

Компаратор сопротивлений

У401М

Руководство по эксплуатации

ВСЦТ.411411.001 РЭ

г. Екатеринбург

2021



Внимание!

Компаратор сопротивлений У401М является высокоточным измерительным прибором и не имеет встроенной защиты от неправильного подключения сравниваемых мер сопротивления. Для того, чтобы избежать выхода компаратора из строя, следует соблюдать меры предосторожности:

1. Не допускать соединения проводов питания моста и измерительного электрода. В случае запуска измерения, при таком соединении, компаратор выйдет из строя.
2. Не запускать измерение с неподключенными, висящими в воздухе, проводами питания моста и измерительного электрода.
3. Внимательно проверять правильность подключения проводов питания моста и измерительного электрода к сравниваемым мерам сопротивления перед запуском измерения. Ошибочное подключение — например, подключение одного из проводов питания моста к корпусу (экрану) меры сопротивления, обязательно приведёт к выходу компаратора из строя.
4. Не использовать меры номинальным сопротивлением менее 100 кОм.
5. Не использовать неисправные меры, например, такие, у которых хотя бы одна из клемм, подключаемых к питанию моста или измерительному электроду, имеет сопротивление утечки на корпус или экран менее 100 кОм.
6. Не запускать измерение с незакрытой дверью измерительной камеры.

**Невыполнение данных мер предосторожности
приведёт к выходу компаратора из строя!**

Содержание

1	Описание и работа.....	5
1.1	Назначение	5
1.2	Технические характеристики	5
1.3	Состав изделия	8
1.4	Устройство и работа	8
1.5	Расположение органов управления.....	9
2	Использование по назначению	11
2.1	Меры безопасности.....	11
2.2	Список обозначений и терминов.....	11
2.3	Подготовка к использованию	12
2.4	Использование изделия	12
2.5	Прогрев компаратора.....	13
2.6	Подключение сравниваемых мер сопротивления.....	13
2.7	Управление компаратором с помощью клавиатуры и индикатора	14
2.8	Запуск и проведение измерения с помощью клавиатуры и индикатора.	16
2.9	Меры предосторожности при работе с компаратором.....	21
3	Техническое обслуживание.....	21
4	Транспортирование и хранение	22
4.1	Транспортирование	22
4.2	Хранение	22
4.3	Введение в эксплуатацию.....	22
5	Сведения об экологичности и утилизации	23
	Особые отметки	24
	Лист регистрации изменений	25
	Свидетельство о приемке и гарантии изготовителя	26

Настоящее руководство по эксплуатации (далее — РЭ) предназначено для изучения устройства и принципа работы Компаратора сопротивлений У401М (далее — компаратор) и устанавливает правила его эксплуатации.

Руководство по эксплуатации содержит сведения о назначении, работе компаратора, подготовке к использованию, методике поверки, техническом обслуживании, а также другие сведения, необходимые для правильной эксплуатации и полного использования его технических возможностей.

В связи с постоянной работой по совершенствованию устройства в конструкцию могут быть внесены изменения, не отражённые в руководстве по эксплуатации.

К обслуживанию компаратора допускаются лица, прошедшие обучение правилам техники безопасности при работе с электроустановками, имеющими допуск к работе с электроустановками до 1000 В (Группа 2) и изучившие данное руководство.

1 Описание и работа

1.1 Назначение

Компаратор предназначен для поверки однозначных мер электрического сопротивления (катушек электрического сопротивления и др., далее ОМЭС) и многозначных мер электрического сопротивления (магазинов электрического сопротивления и др., далее – ММЭС) методом сличения эталонной и поверяемой мер.

1.2 Технические характеристики

1.2.1 Компаратор обеспечивает следующие возможности сравнения мер электрического сопротивления:

1.2.2 Диапазон измерений, Ом: $10^5 - 10^{12}$;

1.2.3 Допустимое отношение сопротивлений сравниваемых мер: 1:1 – 1:10;

1.2.4 Пределы допускаемой относительной погрешности определяются по формуле (1), %:

$$\delta = \left[c + d \cdot \frac{10}{9} \cdot \left(\frac{R_{MIN}}{R_{DR_{MIN}}} - 1 \right) \right] \cdot \frac{R_{MAX}}{R_{MIN}}, \quad (1)$$

Где R_{MAX} – наибольшее значение из сопротивлений сравниваемых мер, Ом;

R_{MIN} – наименьшее значение из сопротивлений сравниваемых мер, Ом;

$R_{DR_{MIN}}$ – минимальное значение сопротивления диапазона, в который входит R_{MIN} , Ом;

c, d – коэффициенты для диапазона, в который входит R_{MIN} , определяемые по следующей таблице:

Таблица 1 – Пределы допускаемой относительной погрешности

Диапазон, Ом	R_d , Ом	c , %	d , %	δ_H , %	δ_K , %
$10^5 - 10^6$	10^5	0,0001	0	0,0001	0,0001
$10^6 - 10^7$	10^6	0,0001	0	0,0001	0,0001
$10^7 - 10^8$	10^7	0,0001	0,000003	0,0001	0,00013
$10^8 - 10^9$	10^8	0,00013	0,000007	0,00013	0,0002
$10^9 - 10^{10}$	10^9	0,0002	0,00008	0,0002	0,001
$10^{10} - 10^{11}$	10^{10}	0,001	0,0005	0,001	0,006
$10^{11} - 10^{12}$	10^{11}	0,006	0,0024	0,006	0,03

δ_H – предел допускаемой относительной погрешности для начала диапазона, %;

δ_K – предел допускаемой относительной погрешности для конца диапазона, %.

Вычисленный предел допускаемой основной погрешности для каждого сопротивления сравниваемых мер из всего диапазона измерений компаратора приведён на рисунке 1.

