

## Оглавление

1. Аппаратные элементы пользовательского интерфейса .....	2
1.1 Дисплей .....	2
1.2 Клавиатура .....	2
1.3 Ручка «Управление» .....	2
2. Основной функционал калибратора (Н4-25) .....	3
2.1 Типы сигналов .....	3
2.1.1 Постоянное напряжение ( $U=$ ) .....	3
2.1.2 Постоянный ток ( $I=$ ) .....	4
2.1.3 Переменное напряжение ( $U\sim$ ) .....	4
2.1.4 Переменный ток ( $I\sim$ ) .....	4
2.2 Состояния .....	5
2.2.1 Остановлен .....	5
2.2.2 Прогрев .....	5
2.2.3 Ожидание выхода на режим .....	5
2.2.4 Готов .....	5
2.3 Режимы .....	5
2.3.1 Источника .....	5
2.3.2 Фиксированный диапазон .....	5
2.4 Ошибки .....	6
2.4.1 Описание ошибок .....	6
2.4.2 Список существующих ошибок (код: описание) .....	6
2.5 Информация, которая должна быть где-то отображена .....	7
2.6 Информация, которая должна быть легко доступно во время работы Н4-25 и может в любое время обновляться .....	7
3. Режим поверки .....	7
3.1 Описание процесса поверки .....	7
3.1.1 Аналоговые амперметры / вольтметры (далее приборы) .....	7
3.1.2 Цифровые приборы .....	9
3.2 Быстрая поверка .....	9
3.3 Режим поверки по шаблонам .....	10

# 1. Аппаратные элементы пользовательского интерфейса

## 1.1 Дисплей

Черно-белый, 320x240, 3.5 дюйма диагональ, 16 градаций серого.

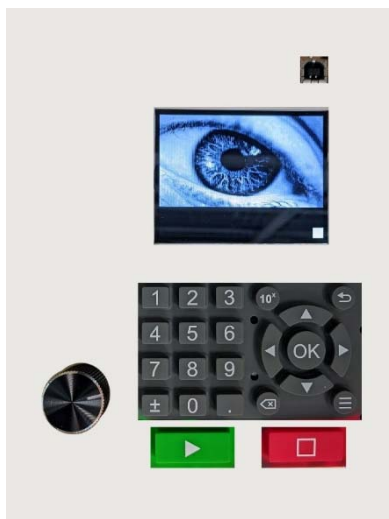


Рисунок 1. Дисплей с новой клавиатурой

## 1.2 Клавиатура

Клавиатура расположена под дисплеем.



Рисунок 2. Клавиатура

## 1.3 Ручка «Управление»

Ручка «Управление» может прокручиваться влево и вправо без ограничений и есть нажатие с кликом (как кнопка).

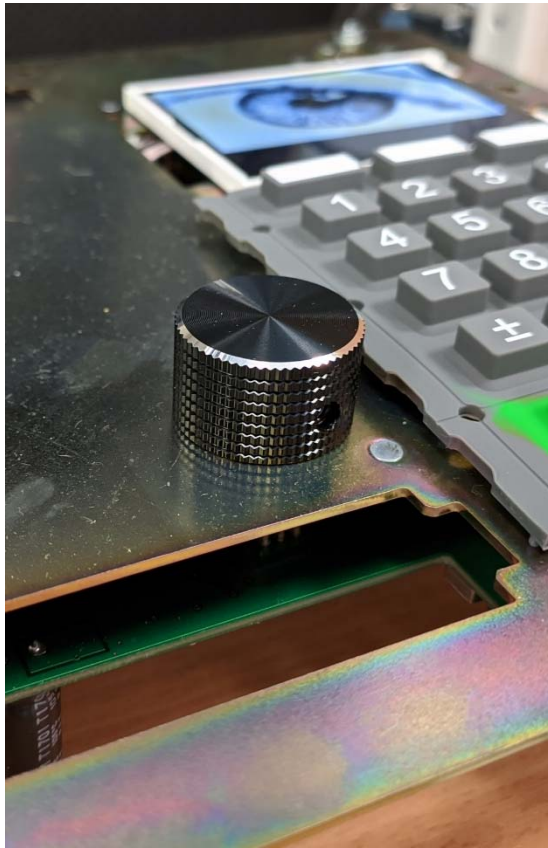


Рисунок 3. Ручка «Управление»

## 2. Основной функционал калибратора (Н4-25)

### 2.1 Типы сигналов

Каждый диапазон каждого типа сигнала разделен на поддиапазоны (пределы). Любая выставленная амплитуда относится к какому-либо пределу.

