|  |  |
| --- | --- |
| *voenmeh* | МИНОБРНАУКИ РОССИИ  федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  высшего образования  **«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»**  **(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»)** |
| БГТУ.СМК-Ф-4.2-К5-01 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Факультет |  | Е |  | Оружие и системы вооружения |
|  |  | шифр |  | наименование |
| Кафедра |  | Е6 |  | Управление в технических системах |
|  |  | шифр |  | наименование |
| Дисциплина |  | Производственная практика | | |

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

на тему

|  |
| --- |
| Исследование возможности замыкания контактов |
| реле РПУ на корпус при штатном режиме |
| функционирования |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Выполнил студент группы | | | |  | Е6М31 |
| Иванов Р.Е. | | | | | |
| Фамилия И.О. | | | | | |
| **РУКОВОДИТЕЛЬ** | | | | | |
| Егоренков Л.С. | |  |  | | |
| Фамилия И.О. Подпись | | | | | |
| Оценка |  | | | |  |
| «\_\_\_\_\_» |  | | | | 201\_г. |

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2019 г.

**Содержание**

Введение………………………………………………………………………..3

1. Техническое задание……………………………………………………….4
2. Общие положения………………………………………………………….5
3. Условия испытаний………………………………………………………...7
4. Перечень измерительных приборов, использованных при испытаниях…………………………………………………………………9
5. Настройки осциллографа…………………………………………………..9
6. Результаты испытаний……………………………………………………11

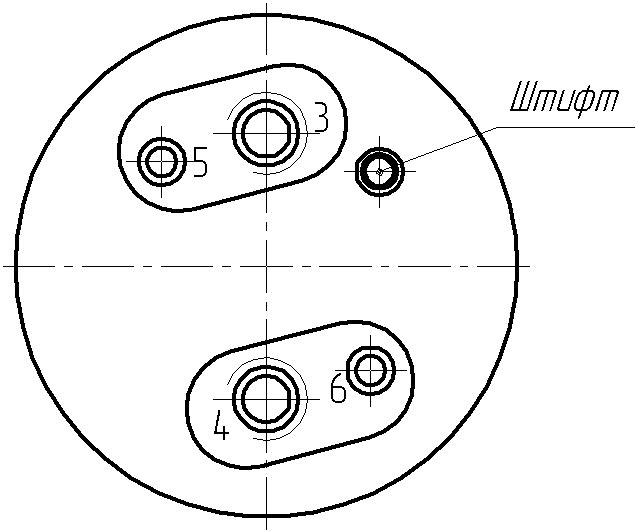
Заключение…………………………………………………………...………15

**Введение**

Замыкание на корпус реле РПУ одного из контактов может привести к неправильной работе схемы изделия в реальных условиях. Для проверки возможности замыкания контактов реле РПУ на корпус в момент его срабатывания была разработана программа и методика лабораторно-отработочных испытаний реле РПУ. В курсовой работе описаны техническое задание реле и условия испытаний, а также представлены результаты проведения лабораторно-отработочных испытаний и расчеты безопасного сопротивления. Заключение содержит выводы по результатам испытаний.

1. **Техническое задание**
   1. Назначение и основные характеристики:
      1. Пиротехническое ударостойкое реле РПУ предназначено для выдачи сигнала в виде размыкания нормально замкнутых контактов и замыкания нормально разомкнутых контактов при подаче на него рабочего напряжения;
      2. Электрическая принципиальная схема реле приведена на рисунке 1;





1 - 6 – условные обозначения выводов реле.

1, 2 (гибкие выводы) закорочены между собой

(находятся в состоянии поставки)

Рисунок 1 – Электрическая принципиальная схема реле РПУ

* + 1. Реле должно замыкать нормально разомкнутые контакты 3, 4 и размыкать нормально замкнутые контакты 5, 6 при подаче на контакты 1, 2 напряжения от 24 до 32 В постоянного тока;
    2. Время от подачи напряжения на контакты 1, 2 реле или от начала разряда на эту цепь конденсатора до замыкания контактов 3, 4 и размыкания контактов 5, 6 реле должно находиться в диапазоне от 20 до 100 мс;