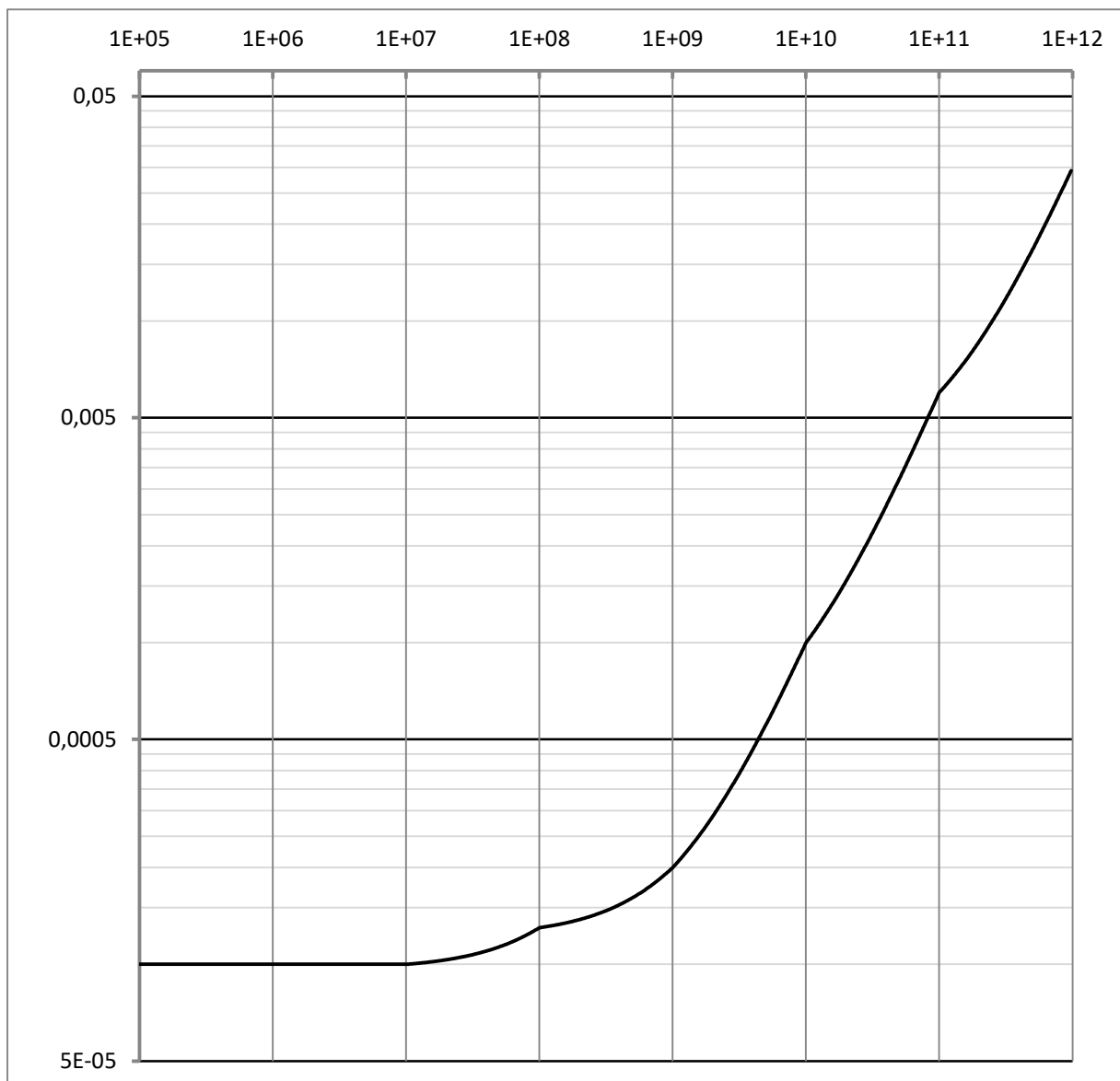


Рисунок 1 – Предел допускаемой основной погрешности

1.2.5 Напряжение, подаваемое при измерении, на, соединённые последовательно, сравниваемые меры $200 \text{ В} \pm 5 \%$.

1.2.6 Электрическое питание компаратора осуществляется от сети переменного тока напряжением $230 \text{ В} \pm 10 \%$, частотой $50 \text{ Гц} \pm 10 \%$, содержание гармоник не более 5% .

1.2.7 Потребляемая компаратором мощность не превышает 50 ВА .

1.2.8 Электрическое сопротивление изоляции между силовыми цепями питания и корпусом компаратора в нормальных условиях не менее 20 МОм . Напряжение прибора для измерения сопротивления изоляции должно быть 500 В .

1.2.9 Компаратор соответствует климатическому исполнению УХЛ4 по ГОСТ 15150 за исключением сведений указанных в 1.2.10 и 4.

1.2.10 Нормальными условиями применения компаратора являются:

- температура окружающего воздуха от плюс 18 до плюс $30 \text{ }^\circ\text{C}$;
- относительная влажность не более 80% ;
- атмосферное давление от 84 до $106,7 \text{ кПа}$.

1.2.11 Габаритные размеры компаратора не превышают, мм (длина × ширина × высота): 650 × 300 × 750.

1.2.12 Масса компаратора не более 30 кг.

1.2.13 Средняя наработка на отказ компаратора не менее 40 000 часов в нормальных условиях эксплуатации.

1.2.14 Срок службы до списания составляет 10 лет.

1.3 Состав изделия

В комплект поставки компаратора входят изделия, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Комплект поставки компаратора

Наименование	Обозначение	Кол.
Компаратор сопротивлений	У401М	1
Кабель сетевой 230 В	У401М-П	1
Руководство по эксплуатации	ВСЦТ.411411.001 РЭ	1
Методика поверки	МП 201-016-2021	1

1.4 Устройство и работа

1.4.1 Компаратор представляет собой мост постоянного тока, упрощённая схема которого приведена на рисунке 2. Одну из ветвей моста составляют сравниваемые меры сопротивления (эталонная и поверяемая меры), другая ветвь представляет собой высоколинейный цифро-аналоговый преобразователь. Между ветвями включён цифровой вольтметр с высоким входным сопротивлением.