#### 2.1.1 Постоянное напряжение ( $U=$ )

Входные параметры:

- Амплитуда: от 0 до 635 В;
- Инверсия выходных клемм (меняет местами + и -): Вкл. или выкл. (требуется для поверки стрелочных приборов, у которых «0» в середине шкалы, такие приборы могут показывать как положительное, так и отрицательное значение)



Пределы:

- 0,04 В

- 0,42 В
- 4,08 В
- 42,9 В
- 200 В
- 635 В

### 2.1.2 Постоянный ток ( $I=$ )

Входные параметры:

- Амплитуда: от 0 до 11 А;
- Инверсия выходных клемм (меняет местами + и -): Вкл. или выкл.

Пределы:

- 0,00011 А
- 0,0011 А
- 0,011 А
- 0,11 А
- 1,1 А
- 11 А

### 2.1.3 Переменное напряжение ( $U\sim$ )

Входные параметры:

- Амплитуда: от 0 до 630 В;
- Частота: от 40 до 2000 Гц.

Пределы:

- 0,11 В
- 1,1 В
- 11 В
- 110 В
- 630 В

### 2.1.4 Переменный ток ( $I\sim$ )

Входные параметры:

- Амплитуда: от 0 до 11 А;
- Частота: от 40 до 2000 Гц.

Пределы:

- 0,11 А
- 1,1 А
- 11 А

Выдачу сигнала можно запустить и остановить. При включении Н4-25 выдача сигнала остановлена.

## **2.2 Состояния (на этапе проектирования интерфейса можно менять)**

### 2.2.1 Остановлен

Выдача сигнала остановлена. Разрешается менять любые параметры, в том числе изменять тип сигнала.

### 2.2.2 Прогрев

То же, что и остановлен, но Н4-25 сообщает, что еще не готов к работе. (При этом включать выдачу сигнала можно)

### 2.2.3 Ожидание выхода на режим

Выдача сигнала включена, но Н4-25 не гарантирует, что заданная амплитуда выдается на выходные клеммы. Запрещается менять тип сигнала, но разрешается изменять его параметры.

### 2.2.4 Готов

Выдача сигнала включена, и заданная амплитуда выдается на выходные клеммы. Запрещается менять тип сигнала, но разрешается изменять его параметры.

## **2.3 Режимы (на этапе проектирования интерфейса можно менять)**

Для каждого из вышеперечисленных типов сигналов ( $U=$ ,  $I=$ ,  $U\sim$ ,  $I\sim$ ) Н4-25 может работать в режиме:

### 2.3.1 Источника

Пользователь может выставить любой из вышеперечисленных параметров, соответствующих выбранному типу сигнала и изменять их во время выдачи напряжения/тока (менять тип сигнала во время работы не разрешается).

Если выдача напряжения включена, то, во время перехода амплитуды из одного предела в другой, выдача сигнала прекратится, а затем сразу возобновится автоматически.

Т. о. Н4-25 автоматически повторит алгоритм выхода на режим, сменив состояние в следующем порядке «Готов» >> «Остановлен» >> «Ожидание выхода на режим» >> «Готов».

Из-за этой особенности амплитуда на выходных клеммах будет «Дергаться» при переходе амплитуды из одного предела в другой из-за включения-выключения выдачи сигнала.

### 2.3.2 Фиксированный диапазон

Пользователь может выставить любой из вышеперечисленных параметров, соответствующих выбранному типу сигнала и изменять их во время выдачи напряжения/тока (менять тип сигнала во время работы не разрешается).

Амплитуду сигнала нельзя выставлять выше, чем она была при включении выдачи сигнала. Например, если пользователь выставил амплитуду 100 В и тип сигнала  $U_{\sim}$ , то, во время выдачи сигнала, пользователь не может установить амплитуду сигнала выше 100 В.

В фиксированном режиме Н4-25 всегда работает на одном пределе (на том, на котором была начата выдача сигнала).

Т.о. во время выдачи сигнала смены предела никогда не происходит, и Н4-25 всегда плавно изменяет амплитуду (без приостановки выдачи сигнала).

