

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра автоматизации производственных процессов

ИЗУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ

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»

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 автоматического выключателя и исследование его характеристик.

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АВТОМАТИЧЕСКИХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ

1.1 Назначение и основные элементы

Автоматические выключатели (автоматы) служат для автоматического отключения электрической цепи при перегрузках, коротких замыканиях (КЗ), чрезмерном понижении напряжения и других ненормальных и аварийных режимах, а также для редких включений и отключений вручную номинальных токов нагрузки [1].

В зависимости от вида воздействующей величины автоматы делятся на следующие типы:

- 1 Максимальные автоматы по току.
- 2 Минимальные автоматы по току.
- 3 Минимальные автоматы по напряжению.
- 4 Поляризованные максимальные автоматы (отключают цепь при нарастании тока в одном - прямом направлении) и др.

В некоторых случаях требуется комбинированная защита - максимальная по току и минимальная по напряжению. Автоматы, удовлетворяющие этим требованиям, называются универсальными.

По числу полюсов автоматы выпускаются одно-, двух-, трех- и четырехполюсными. По роду тока главной цепи выполняются выключатели переменного, постоянного, переменного и постоянного тока.

К автоматам предъявляются следующие требования:

- 1 Токоведущая цепь автомата должна пропускать номинальный ток в течение сколь угодно длительного времени. Режим продолжительного включения для автомата является нормальным.
- 2 Автомат должен обеспечивать многократное отключение предельных токов КЗ, которые могут достигать сотен и тысяч ампер. После отключения этих токов автомат должен быть пригоден для длительного пропускания номинального тока.
- 3 Для уменьшения отрицательных последствий, вызываемых токами КЗ, автоматы должны иметь малое время отключения защищаемой цепи.
- 4 Для построения селективно действующей защиты автоматы должны иметь регулировку тока и времени срабатывания.

В любом автомате есть следующие основные узлы:

- главная контактная система;
- дугасительная система;
- привод автомата;
- механизм свободного расцепления;

- элементы защиты - расцепители.

1.2 Главная контактная система

Это определяющий элемент автомата. Система должна удовлетворять первым двум из изложенных выше требований. При номинальных токах до 200 А применяется преимущественно одна пара контактов (мостиковых или рычажных). При больших токах используются многоступенчатые контактные системы, состоящие, например, из основных и дугогасительных контактов.

1.3 Дугогасительная система

Эта система должна обеспечивать отключение больших токов КЗ в ограниченном объеме. Задача дугогасительного устройства заключается в том, чтобы ограничить размеры электрической дуги и обеспечить её гашение в малом объеме. С этой целью широкое распространение получили системы с дугогасительными решетками и дугогасительные камеры щелевого типа.

1.4 Привод автомата

Привод служит для включения автомата по чьей-либо команде (оператора, системы автоматического управления и др.). Приводы могут быть ручные и электромеханические. Ручные приводы применяются при номинальных токах до 200 А.

1.5 Механизм свободного расцепления

Предназначен:

- для обеспечения моментного отключения, т.е. не зависящей от оператора, рода и массы привода скорости расхождения контактов;
- для исключения возможности удерживать контакты автомата во включенном положении (рукояткой, дистанционным приводом) при наличии ненормального режима работы в защищаемой цепи.

Механизм представляет собой систему шарнирно-связанных рычагов, соединяющих привод включения с системой подвижных контактов, которые соединены с отключающей системой.

1.6 Расцепители

Это элементы, которые контролируют заданный параметр защищаемой цепи и, воздействуя на механизм расцепления, отключают автомат при отклонении значения параметра от установленного. Максимальные расцепители выполняются преимущественно на базе электромеханических реле и тепловых систем с биметаллической пластиной. В настоящее время всё большее применение находят расцепители, в которых контролирующий орган

выполняется на полупроводниковых элементах с выходом на независимый электромагнитный элемент, воздействующий на механизм расцепления [1, 4].