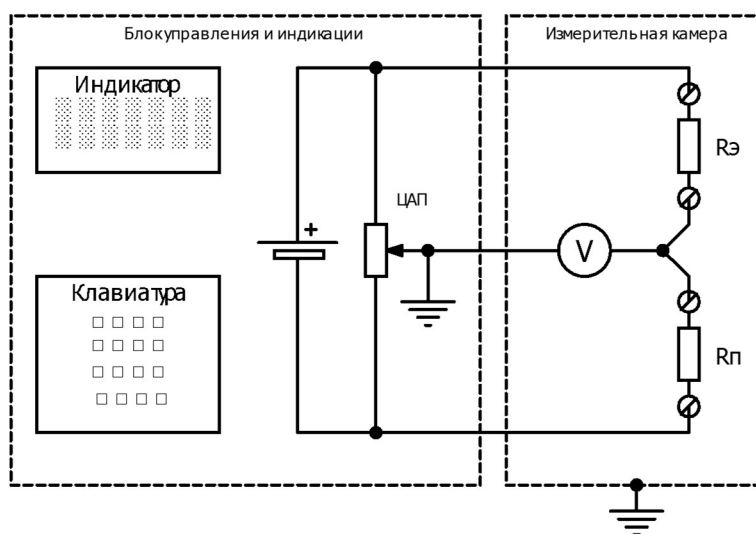


Рисунок 2 – Упрощённая схема установки

1.4.2 Компаратор работает следующим образом. Перед началом измерения пользователь устанавливает эталонную и поверяемую меры в измерительную камеру и производит их подключение к измерительной схеме. После этого пользователь устанавливает параметры измерения (такие как действующее значение сопротивления эталонной меры, номинальное значение сопротивление и значение сопротивления предыдущей поверки поверяемой меры, предварительная пауза) с помощью клавиатуры и индикатора, расположенных на передней панели блока управления и индикации и запускает измерение. Далее блок управления производит автоматическое уравновешивание моста в пределах разрешающей способности цифро-аналогового преоб-

разователя, выполняет дополнительное уточнение с помощью вольтметра и рассчитывает отношение сопротивлений эталонной и поверяемой мер. Полученный результат отображается на индикаторе.

1.5 Расположение органов управления

Конструктивно компаратор выполнен в виде металлического корпуса, состоящего из измерительной камеры и установленного на ней блока управления и индикации. Внешний вид компаратора представлен на рисунке 3. На рисунке обозначены:

1. Блок управления и индикации;
2. Измерительная камера.

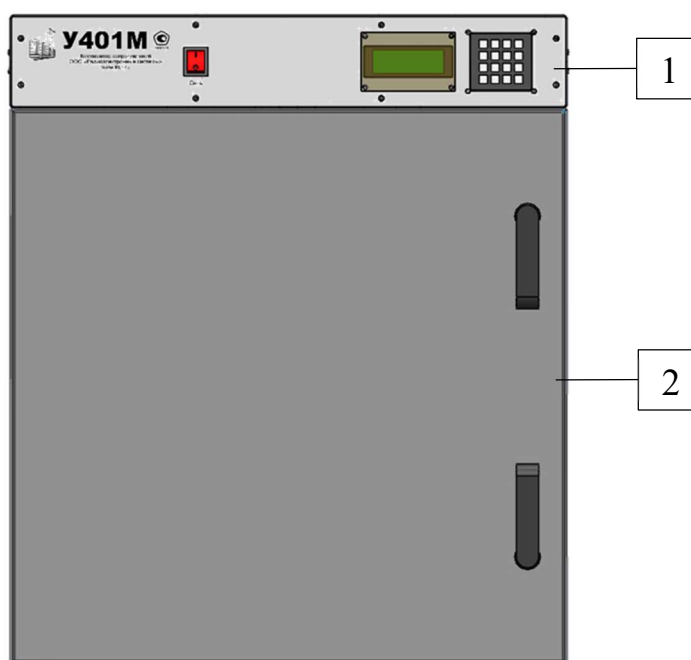


Рисунок 3 – Внешний вид компаратора

Все органы управления расположены на передней панели блока управления и индикации компаратора (рисунок 4):

1. Выключатель питания;
2. Индикатор;
3. Клавиатура.

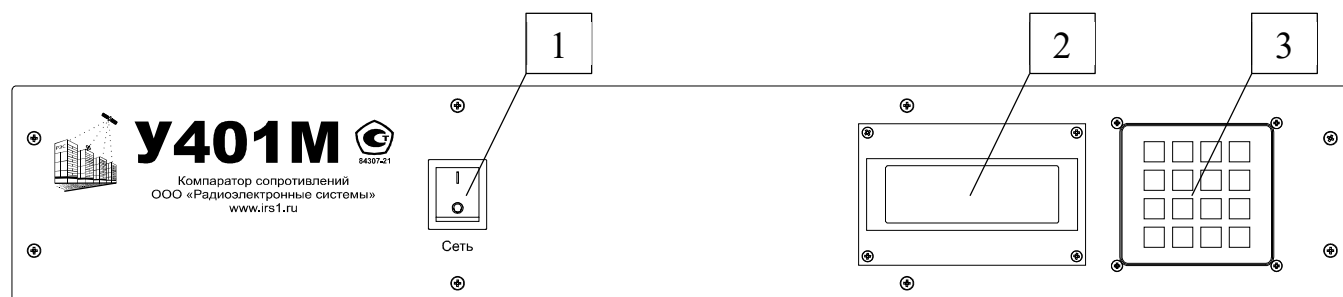


Рисунок 4 – Передняя панель блока управления и индикации

На задней панели блока управления и индикации расположены разъём подключения к сети питания (со встроенным предохранителем), клемма заземления и разъём подключения к сети Ethernet (рисунок 5):

1. Разъём сети Ethernet;
2. Разъём сети питания;
3. Клемма заземления.