## 2.4 Ошибки

### 2.4.1 Описание ошибок

Во время работы Н4-25 могут возникать ошибки.

Ошибки могут возникать:

- Во время включения Н4-25;
- Во время работы, в любом из состояний.

Когда ошибки возникают в состояниях «Ожидание выхода на режим» или «Готов», Н4-25 переходит в состояние «Остановлен».

В один момент может произойти больше одной ошибки. Одновременно Н4-25 может хранить в памяти до 20 ошибок.

### 2.4.2 Список существующих ошибок (код: описание)

**В будущем могут быть добавлены новые ошибки.**

- 129: SD карта не обнаружена. Калибровка прибора нарушена;
- 140: Не удалось смонтировать файловую систему. Калибровка прибора нарушена;
- 257: Перегрев аналоговой платы;
- 258: Перегрев платы питания;
- 259: Перегрев транзистора постоянного тока 10 А;
- 260: Перегрев элемента Пельтье №1;
- 261: Перегрев элемента Пельтье №2;
- 262: Перегрев элемента Пельтье №3;
- 263: Перегрев элемента Пельтье №4;
- 4104: Нестабильное напряжение на стабилизаторе 12 В;
- 4105: Нестабильное напряжение на стабилизаторе 9 В;
- 4106: Нестабильное напряжение на стабилизаторе 5 В;
- 4107: Нестабильное напряжение на стабилизаторе +2,5 В;
- 4108: Нестабильное напряжение на стабилизаторе -2,5 В;
- 4109: Нестабильное напряжение на источнике питания вентиляторов;
- 4110: Стабилизатор 4 В не вышел на режим;
- 4111: Стабилизатор 45 В не вышел на режим;
- 4112: Стабилизатор 650 В не вышел на режим;

- 4113: Не удалось выйти на режим;
- 4114: Не удалось выйти на режим, слишком большое сопротивление;
- 4115: Превышение тока;
- 4116: Не удалось выделить память;
- 4117: Сторожевой таймер перезагрузил установку;
- 4118: Ошибка при чтении основных настроек;
- 4119: Слишком много ошибок;
- 4120: Сброс EEPROM Пельтье 4;
- 4121: Слишком низкое сопротивление нагрузки. Прибор не может выйти на режим;
- 4122: Обнаружено короткое замыкание.

## 2.5 Информация, которая должна быть где-то отображена

- Название устройства: Калибратор Н4-25 / Н4-25;
- Название организации: ООО «Радиоэлектронные системы» / ООО «РЭС»;
- Сайт организации: irs1.ru;
- Версия программы: \*.\*.\* (например 1.333);
- Идентификатор устройства: Целое число.
- Другие числовые параметры, которые могут быть вынесены в настройки прибора.

## 2.6 Информация, которая должна быть легко доступно во время работы Н4-25 и может в любое время обновляться

- Текущий предел, В/А;
- Значение ПИД-регулятора (от 0 до 1);
- СКО (среднеквадратичное отклонение);
- Текущее напряжение, В / Текущий ток, А;
- Отклонение, %.

## 3. Режим поверки (на этапе проектирования интерфейса можно менять)

В режиме поверки Н4-25 должен в полуавтоматическом режиме устанавливать амплитуды сигнала из некоторого набора и сохранять результаты.

После проведения поверки Н4-25 должен сохранить результаты поверки и иметь возможность просматривать эти результаты.

Кроме того, результаты могут быть выгружены на компьютер с помощью USB-интерфейса.

### 3.1 Описание процесса поверки

#### 3.1.1 Аналоговые амперметры / вольтметры (далее приборы)

ГОСТы по аналоговым приборам и их поверке:

3.1.1.1 <http://docs.cntd.ru/document/1200023668>

3.1.1.2 <http://docs.cntd.ru/document/1200004502>

3.1.1.3 <http://docs.cntd.ru/document/1200023687>

Поверка происходит следующим образом. Поверитель должен подключить прибор к генератору тока / напряжения (в данном случае Н4-25). Далее, необходимо, плавно изменяя амплитуду генератора, подводить стрелку прибора к числовым отметкам прибора.

Числовая отметка – деление шкалы, отмеченное числом.

В большинстве случаев необходимо поверить каждую числовую отметку шкалы при уменьшении и при увеличении (п. 3.1.1.2: п. 4.4.1).