1.7 Технические характеристики

Основными параметрами автоматов являются [2;3]: номинальный длительный ток, номинальное напряжение, предельный ток отключения, ток уставки, собственное и полное время отключения.

Ток уставки - ток, при котором срабатывает расцепитель автомата. Ток уставки задается преимущественно в виде кратности номинальному току.

Общая продолжительность КЗ (рисунок 1) складывается из 3-х слагаемых:

1 Время от начала КЗ до момента, когда ток достигает тока уставки, при котором срабатывает выключающее устройство.

2 Собственное время отключения - время от момента достижения током значения уставки до момента начала расхождения главных контактов.

3 Длительность процесса дугогашения.

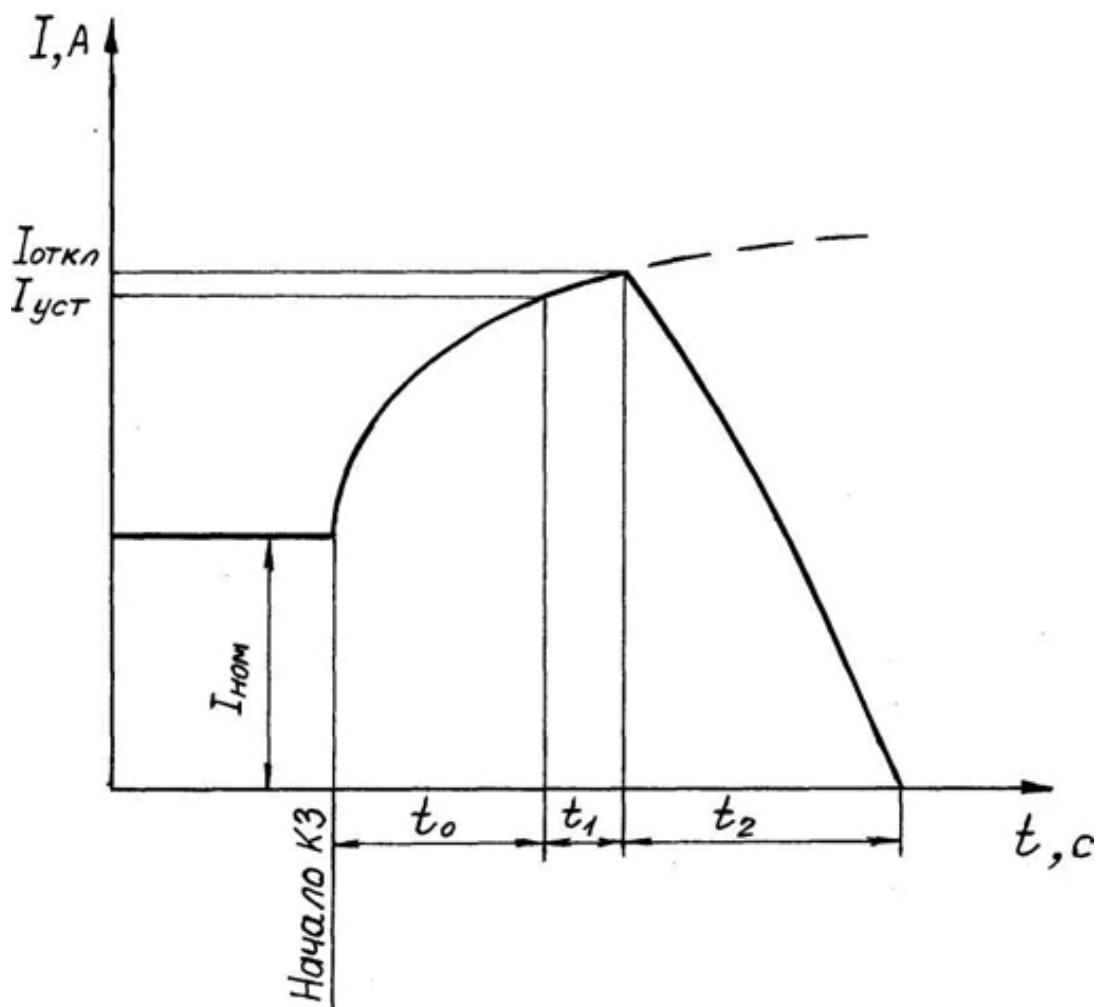


Рисунок 1 - Процесс отключения цепи при коротком замыкании

Время, равное сумме трех слагаемых, является полным временем отключения автомата. Время определяет быстродействие автомата. Для обыкновенных (небыстродействующих) автоматов собственное время отключения составляет 0,01-0,02 с. В быстродействующих автоматах время сокращается до 0,002-0,008 с.

2 УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ

Конструктивная схема универсального автомата показана на рисунке 2. Главная контактная система автомата имеет основные 3 и дугогасительные 1 контакты. Включение автомата может производиться вручную рукояткой 12 или дистанционно электромагнитом 4. Звенья 6, 7 и упор 13 образуют механизм свободного расцепления. Отключение автомата может производиться рукояткой 12 или с помощью теплового 5 и электромагнитных 8, 10, 11 расцепителей. Необходимая скорость расхождения контактов обеспечивается пружиной 9. Гашение электрической дуги происходит в дугогасительной камере 5.