1. **Общие положения**
   1. Испытания проводились в АО «НИИ ТМ» в комнате 2-319 сотрудниками НИО-3 и ИЦ;
   2. Объект испытаний –пиротехническое ударостойкое реле РПУ (рисунок 2);

Внешний вид реле изображен на рисунке 3

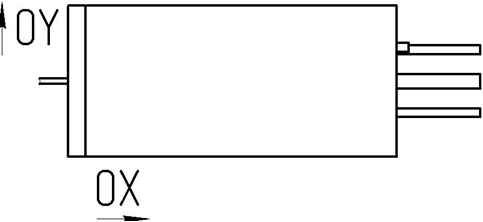


Рисунок 2 – Направление осей OX, OY реле РПУ

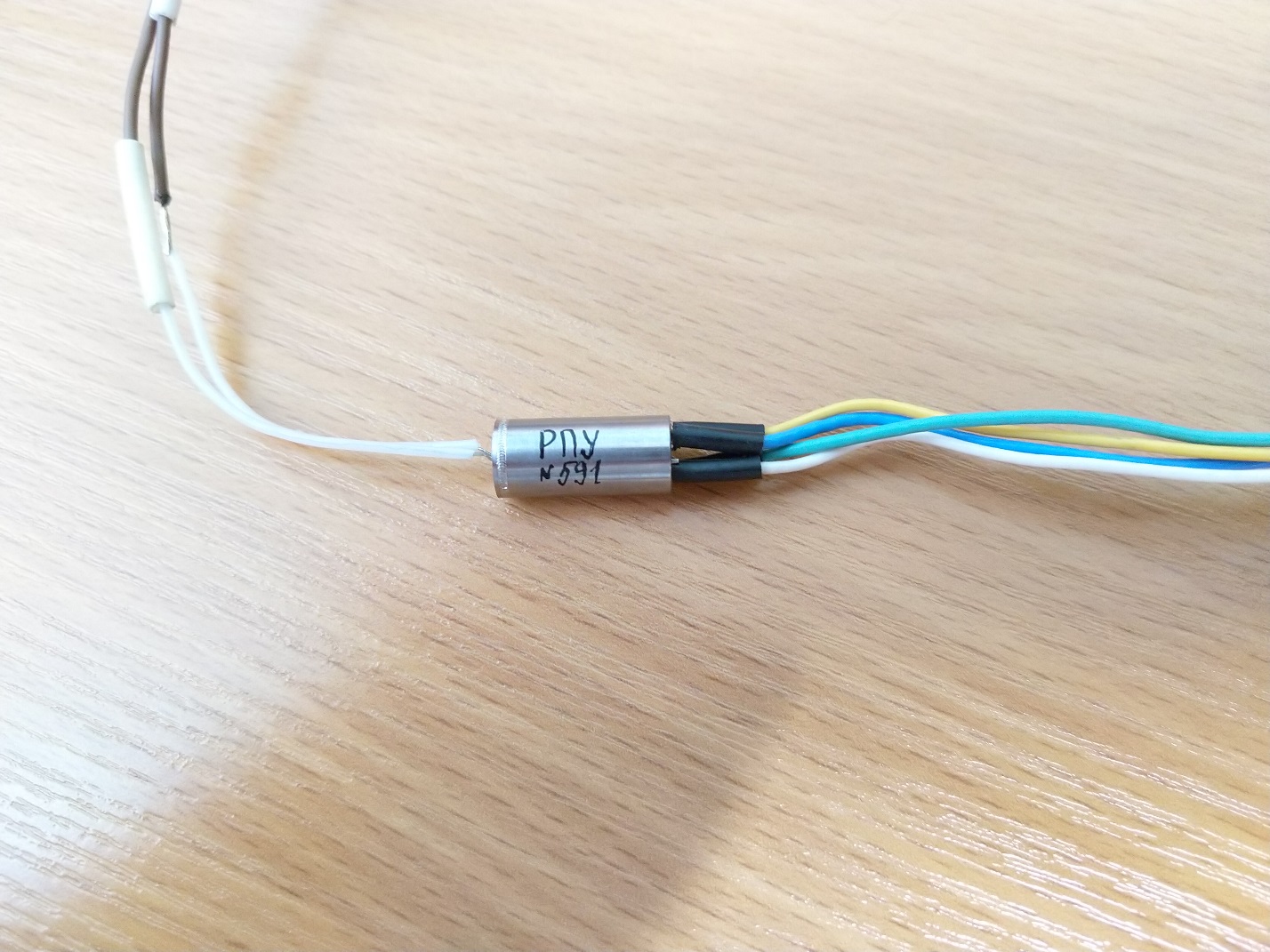


Рисунок 3 – Внешний вид реле РПУ

* 1. Задача испытаний:

- проверка возможности замыкания контактов реле РПУ на корпус в момент его срабатывания.