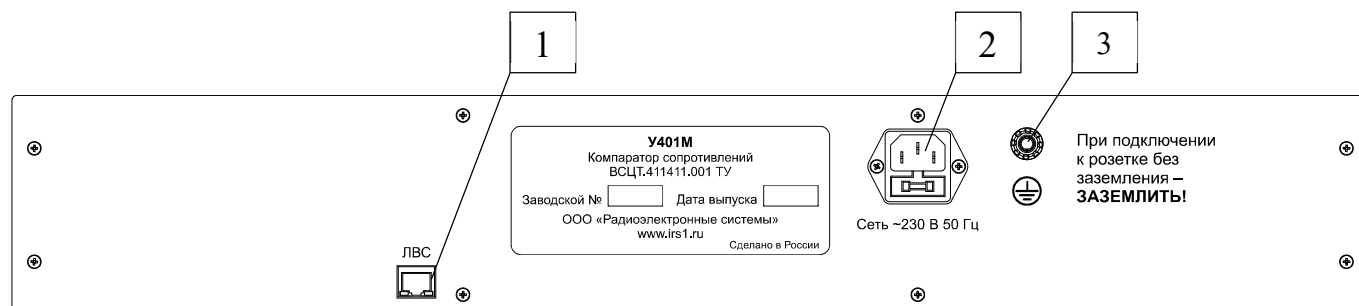


Рисунок 5 – Задняя панель блока управления и индикации

На рисунке 6 показано устройство измерительной камеры компаратора:

1. Модуль вольтметра;
2. Измерительный электрод;
3. Провода измерительной диагонали моста;
4. Провода питания моста;
5. Поверяемая мера;
6. Эталонная мера.

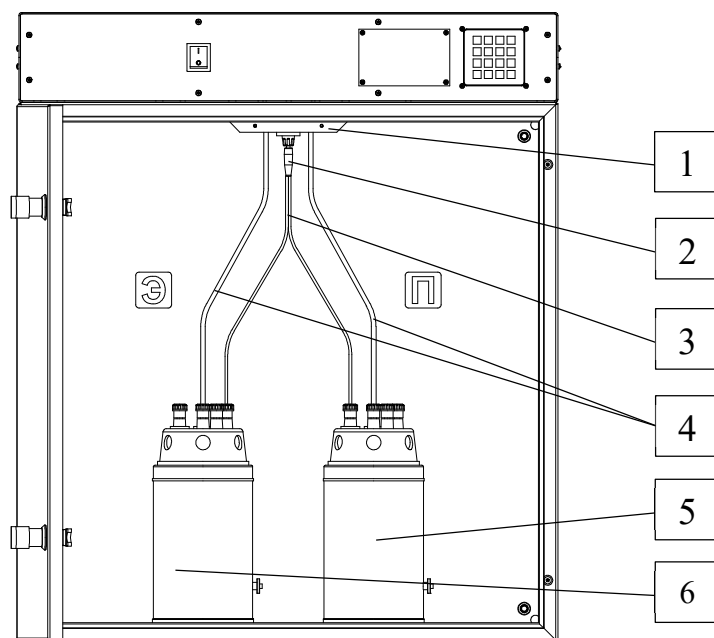


Рисунок 6 – Измерительная камера компаратора

2 Использование по назначению

2.1 Меры безопасности

2.1.1 Если для питания компаратора используется розетка без контакта защитного заземления, необходимо соединить клемму заземления компаратора (поз. 3, рисунок 5) с шиной защитного заземления. В этом случае перед началом работы следует проверить надёжность соединения шины защитного заземления с зажимом заземления компаратора (проверить целостность проводов и затяжку клемм). Если используется розетка с заземляющим контактом, то соединять клемму заземления с шиной защитного заземления не нужно.

2.1.2 Запрещается подавать на клеммы измерительной камеры компаратора внешнее напряжение.

2.1.3 Запрещается разбирать компаратор, включённый в сеть.

2.1.4 Запрещается самостоятельный ремонт компаратора.

2.2 Список обозначений и терминов

В таблице 3 приведены обозначения режимов выходного сигнала и определения терминов, использующихся в описании работы с установкой.

Таблица 3 – Список обозначений и терминов

Обозначение, термин	Описание
«R _э »	Действительное значение сопротивления эталонной меры
«R _п »	Номинальное сопротивление поверяемой меры
«R _{пп} »	Предыдущее измеренное действительное значение сопротивления поверяемой меры
«Т», предварительная пауза	Пауза между подачей питания моста и началом измерения
Земля компаратора	Металлические части корпуса, соединённые с клеммой заземления (поз. 3, рисунок 5) и с заземляющим контактом разъёма питания (поз. 2, рисунок 5)
Режим ожидания	Режим для установки параметров измерения. Питание моста не подаётся. Этот режим устанавливается после включения прибора (2.4.3)

2.3 Подготовка к использованию

2.3.1 Извлечь компаратор из упаковки, провести внешний осмотр, проверить комплектность согласно 1.3.

2.3.2 Изучить настоящее РЭ перед началом работы.

2.3.3 Проверить заземление компаратора согласно 2.1.1.

2.3.4 Подключить компаратор к сети напряжением 230 В (требования к сети питания указаны в 1.2.6).

2.3.5 Включить компаратор с помощью выключателя (поз. 1, рисунок 4).

2.4 Использование изделия

2.4.1 Перед началом работы произвести подготовку компаратора согласно 2.3.

2.4.2 При включении питания компаратора на индикаторе должна высветиться заставка (рисунок 7).

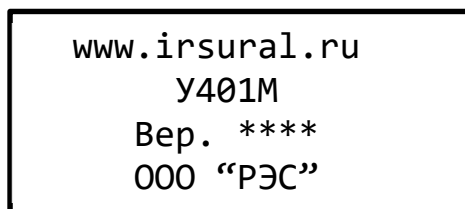


Рисунок 7 – Заставка при включении компаратора

2.4.3 Через несколько секунд на индикаторе должен появиться экран режима ожидания (рисунок 8).