Для включения автомата необходимо повернуть рукоятку 12 по часовой стрелке относительно точки. При отсутствии аварийной ситуации звенья 6 и 7 составляют один жесткий рычаг, так как центр шарнира, соединяющего эти звенья, лежит ниже прямой, соединяющей точки, а упор 13 не дает возможности сложиться этим звеньям. Происходит замыкание контактной системы.

Электромагнитный расцепитель 8 выполняет функции максимального токового расцепителя. Обмотка электромагнита расцепителя включена последовательно с нагрузкой. При возникновении КЗ по обмотке электромагнита расцепителя начинает протекать большой ток. Якорь втягивается в обмотку и, перемещая вверх звенья 6 и 7, ломает рычаг. Рукоятка 4 и контактная система оказываются расцепленными. Под действием отключающей пружины 9, плоской контактной пружины 13 и массы подвижных частей контакты размыкаются и происходит отключение автомата. Для подготовки к новому включению необходимо повернуть рукоятку 4 до отказа по часовой стрелке. Звенья 6 и 7 сложатся и при обесточенном электромагните снова составят жесткий рычаг. Регулирование тока срабатывания (уставки) может производиться за счет изменения натяжения противодействующей пружины расцепителя.

Для защиты от токовых перегрузок применяется тепловой расцепитель 5, аналогичный по конструкции тепловым реле. При нагреве от тока перегрузки биметаллической пластины происходит ее изгиб, в результате которого аналогично КЗ срабатывает механизм свободного расцепления и отключается автомат.

Для дистанционного отключения автомата установлен независимый электромагнитный расцепитель 11.