1. **Условия испытаний**
   1. Для проверки возможности замыкания контактов реле РПУ на корпус в момент его срабатывания его закрепляют в «лягушку» и помещают за защитный экран (рисунок 4);

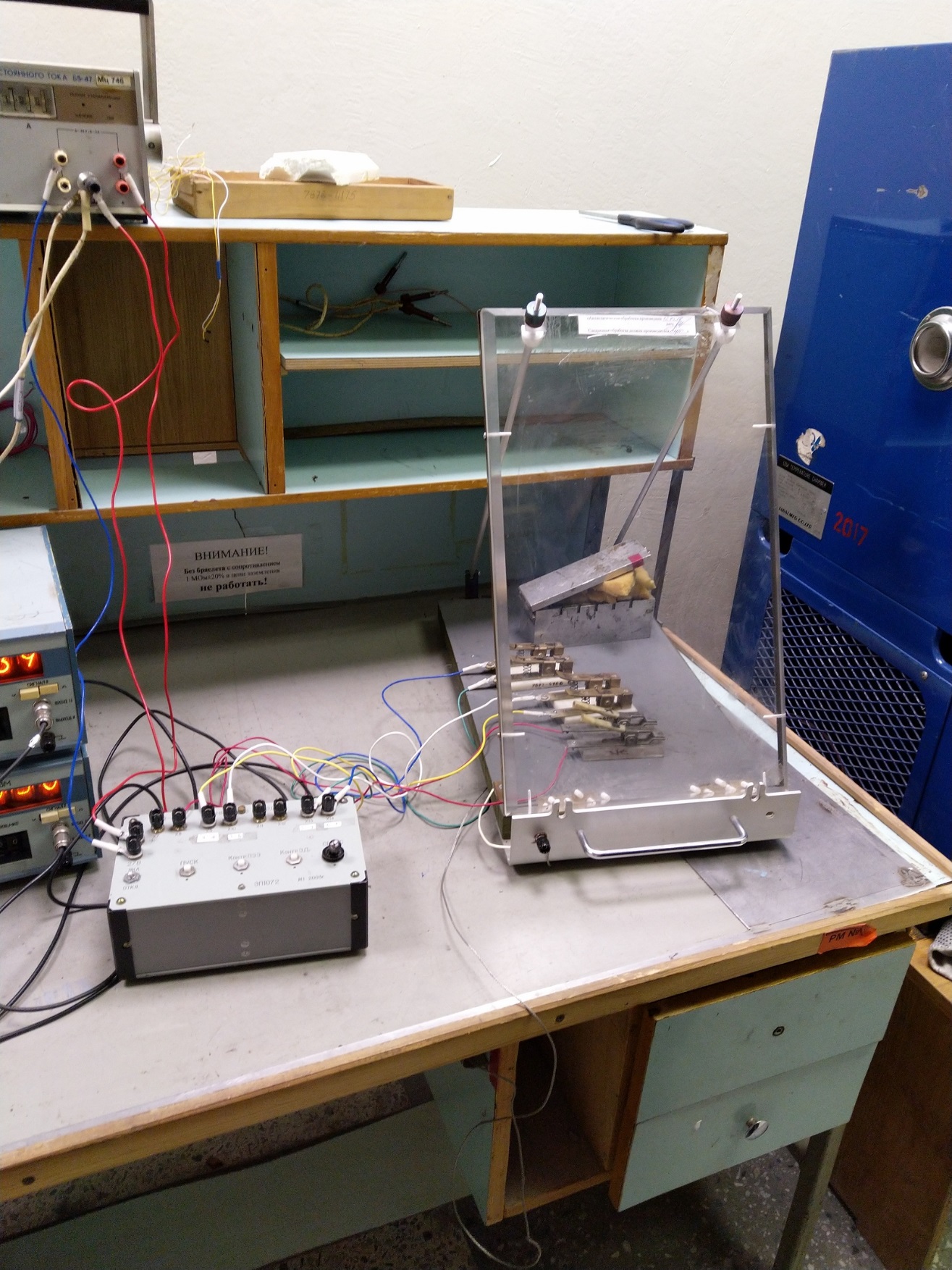


Рисунок 4 – Закрепленное в «лягушке» реле РПУ за защитным экраном

* 1. Испытания изделий проводились при нормальных климатических условиях (температура окружающего воздуха – от 15˚С до 35˚С, относительная влажность воздуха – от 45% до 75%, атмосферное давление – от 650 до 800 мм рт. ст.);
  2. Количество реле РПУ – 2 штуки. Испытания проводились с реле РПУ №027 и №028;
  3. Для проверки возможности замыкания контактов реле РПУ на корпус в момент его срабатывания собирается схема согласно рисунку 5.