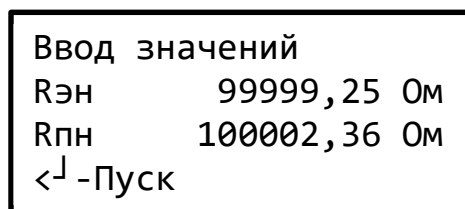


Рисунок 8 – Режим ожидания

2.4.4 Компаратор готов к использованию, но соответствие технических характеристик компаратора значениям, указанным в 1.2, не гарантируется. Для достижения указанных характеристик необходимо выполнить прогрев компаратора в течении времени, определённого в 2.5.

2.4.5 Управление компаратором может осуществляться с помощью клавиатуры и индикатора, расположенных на передней панели, а также с помощью персонального компьютера с установленным на нём специализированным программным обеспечением по сети Ethernet. Компаратор включается в сеть Ethernet с помощью разъёма, расположенного на задней панели.

2.5 Прогрев компаратора

2.5.1 После включения компаратора необходимо дать ему возможность прогреться в течение 30 минут. Это гарантирует соответствие технических характеристик компаратора значениям, указанным в 1.2.

2.5.2 Если компаратор был выключен после прогрева и снова включён, необходимо дать ему прогреться в течение промежутка времени, как минимум в два раза большего, чем длительность выключения (максимальное время прогрева составляет 30 минут). Например, если компаратор выключить на 10 минут и снова включить, время прогрева составит не менее 20 минут.

2.6 Подключение сравниваемых мер сопротивления

2.6.1 Сравнимые меры перед началом измерения устанавливаются в измерительную камеру на её дно. Эталонная мера устанавливается слева (место для установки обозначено буквой «Э»), поверяемая — справа (место для установки обозначено буквой «П»).

2.6.2 В первую очередь к заземлению измерительной камеры должны быть подключены внешние защитные экраны сравниваемых мер. Если меры имеют металлический (токопроводящий) корпус, в подключении их к заземлению с помощью проводов нет необходимости — достаточно непосредственного контакта с токопроводящим дном измерительной камеры.

2.6.3 Если используется мера-имитатор типа P4085, вывод её внутреннего экрана необходимо соединить с заземлением измерительной камеры специальным проводом.

2.6.4 Далее к сравниваемым мерам подключаются провода питания моста (поз. 4 на рисунке 6).

2.6.5 После этого к сравниваемым мерам подключаются провода измерительной диагонали моста (поз. 3 на рисунке 6).

2.6.6 Схема подключения мер типа P4085 показана на рисунке 9.

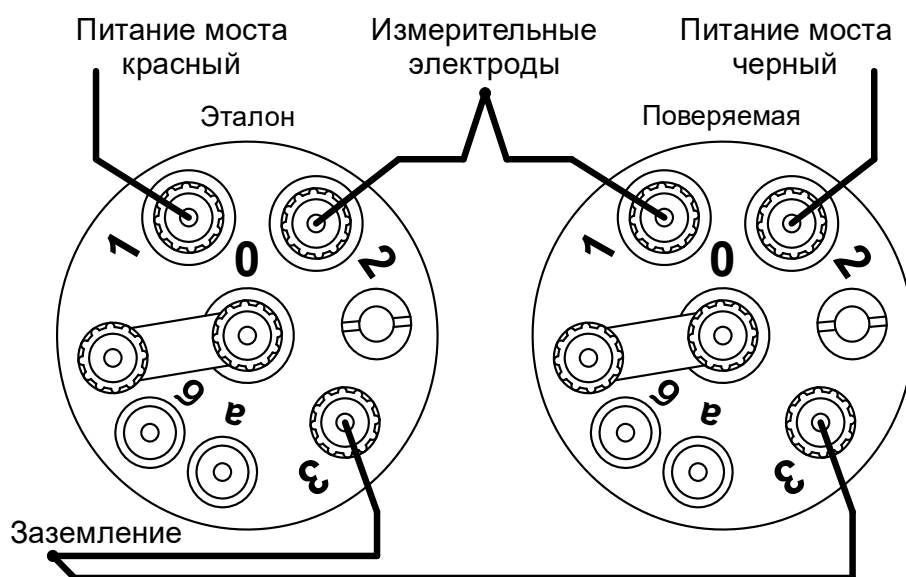


Рисунок 9 – Подключение мер P4085

2.6.7 Схема подключения мер типа Р4015 показана на рисунке 10.

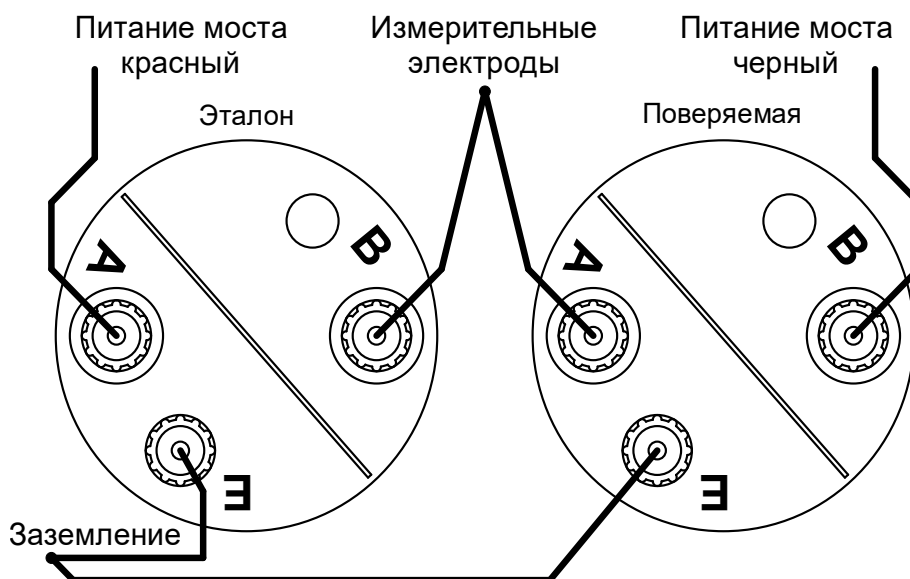


Рисунок 10 – Подключение мер Р4015

2.6.8 **ВАЖНО!** Необходимо тщательно проверить, чтобы подключённые провода измерительной диагонали моста не задевали никаких частей сравниваемых мер и измерительной камеры, в том числе проводов заземления измерительной камеры и проводов питания моста.