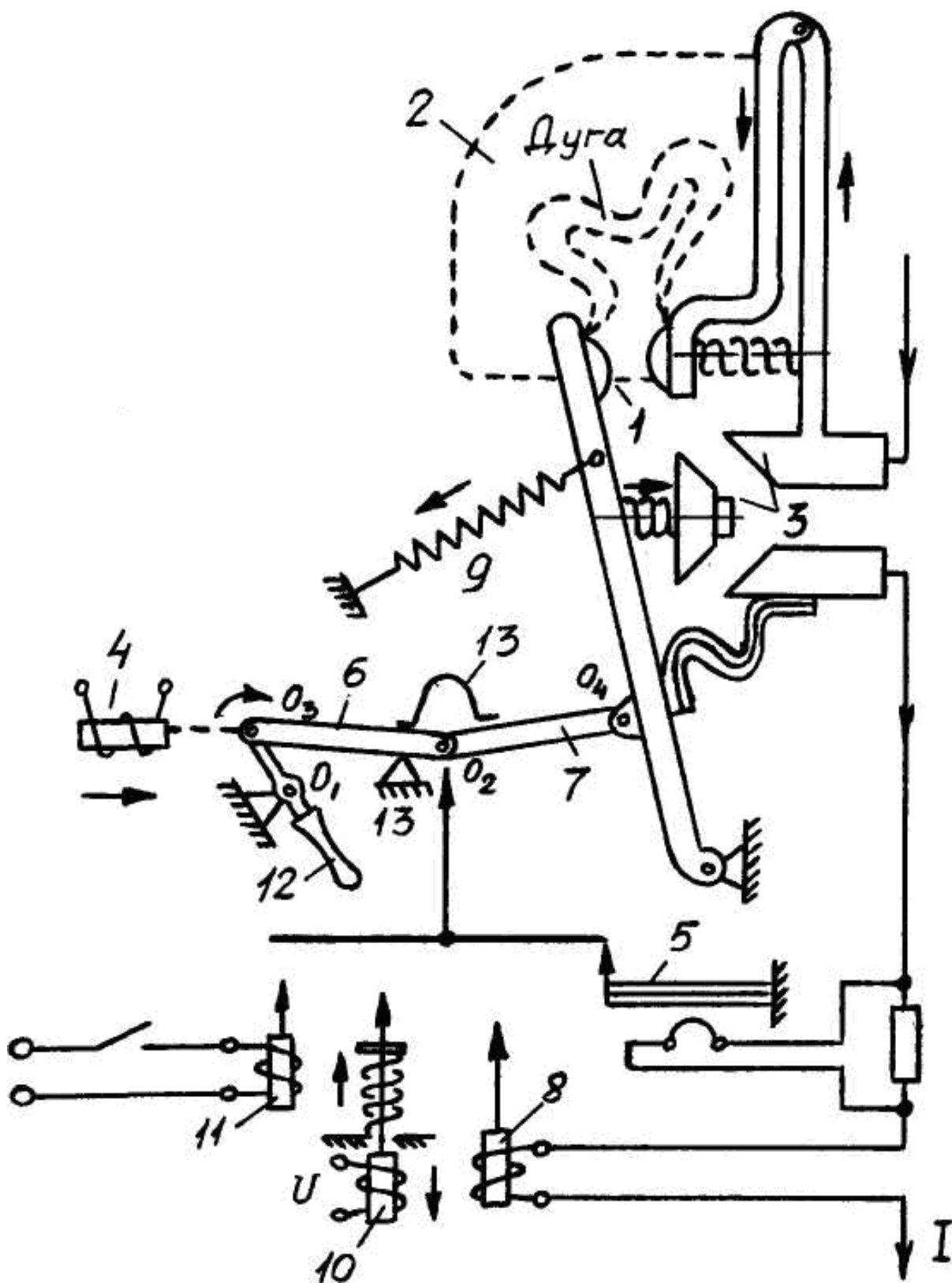


Рисунок 2 - Конструктивная схема универсального автомата

Минимальный расцепитель 10 также электромагнитного типа. Он контролирует напряжение в защищаемой цепи. Питается обмотка данного расцепителя через вспомогательный замыкающий контакт. Этот контакт при включении замыкается раньше главных контактов. При снижении до

напряжения уставки пружина отрывает якорь и, воздействуя на механизм свободного расцепления, отключает автомат.

Конкретный набор рассмотренных расцепителей в автомате определяется его типом исполнением (серией) [4].

3 ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА

Исследование основных характеристик автоматического выключателя выполняется на виртуальном (смоделированном на персональном компьютере) лабораторном стенде. Стенд содержит компьютерные модели следующих устройств:

- Исследуемый автомат QF серии АЕ 2000
- Регулируемый источник питания G
- Амперметр A в силовой цепи
- Контакттор $KM1$
- Хронометр
- Кнопки управления контактором $SB1$ «Вкл.» и $SB2$ «Выкл.»
- Электрические соединения перечисленных выше элементов стенда.

Электрическая принципиальная схема лабораторного стенда содержит два контура.