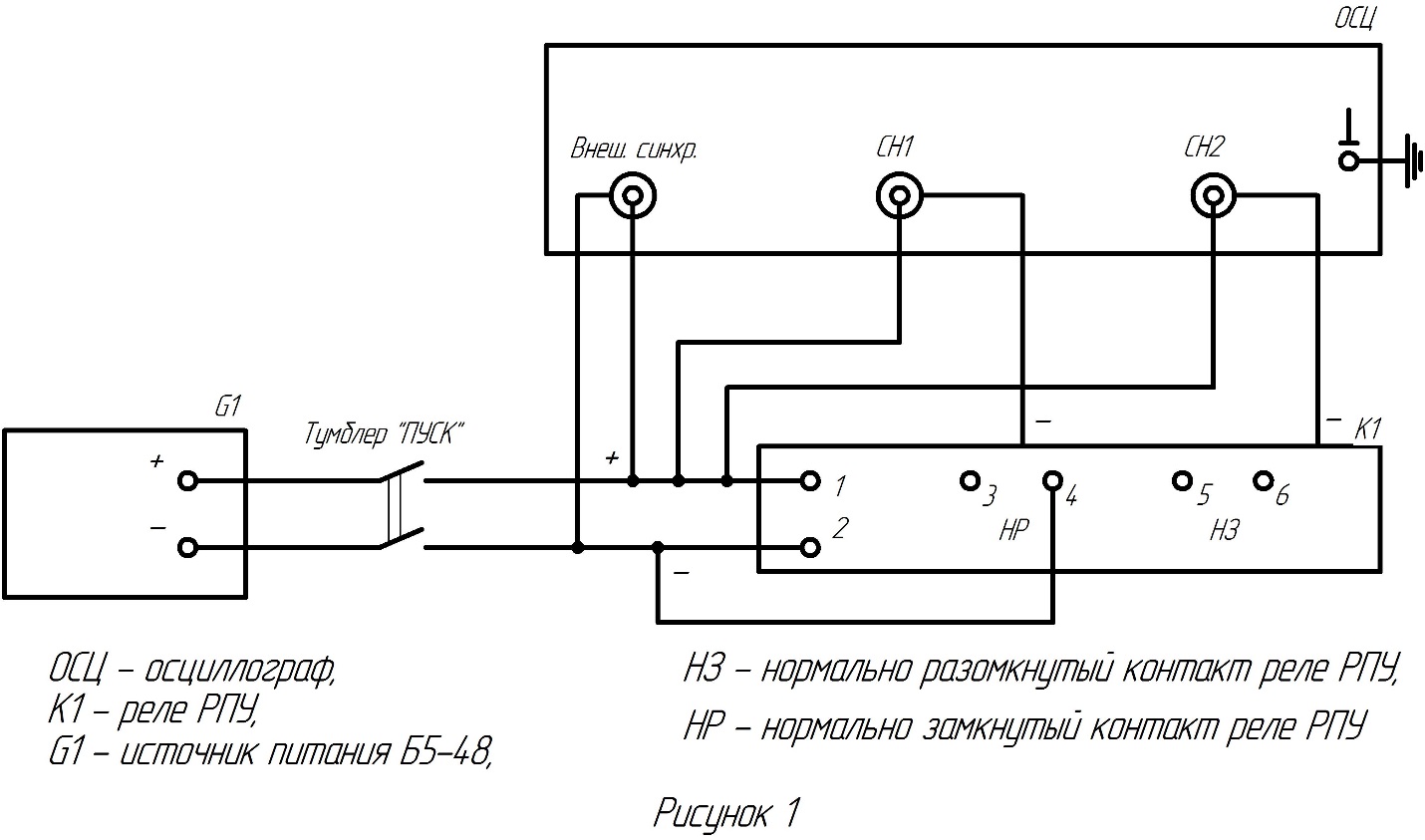


Рисунок 5 – Схема испытания реле РПУ

1. **Перечень измерительных приборов, использованных при испытаниях**
   1. Цифровой запоминающий осциллограф фирмы Tektronix серия TDS 2012;
   2. Источник питания Б5-71\3 М;
   3. Электрическое приспособление ЭП 1072.
2. **Настройки осциллографа**
   1. Обозначения на экране и параметры осциллографа

Изменение напряжения фиксировалось осциллографом.

По оси абсцисс – время (мс), 1 клетка = 50 мс; по оси ординат – напряжение (В), 1 клетка = 10 В. Верхняя линия (желтая) – падение напряжения между контактом 2 мостика ЭВ-32 и корпусом реле РПУ, нижняя (синяя) – падение напряжения между контактами 3 и 4 и корпусом реле РПУ.

Настройки осциллографа были установлены перед испытаниями и не менялись.