2.6.9 Только после такой проверки следует закрыть измерительную камеру, до упора повернув обе ручки двери.

2.7 Управление компаратором с помощью клавиатуры и индикатора

2.7.1 Управление компаратором, задание настроек и параметров измерения осуществляется с помощью клавиатуры (поз. 3 на рисунке 4). Подробный вид клавиатуры представлен на рисунке 11, описание клавиш клавиатуры приведено в таблице 4.



Рисунок 11 – Клавиатура компаратора

Таблица 4 – Назначение клавиш клавиатуры

Клавиша	Описание
0 – 9, «.»	Цифровые клавиши, используются для набора числовых значений
↵	«esc» – возврат, используется для возврата к предыдущему пункту меню и для остановки измерения
↑	«Вверх» используется для перехода вверх по списку элементов меню
↓	«Вниз» используется для перехода вниз по списку элементов меню
←	«Меню» используется для входа в меню установки параметров и настроек, также для удаления неверно введённого символа
↵	«Ввод» используется для перехода в выбранный пункт меню и для запуска измерения
E	Переход в экспоненциальный вид отображения числа при вводе

2.8 Запуск и проведение измерения с помощью клавиатуры и индикатора

2.8.1 Перед запуском измерения вводятся номинальные значения сопротивлений эталонной и поверяемой мер. Для ввода действительного значения сопротивления эталонной меры следует нажать клавишу «5» (на ней указана подсказка «Rэ»), для ввода номинального значения сопротивления поверяемой меры — клавишу «6» (подсказка «Rп»).

2.8.2 Также, если требуется расчёт нестабильности (см. пункт 2.8.19), необходимо ввести значение предыдущего измеренного значения сопротивления поверяемой меры. Для этого необходимо нажать клавишу «9» (подсказка «Rпп»).

2.8.3 После нажатия соответствующих клавиш появится экран ввода значения сопротивления (для эталонной меры — рисунок 12, для поверяемой — рисунок 13, предыдущего значения поверяемой – рисунок 14).

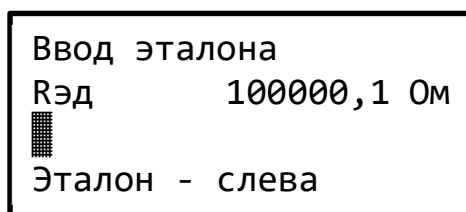


Рисунок 12 – Экран ввода действительного значения сопротивления эталонной меры

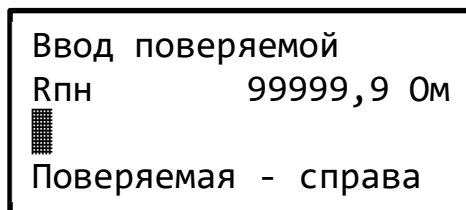


Рисунок 13 – Экран ввода номинального значения сопротивления поверяемой меры

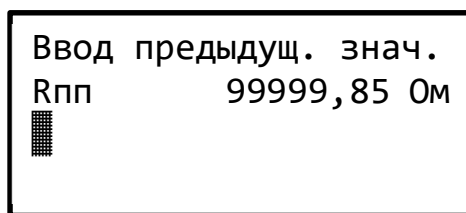


Рисунок 14 – Экран ввода предыдущего значения сопротивления поверяемой меры

2.8.4 Во второй строке указывается текущее значение сопротивлений (введённое в прошлый раз).

2.8.5 В третьей строке вводится новое значение сопротивления, используя клавиши «0» – «9» и «.» на клавиатуре. Неверно введённый символ можно удалить клавишей «←». Для перехода к введению экспоненциальной части числа следует нажать клавишу «E».

2.8.6 Нажатие клавиши «Ввод» (\leftarrow) применяет введённое значение. Введённое значение запоминается в энергонезависимой памяти. После нажатия пользователь попадает в экран режима ожидания (рисунок 8).

2.8.7 Нажатие клавиши «esc» (↵) отменяет введённое значение. После нажатия пользователь попадает в экран режима ожидания (рисунок 8).

2.8.8 При нажатии на клавишу «8» (подсказка «Т») появится экран ввода паузы между подачей питания моста и началом измерения (предварительной паузы). Пауза нужна для нормализации температуры мер сопротивления перед измерением, а также режима работы источника питания моста.

ВАЖНО! Предварительная пауза и прогрев установки (см. п. 2.5) – это не одно и то же. Во время предварительной паузы источник питания моста нагружен на подключенные сравниваемые меры, что приводит к установлению режима работы источника питания моста, установлению теплового режима сравниваемых мер нижних диапазонов сопротивлений ($10^5 - 10^6$ Ом) и заряду внутренних ёмкостей мер высоких диапазонов сопротивлений ($10^9 - 10^{12}$ Ом). Время предварительной паузы обычно выбирается в пределах 60 – 300 с для первого измерения, если сразу следуют следующие измерения, то для них предварительную паузу можно сократить до 30 – 60 с.

Вид экрана показан на рисунке 15.