Первый контур (рисунок 3) - силовой, рассчитанный на ток включения расцепителей автомата. Исследуемый автомат содержит тепловой и максимальный токовый электромагнитный расцепители. Нагрузка подключается к источнику питания через главный контакт автомата QF и контакт $KM1.1$ контактора. При срабатывании одного из расцепителей автомата размыкаются его главные контакты и обесточивается нагрузка. Ток нагрузки устанавливается по амперметру A .

Второй (рисунок 4) - контур питания обмотки $KM1$ электромагнита контактора. Подключение обмотки $KM1$ к источнику питания происходит при нажатии кнопки $SB 1$ «Вкл.».

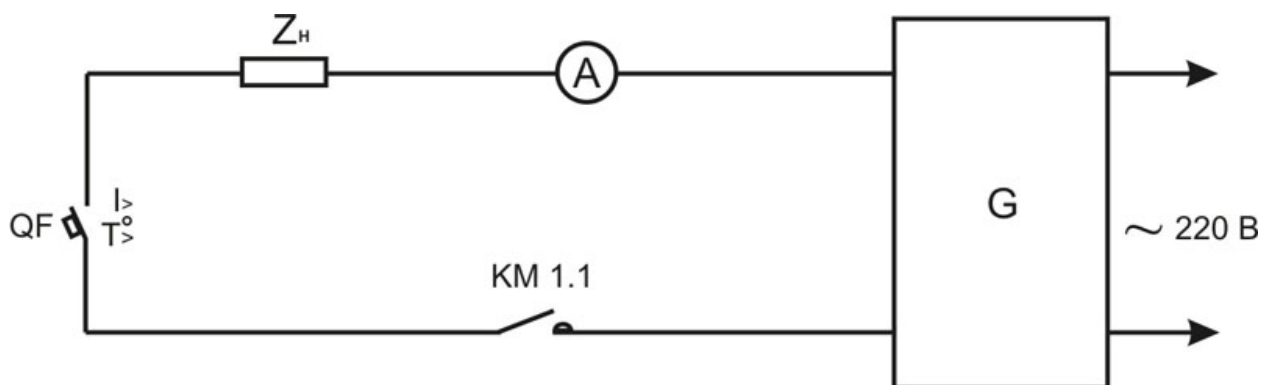


Рисунок 3 - Электрическая принципиальная схема силового контура

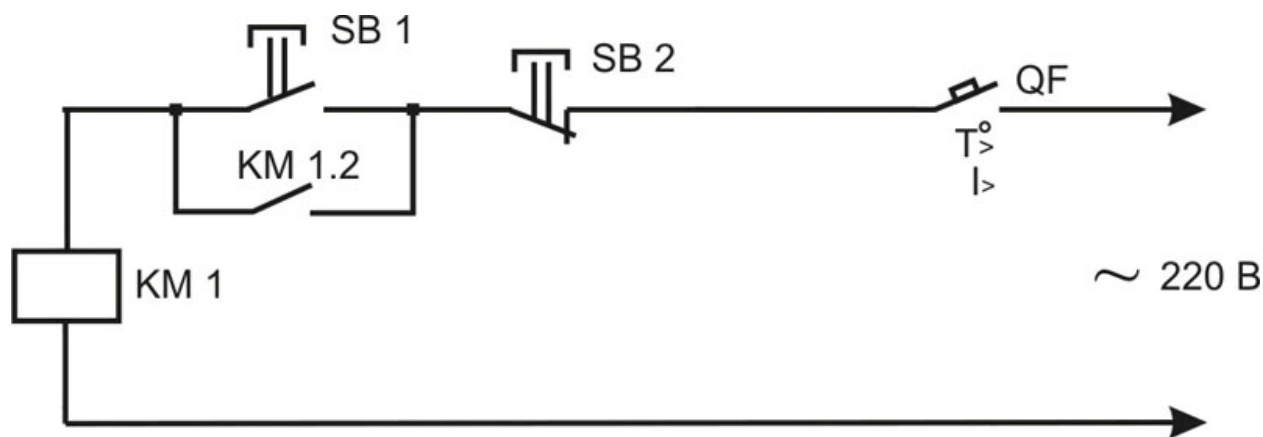


Рисунок 4 - Электрическая принципиальная схема контура управления

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 №2» (рисунок 5) приведёт к запуску титульной страницы данной работы.