5.2 Дополнительно

Испытания проводились с «рабочими» реле РПУ №027 и №028. Результат испытания с первым реле РПУ №027 представлен на рисунке 6, со вторым реле №028 – на рисунке 7.

1. **Результаты испытаний**

6.1 Результаты проведения испытаний первого реле РПУ №027

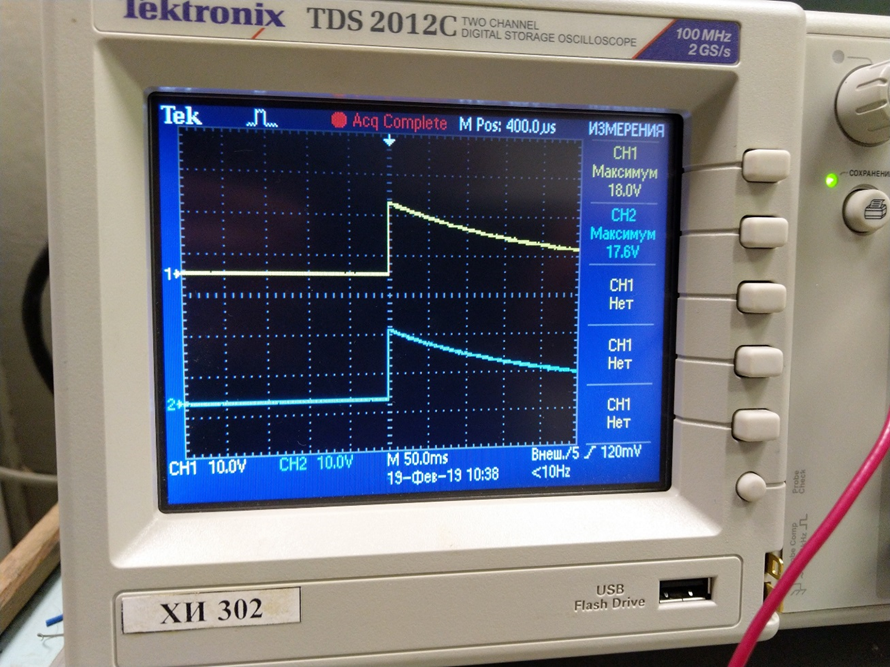


Рисунок 6 – Осциллограмма падения напряжения между контактом 2 мостика ЭВ-32 и корпусом реле РПУ и между контактами 3 и 4 и корпусом реле РПУ

На рисунке 6 представлена осциллограмма падения напряжения между контактом 2 мостика ЭВ-32 и корпусом реле РПУ (верхняя линия) и между контактами 3 и 4 и корпусом реле РПУ (нижняя линия). В момент срабатывания произошел скачок напряжения до 18 В на 1-ом канале и до 17,6 В на 2-ом канале. Затем происходит плавное падение напряжения до 0 В.