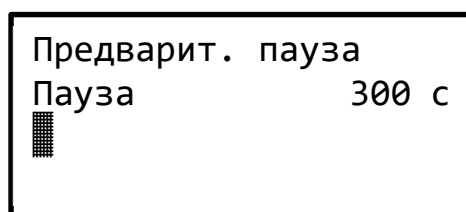


Рисунок 15 – Экран ввода времени предварительной паузы

2.8.9 Для запуска измерения в режиме ожидания необходимо нажать клавишу «Ввод» (↵). После её нажатия происходит запуск измерения и на индикаторе отображается экран режима измерения (рисунок 16).

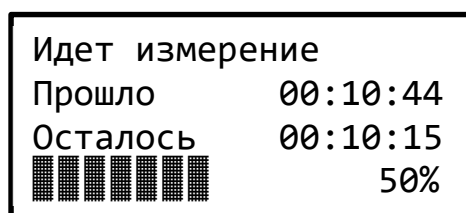


Рисунок 16 – Экран режима измерения

2.8.10 В первой строке отображается информация о текущем этапе процесса измерения. Во второй строке отображается прошедшее с начала запуска измерения время в часах, минутах и секундах. В третьей строке отображается оценка оставшегося до окончания измерения времени в часах, минутах и секундах. Эта оценка может уточняться в ходе измерения. Приблизительное время измерения составляет 3–20 минут в зависимости от величины сопротивлений сравниваемых мер и других параметров.

2.8.11 Измерение можно прервать, нажав клавишу «esc» (↵). После нажатия будет отображён экран подтверждения (рисунок 17).

Прервать измерение? <↵ - Да esc - Нет

Рисунок 17 – Экран подтверждения прерывания эксперимента

2.8.12 При нажатии на клавишу «Ввод» (↵) измерение будет прервано и будет отображён экран режима ожидания (см. пункт 2.4.3). Если нажать клавишу «esc» (↵), измерение будет продолжено.

2.8.13 После завершения измерения на индикаторе отображается экран с результатом измерения (рисунок 18).

D	0,99989548
Rэд	100000,1 Ом
Rп	99989,648 Ом
1	– Расчет погрешн.

Рисунок 18 – Экран с результатом измерения

2.8.14 В первой строке отображается измеренное отношение сопротивлений поверяемой и эталонной мер.

2.8.15 Во второй строке приводится ранее введённое номинальное значение сопротивления эталонной меры. В третьей строке приводится результат измерения – сопротивление поверяемой меры. Так как компаратор измеряет отношение сопротивлений установленных мер, то отображаемый результат измерения представляет собой:

$$R_{п} = R_{эд} \cdot D,$$

где D – измеренное компаратором отношение сопротивлений мер,

$R_{эд}$ – введённое пользователем действительное значение сопротивления эталонной меры.

2.8.16 При нажатии клавиши «1» на индикаторе отображается экран расчёта погрешности сопротивления поверяемой меры (рисунок 19).

Rп	99999,9 Ом
Rпп	99999,85 Ом
Откл. ном.	-0,0103 %
Нестаб.	-0,0102 %

Рисунок 19 – Экран расчёта погрешности

2.8.17 В первой строке приводится ранее введённое номинальное значение сопротивления поверяемой меры. Во второй строке отображается предыдущее значение сопротивления поверяемой меры.

2.8.18 В третьей строке отображается отклонение измеренного значения сопротивления поверяемой меры от номинального сопротивления, введённого пользователем перед запуском измерения (см. пункт 2.8.3). Отклонение рассчитывается по формуле:

$$\delta_{\text{НОМ}} = \frac{R_{\text{П}} - R_{\text{ПН}}}{R_{\text{ПН}}} \cdot 100\%$$

где $R_{\text{П}}$ – измеренное значение сопротивление поверяемой меры, Ом;

$R_{\text{ПН}}$ – введённое пользователем номинальное значение поверяемой меры, Ом.

2.8.19 В четвёртой строке отображается нестабильность сопротивления поверяемой меры, т.е. отклонение измеренного значения сопротивления поверяемой меры от результата предыдущего измерения, введённого пользователем перед запуском измерения (см. пункт 2.8.3). Нестабильность рассчитывается по формуле:

$$\sigma = \frac{R_{\text{П}} - R_{\text{ПП}}}{R_{\text{ПП}}} \cdot 100\%$$

где $R_{\text{П}}$ – измеренное значение сопротивление поверяемой меры, Ом;

$R_{\text{ПП}}$ – предыдущее значение поверяемой меры, Ом.

2.8.20 Для выхода из экрана расчёта погрешностей обратно в экран с результатом измерения необходимо нажать клавишу «esc» (↵).

2.8.21 Для выхода из экрана с результатом измерения обратно в экран режима ожидания необходимо нажать клавишу «esc» (↵).

2.8.22 Для доступа к различным настройкам и параметрам нужно нажать клавишу «МЕНЮ».

2.8.23 Меню представляет собой древовидную структуру (рисунок 20).

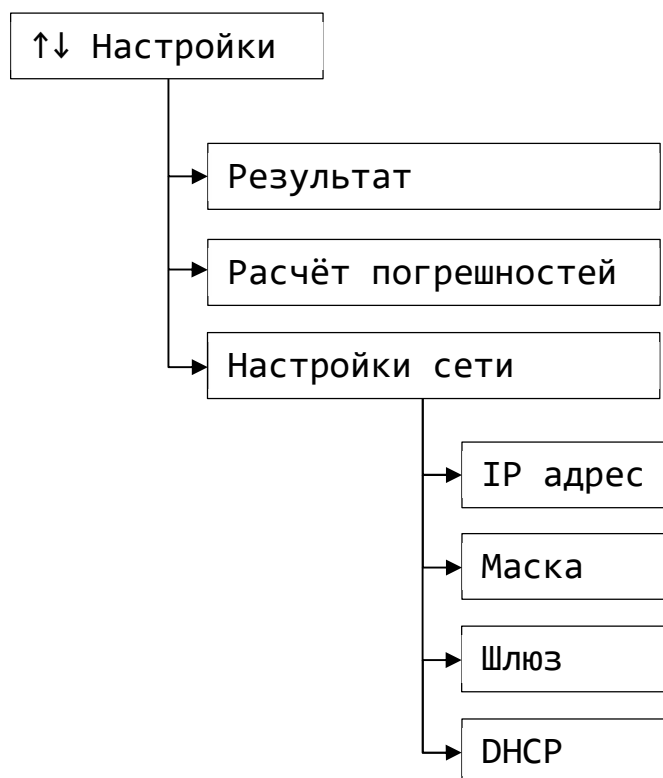


Рисунок 20 – Структура меню

2.8.24 «Результат» — результаты последнего измерения.