Клавиша «Выход» предназначена для выхода из 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.

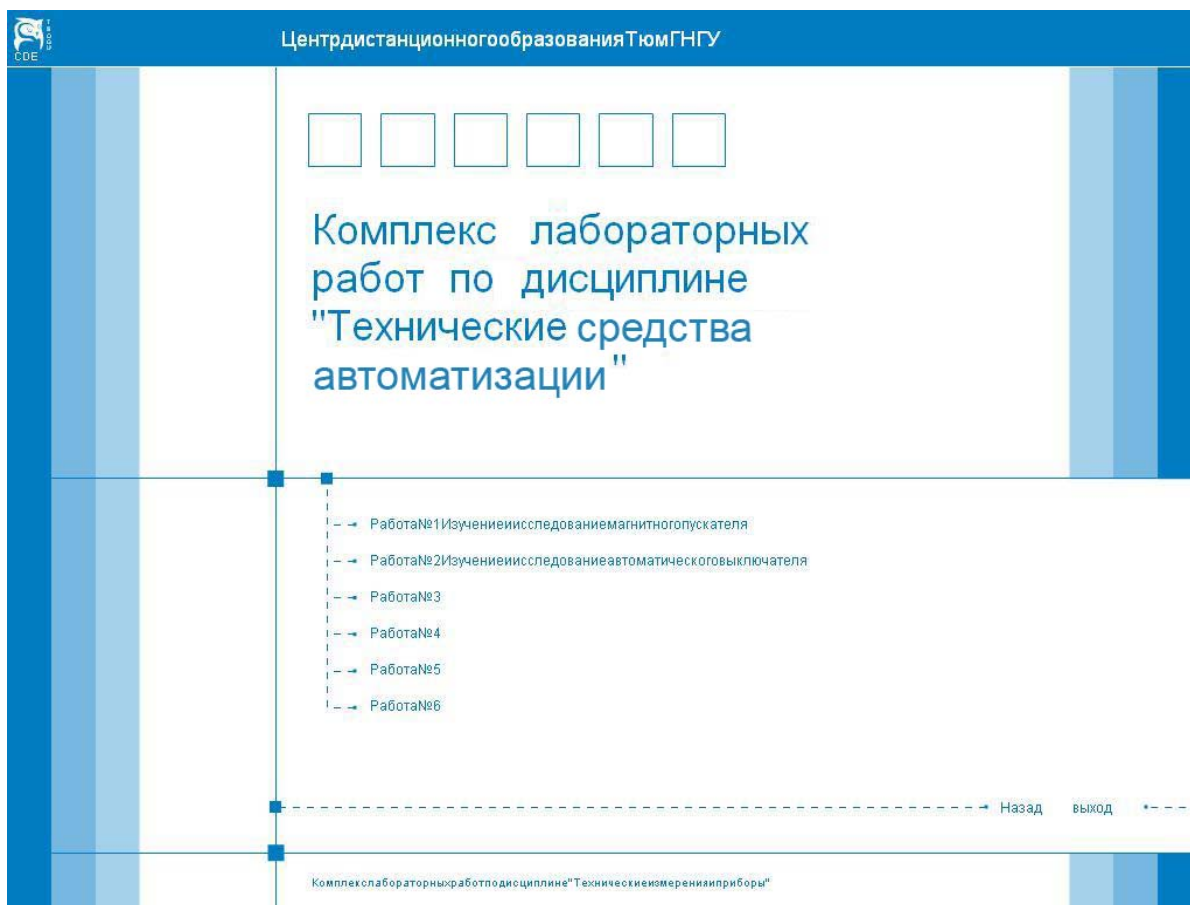


Рисунок 5 – Выбор лабораторной работы

4 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

После нажатия клавиши «Пуск» появится изображение виртуальной лабораторной для изучения и исследования автоматического выключателя (рисунок 6).