6.2 Результаты проведения испытаний второго реле РПУ №028

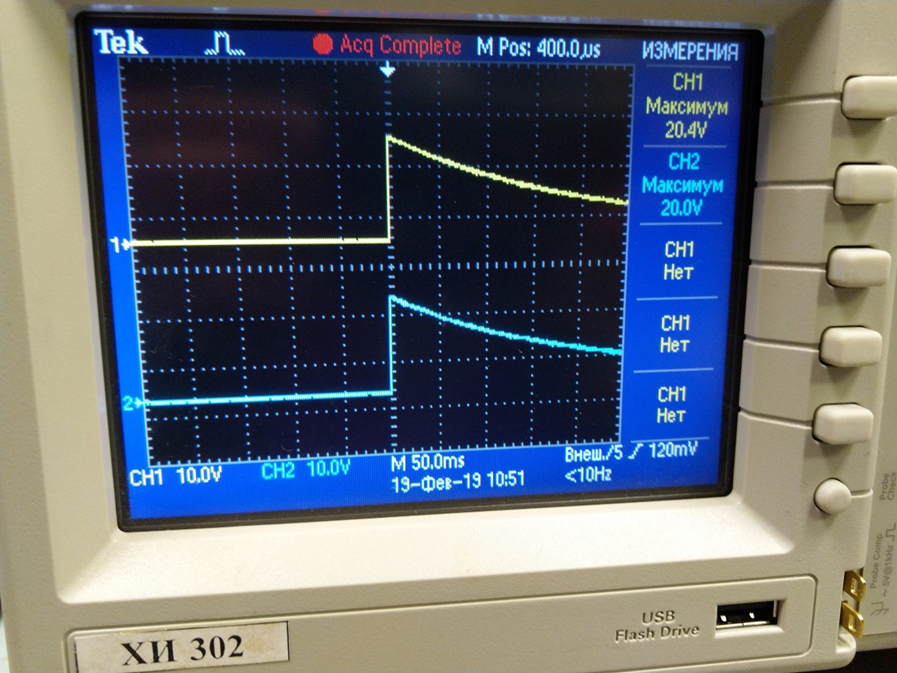


Рисунок 7 – Осциллограмма падения напряжения между контактом 2 мостика ЭВ-32 и корпусом реле РПУ и между контактами 3 и 4 и корпусом реле РПУ

На рисунке 7 показана осциллограмма падения напряжения между контактом 2 мостика ЭВ-32 и корпусом реле РПУ (верхняя линия) и между контактами 3 и 4 и корпусом реле РПУ (нижняя линия). В момент срабатывания произошел скачок напряжения до 20,4 В на 1-ом канале и до 20 В на 2-ом канале. Затем происходит плавное падение напряжения до 0

6.3 Результаты испытаний в таблице

Показания осциллограмм приведены в таблице 2:

Таблица 2 – Результаты испытаний

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № опыта | U1, В | U2, В |
| 1 | 18,0 | 17,6 |
| 2 | 20,4 | 20,0 |

\*U1 – напряжение, зафиксированное осциллографом на 1-ом канале, на участке «контакт 2 мостика ЭВ-32 – корпус реле РПУ»

U2 – напряжение, зафиксированное осциллографом на 2-ом канале, на участке «контакты 3, 4 - корпус реле РПУ»

6.4 Расчет результатов испытаний

6.4.1. Исходные данные:

- Uпит=27 В

- Rвх=106 Ом

- Безопасный ток мостика электродетонатора ЭД-Т200-2 – 0,03 А

- Безопасное сопротивление участка цепи «контакт 2 мостика ЭВ-32 – корпус реле – контакты 3, 4»:

6.4.2 Расчет разницы между напряжением источника питания и падением напряжения в момент срабатывания реле РПУ:

Uпит – U11=27 – 18=9 В

Uпит – U21=27 – 17,6=9,4 В

Uпит – U12=27 – 20,4=6,6 В

Uпит – U22=27 – 20=7 В

6.4.3 Расчет сопротивления между контактом 2 мостика ЭВ-32 и корпусом реле РПУ:

6.4.4 Расчет сопротивления между нормально разомкнутыми контактами 3,4 и корпусом реле РПУ:

