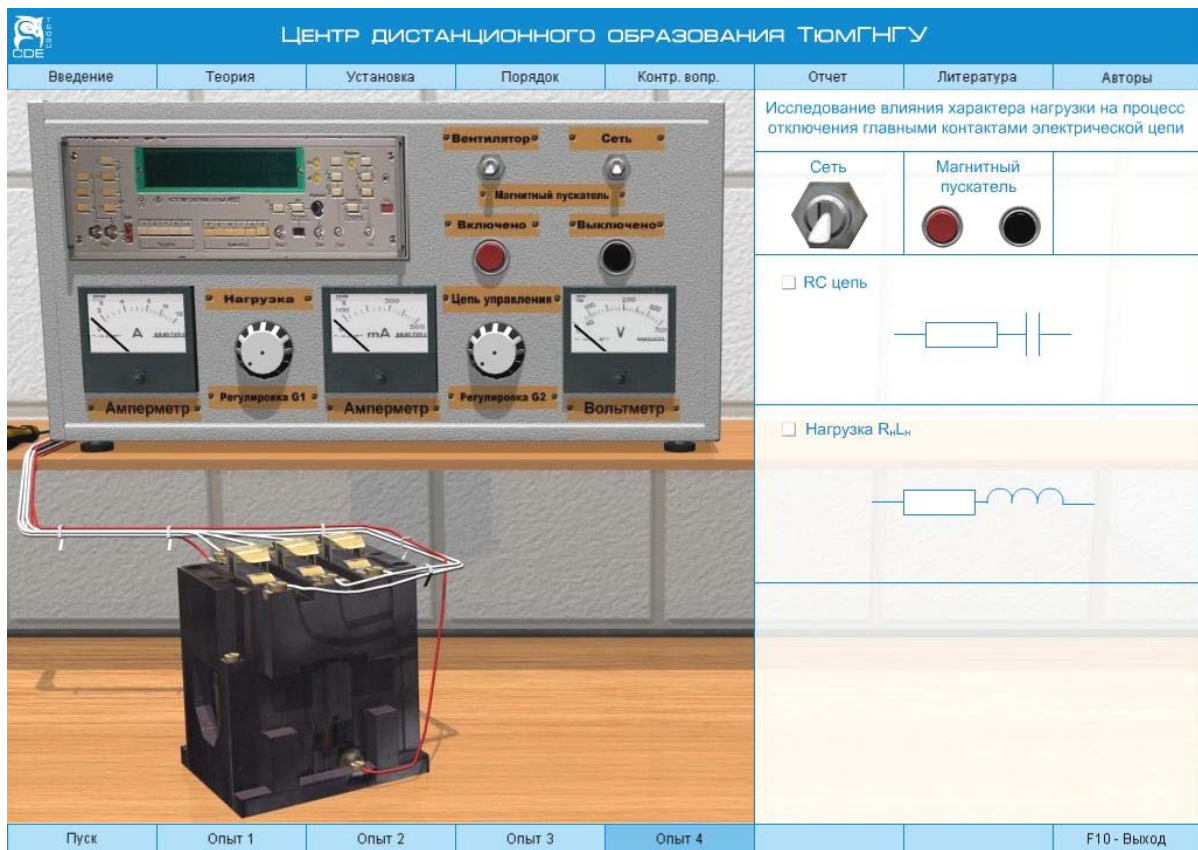
3 Включать и выключать магнитный пускатель, наблюдая образование электрической искры между его главными контактами.

4 Повторить предыдущий пункт при подключенной параллельно главным контактам  $RC$  цепочке.

5 Сделать соответствующий вывод.

6 Оформить отчет по всей лабораторной работе.





КОМПЛЕКС ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ "ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И ПРИБОРЫ"

Рисунок 4 – Четвёртый опыт

## 5 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

- 1 Электрические принципиальные схемы исследования магнитного пускателя и теплового реле.
- 2 Экспериментально полученные величины напряжения и тока включения и выключения магнитного пускателя, величины токов в обмотке в исходном и притянутом положении якоря.
- 3 Таблица 1 с экспериментальными данными.
- 4 Экспериментальные кривые время – токовых характеристик теплового реле.
- 5 Выводы о проделанной работе.

## 6 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1 Как происходит процесс отключения электрической цепи контактами коммутационного устройства?
- 2 Каково условие возникновения электрической дуги между контактами?
- 3 Каково условие гашения электрической дуги между контактами?
- 4 Каково условие возникновения электрической искры между контактами?

- 6 Каков принцип действия искрогасительных цепочек?
- 7 Каково устройство и принцип действия магнитного пускателя?
- 8 Каково устройство и принцип действия теплового реле?
- 9 Чем объяснить, что при разомкнутом (исходном) положении якоря ток обмотки электромагнита пускателя больше, чем в притянутом положении?
- 10 Каково назначение и каков принцип действия короткозамкнутых витков на магнитопроводе пускателя?
- 11 Почему тепловое реле не защищает нагрузку от токов короткого замыкания?

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

- 1 Чунихин А.А. Электрические аппараты: Общий курс. - М.: Энергия, 1988. - 720 с.
- 2 Михайлов О.П., Стоколов В.Е. Электрические аппараты и средства автоматизации. - М.: Машиностроение, 1982. - 183 с.
- 3 Родштейн Л.А. Электрические аппараты. - Л.: Энергоатомиздат, 1989. - 304 с.
- 4 Алиев И.И. Электрические аппараты: Справочник. – М.: РадиоСофт, 2004.– 256 с.
- 5 Электрические и электронные аппараты: Учебник для вузов / Под ред. Ю.К. Розонова.–М.: Информэлекто, 2001.– 412 с.

Сбродов Николай Борисович

## ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНОГО ПУСКАТЕЛЯ И ТЕПЛОВОГО РЕЛЕ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
к выполнению лабораторной работы  
по дисциплине «Технические средства автоматизации»  
для студентов очной и заочной форм обучения специальности 220301  
«Автоматизация технологических процессов и производств  
(в машиностроении)», по дисциплине «Технические средства автоматизации и  
управления» для студентов очной и заочной форм обучения направления  
220400.62 «Управление в технических системах»,  
по дисциплине «Средства автоматизации и управления»  
для студентов очной и заочной форм обучения направления  
220700.62 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Редактор О.Д.Постовалова

---

Подписано к печати	Формат 60x84 1/16	Бумага тип. №1
Печать трафаретная	Усл. печ. л. 1.25	Уч.-изд. л. 1.25
Заказ	Тираж 30	Цена свободная

---

РИЦ Курганского государственного университета.  
640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25.  
Курганский государственный университет.