Опыт 1. Определение величины тока уставки максимального токового расцепителя (рисунок 6).

С левой стороны экрана расположены: измерительный прибор (амперметр в цепи нагрузки), управляющие элементы и исследуемый автомат.

1 Включить «**Сеть**».

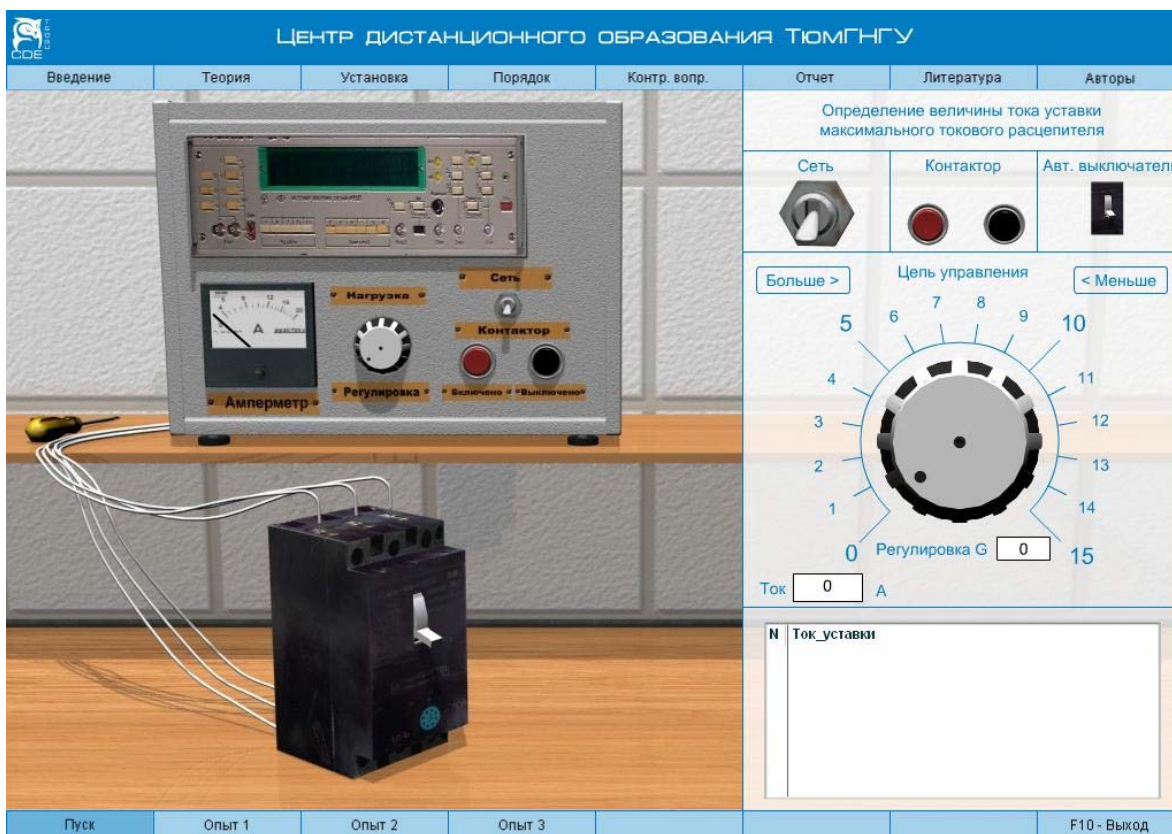
2 Включить «**Автоматический выключатель**».

3 Включить «**Контактор**».

4 Плавное увеличение тока нагрузки, воздействуя на движок потенциометра «**Регулировка**» или на кнопку «**Больше**».

5 При выключении автомата зафиксировать показания индикатора «**Ток**».

6 Повторить п.п. 2 – 5 трижды и определить среднее значение тока уставки максимального токового расцепителя.