6.4.5 Расчет суммарного сопротивления:

R∑1=R11+R21=(500+534)·103=1034·103 Ом

R∑2=R12+R22=(323+350)·103=673·103 Ом

Результаты расчетов приведены в таблице 3:

Таблица 3 – Результаты расчетов

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № опыта | Uпит – U1, В | Uпит – U2, В | R1, Ом | R2, Ом | R∑, Ом |
| 1 | 9,0 | 9,4 | 500·103 | 534·103 | 1034·103 |
| 2 | 6,6 | 7,0 | 323·103 | 350·103 | 673·103 |

**Заключение**

Проведенные испытания на проверку возможности замыкания контактов реле РПУ на корпус в момент его срабатывания показали, что полученное суммарное сопротивление R∑1=1034·103 Ом при первом опыте и R∑2=673·103 Ом при втором выше безопасного Rбез=1000 Ом. Это доказывает безопасную работу реле во время и после его срабатывания.

Для получения более качественных результатов следует проводить испытания согласно схемам, представленных на рис. 9 и 10.

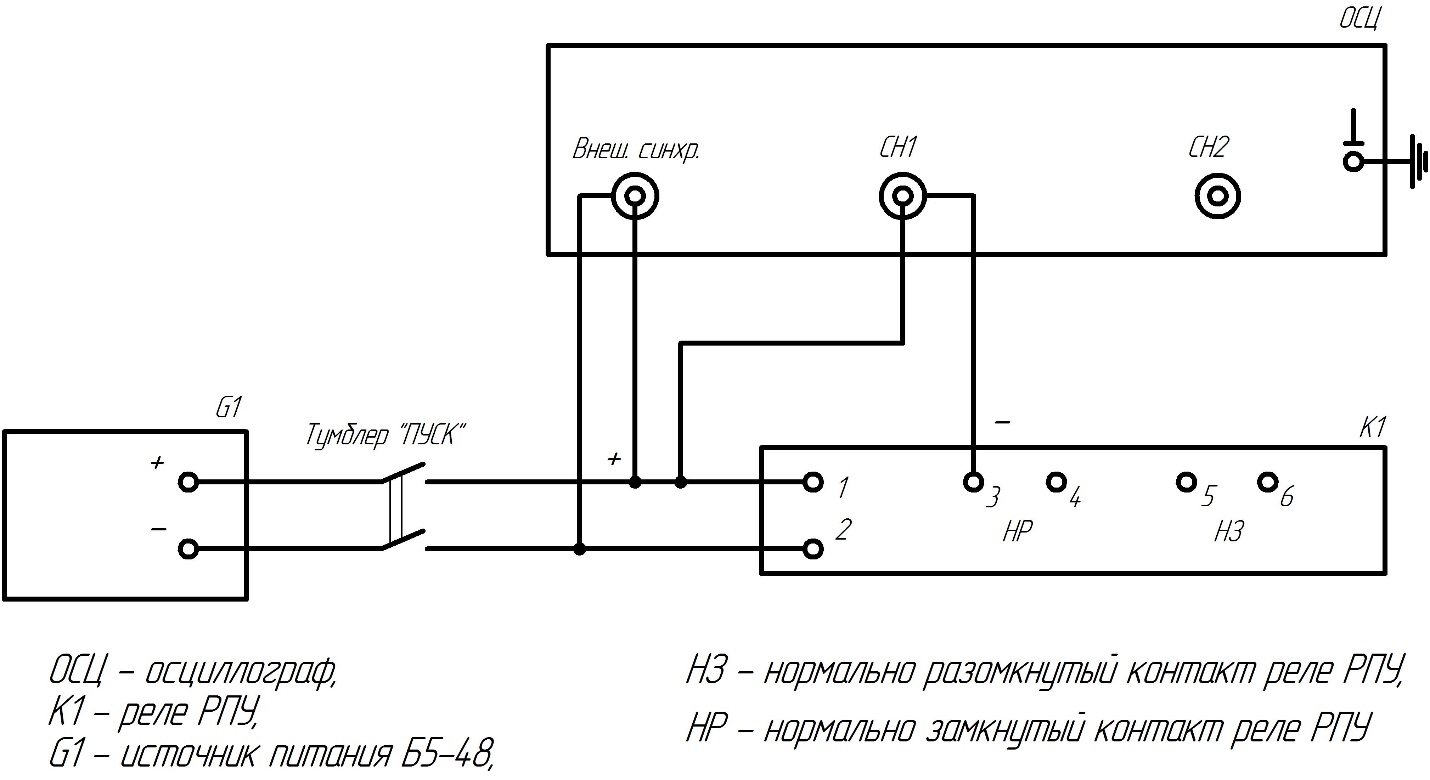


Рисунок 9 – Схема испытания №2 реле РПУ

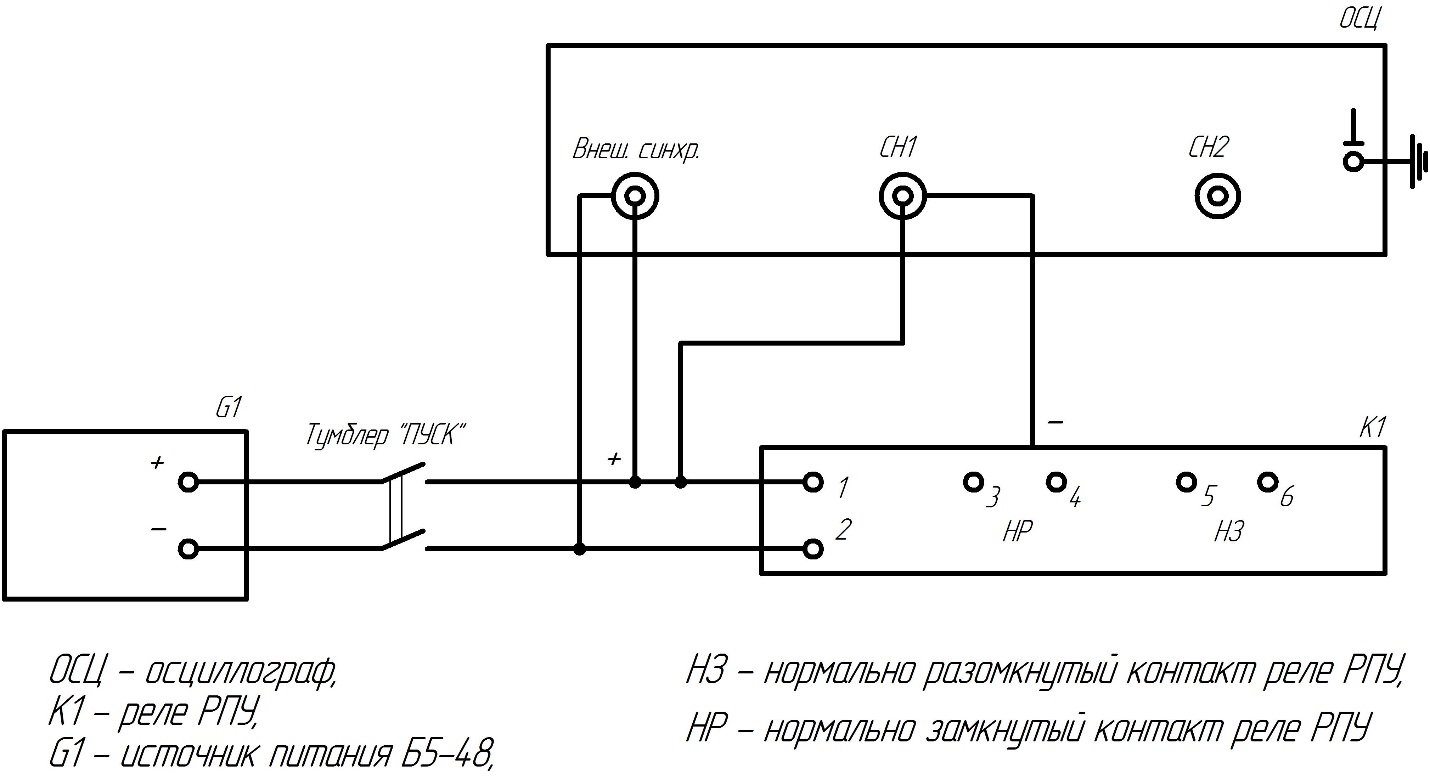


Рисунок 10 – Схема испытания №3 реле РПУ