2.8.25 «Расчёт погрешностей» — Расчётные значения отклонения поверяемой меры от номинала и её нестабильности (отклонения от предыдущего измеренного значения).

2.8.26 «Настройки сети» — подменю настроек сетевого соединения по Ethernet: IP-адреса устройства, маски, IP-адреса шлюза и включения/выключения DHCP для возможности управления установкой с персонального компьютера.

2.9 Меры предосторожности при работе с компаратором

2.9.1 Не допускается проведение измерения с открытой или неплотно закрытой дверью измерительной камеры.

2.9.2 Не допускается открытие двери измерительной камеры при проведении измерения или во время предварительной паузы.

2.9.3 Не допускается запуск измерения при не установленных или неправильно подключённых мерах сопротивления.

2.9.4 Не допускается подача внешнего напряжения на провода измерительной диагонали и питания моста.

2.9.5 Не допускается проведение измерения повреждённых или загрязнённых мер сопротивления.

2.9.6 Не допускается проведение измерения при касании проводов измерительной диагонали моста других проводов, стенок измерительной камеры или деталей мер сопротивления (кроме клемм мер сопротивления, к которым они подключаются).

2.9.7 Перед проведением измерения следует убедиться в целостности клемм проводов измерительной камеры и отсутствии на них окислов и загрязнений.

2.9.8 Периодически следует проверять отсутствие загрязнений и пыли на изоляторе измерительного электрода (поз. 2 на рисунке 6).

2.9.9 Не допускается дотрагиваться руками до изолятора измерительного электрода.

2.9.10 Дверь измерительной камеры компаратора следует открывать только для установки и вынимания сравниваемых мер сопротивления. Всё остальное время она должна быть плотно закрыта.

2.9.11 Не допускается дотрагиваться до измерительного электрода или осуществлять коммутацию проводов, подключенных к измерительному электроду, при выключенном питании компаратора.

3 Техническое обслуживание

3.1 Компаратор У401М не нуждается в специальном техническом обслуживании.

3.2 В случае выхода компаратора из строя следует обращаться на предприятие-изготовитель.

4 Транспортирование и хранение

4.1 Транспортирование

4.1.1 Компаратор может транспортироваться всеми видами транспорта в виде багажа при следующих значениях параметров окружающей среды:

- температура от минус 40 до плюс 70 °С;
- относительная влажность не более 90 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.);
- содержание коррозионно-активных агентов, агрессивных газов, паров и пыли

в окружающем воздухе не должно превышать значений, установленных по ГОСТ 15150-69 для атмосферы типа 1;

- транспортная тряска (80–120) ударов в минуту с ускорением не более 30 м/с² (3g) при продолжительности не более одного часа.

4.1.2 Расстановка и крепление упакованных компараторов в транспортных средствах должны обеспечивать их устойчивое положение, исключающее свободное перемещение тары, удары о стенки транспортного средства и других грузовых мест.

4.1.3 При транспортировании должны выполняться все правила перевозки грузов, действующие на применяемом для транспортирования виде транспорта и соблюдаться требования предупредительных и манипуляционных знаков, нанесённых на транспортную упаковку.

4.2 Хранение

4.2.1 Компаратор должен храниться при следующих значениях параметров окружающей среды:

- температура от минус 40 до плюс 70 °С;
- относительная влажность не более 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.);
- содержание коррозионно-активных агентов, агрессивных газов, паров и пыли

в окружающем воздухе не должно превышать значений, установленных ГОСТ 15150-69 для атмосферы типа 1.

Размещение компаратора рядом с источником тепла запрещается.

4.3 Введение в эксплуатацию

После транспортирования или хранения при температуре окружающего воздуха ниже минус 20 °С, перед распаковыванием и включением в эксплуатацию, компаратор в упаковке должен быть выдержан в климатических условиях эксплуатации не менее восьми часов.

5 Сведения об экологичности и утилизации

5.1 Компаратор не содержит и не выделяет при работе опасных для человека и окружающей среды веществ и материалов.

5.2 Утилизация компаратора осуществляется в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Особые отметки

Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в докум.	Номер докум.	Входящий номер сопроводительного документа и дата	Подпись	Дата
	изменённых	заменённых	новых	аннулированных					

Свидетельство о приемке и гарантии изготовителя

Компаратор сопротивлений У401М заводской номер _____ изготовлен и испытан согласно комплекту конструкторской документации, укомплектован и пригоден для эксплуатации.

Дата изготовления _____

Предприятие-изготовитель гарантирует сохранность эксплуатационных характеристик изделия в течение 2 лет со дня продажи при соблюдении требований настоящего руководства.

Компараторы, у которых будет обнаружено несоответствие характеристикам настоящего руководства во время гарантийного срока, должны заменяться или ремонтироваться предприятием-изготовителем.

Гарантийный срок эксплуатации компаратора продлевается на время, исчисленное с момента подачи заявки потребителем до устранения дефекта предприятием-изготовителем.

Адрес предприятия-изготовителя:

ООО «Радиоэлектронные системы», ул. Июльская, д. 41, г. Екатеринбург, 620137, Россия. Тел. (343) 374-24-64, (343) 374-86-67.

Послегарантийный ремонт компаратора осуществляется предприятием-изготовителем.

Начальник ОТК предприятия _____

(подпись, фамилия)

М. П.

« ____ » _____ 20 ____ г.