КОМПЛЕКС ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ "ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И ПРИБОРЫ"

Рисунок 6 - Общий вид лабораторной работы

Опыт 2. Определение времени отключения автомата (рисунок 7).

Отличие от предыдущего опыта заключается в подключении частотомера хронометра.

1 Включить «Сеть».

2 Включить «Автоматический выключатель».

3 Установить движком потенциометра или кнопкой «Больше» максимальное значение тока нагрузки 15 А.

4 Включить «Контактор».

5 Зафиксировать время отключения.

6 Повторить п.п. 2 – 5 трижды и определить среднее значение времени отключения автомата.

Опыт 3. Определение время - токовой характеристики (рисунок 8).

В данном опыте добавляется регулировка тока уставки.

1 Включить «Сеть».

2 Регулятор тока уставки установить в среднее положение «0».

3 Включить «Автоматический выключатель».

4 Установить ток нагрузки 1,5 А.

5 Включить контактор.

6 При отключении автомата зафиксировать время.

7 Повторить п.п. 3 – 6 при других значениях тока, указанных в таблице 1.

8 Установить регулятор тока уставки в положение «—».

ЦЕНТР ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ ТЮМГНГУ

Введение Теория Установка Порядок Контр. вопр. Отчет Литература Авторы

Определение времени отключения автомата

Сеть Контрактор Авт. выключатель

Больше > Цепь управления < Меньше

5 6 7 8 9 10
4 3 2 1 0 Регулировка G 0 15

Ток 0 А Время 0 с

N Время_отключения

Пуск Опыт 1 Опыт 2 Опыт 3 F10 - Выход

КОМПЛЕКС ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ "ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И ПРИБОРЫ"

Рисунок 7 - Второй опыт

ЦЕНТР ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ ТЮМГНГУ

Введение Теория Установка Порядок Контр. вопр. Отчет Литература Авторы

Определение время – токовой характеристики

Сеть Контрактор Авт. выключатель

Больше > Цепь управления < Меньше

5 6 7 8 9 10 Ток уставки
4 3 2 1 0 Регулировка G 0 15

Ток 0 А Время с

N	Ток_уставки	Ток_нагрузки	Время_отк

Пуск Опыт 1 Опыт 2 Опыт 3 F10 - Выход

КОМПЛЕКС ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ "ТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ И ПРИБОРЫ"

Рисунок 8 - Третий опыт

Таблица 1 – Определение время – токовой характеристики автомата $t_{cp} = f(I_n)$

Ток нагрузки I_n , А	1,5	2	3	4	5	6	7	8	9
Время срабатывания t_{cp} , с									

9 Повторить п.п. 3–7.

10 Установить регулятор тока уставки в положение «+».

11 Повторить п.п. 3–7.

5 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1 Электрические принципиальные схемы исследования автомата.

2 Технические характеристики исследуемого автомата.

3 Экспериментально полученные величины тока уставки и собственного времени отключения автомата.

4 Таблица 1 с экспериментальными данными $t_{cp} = f(I_n)$.

5 Экспериментальные кривые время - токовых характеристик автомата.

6 Выводы о проделанной работе.

6 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1 Каково устройство автомата?

2 Каково назначение отдельных узлов автомата?

3 Почему наряду с максимальными токовыми электромагнитными расцепителями в автоматы встраиваются и тепловые токовые расцепители?

4 Объясните характер кривых время - токовых характеристик.

5 Какими устройствами электроавтоматики может быть заменен автомат в системе защиты?

6 Как можно уменьшить собственное время отключения автомата?

7 Как можно изменить величину тока уставки автомата?

8 Каков принцип действия автомата при токах перегрузки, КЗ и чрезмерном снижении питающего напряжения?

9 Каково назначение дугогасительных контактов?

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.

Сбродов Николай Борисович

ИЗУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ

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. 1,0	Уч.-изд. л. 1,0
Заказ	Тираж 30	Цена свободная

РИЦ Курганского государственного университета.

640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25.

Курганский государственный университет.