«Поверить отметку шкалы» означает определить основную погрешность при уменьшении и при увеличении, а также вариацию в заданной отметке (п. 3.1.1.2: п. 4.4.2-4.4.3). Точка считается прошедшей поверку, если обе ее основные погрешности (при уменьшении и при увеличении) меньше чем класс точности прибора.

Если хотя бы одна погрешность хотя бы одной отметки не входит в основную погрешность, прибор считается не прошедшим поверку и на остальных точках может не проверяться.

Приборы, измеряющие переменный сигнал, необходимо поверять на определенной частоте (частотах). Чаще всего такие приборы поверяются на частоте 50 Гц (п. 3.1.1.2: п. 2.8.3, 2.10-2.11).

Кроме поверки всех отметок, необходимо определить остаточное отклонение стрелки от нулевой отметки шкалы (п. 3.1.1.2: п. 4.4.4). Для этого необходимо плавно понизить амплитуду сигнала с максимальной отметки до нуля (ноль должен выставляться на генераторе сигнала, а не по нулевой отметке шкалы прибора). После этого, чтобы определить остаточное отклонение, нужно измерить линейкой расстояние между стрелкой и нулевой отметкой прибора. (п. 3.1.1.1: п. 6.6, п. 3.1.1.3: п. 4.9)

Обычно, для экономии времени, поверители сначала проходят всю шкалу от 0 до предела (максимальной отметки) шкалы, т.е. измеряют каждую поверяемую точку при увеличении, затем в обратную сторону, т.е. измеряют каждую точку при уменьшении.

Многодиапазонные приборы содержат одну шкалу и несколько пределов. Например, вольтметр ЭВ2265 (рисунок 4). Вольтметр содержит одну шкалу с максимальной отметкой 150 (плохо различима на фото из-за блика) и несколько пределов, текущий предел сопоставляется с максимальной отметкой шкалы. Например, если выбран предел 300 В, то отметка 150 будет означать 300 В, а отметка 80 =  $80 \cdot 300 / 140 = 160$  В.

Многодиапазонные приборы допускается поверять по особенному (п. 3.1.1.2: п. 2.12).



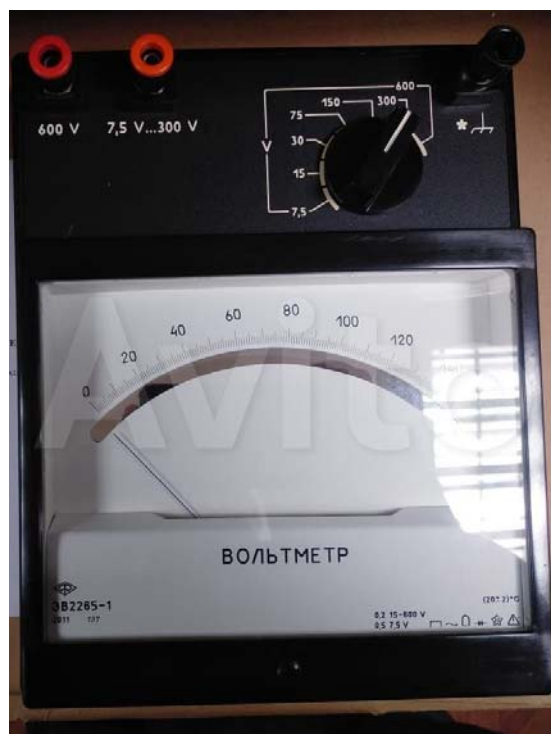


Рисунок 4. Дисплей

Помимо информации о поверке отметок прибора, в отчет о поверке заносятся другие числовые параметры, такие как температура, при которой проводилась поверка, влажность и др., возможно, следует предусмотреть их ввод в режимы «Быстрая поверка» и «Поверка по шаблонам».

И цифровые и аналоговые приборы могут измерять несколько типов сигнала.

### 3.1.2 Цифровые приборы

Поверка цифровых приборов выполняется проще. Для каждой точки поверки на генераторе выставляется соответствующая амплитуда, пользователю необходимо ввести число, которое отображается на поверяемом приборе. Погрешность вычисляется как разность: значение на приборе – амплитуда генератора.

## 3.2 Быстрая поверка

### 3.2.1 Аналоговые приборы

В режиме быстрой поверки пользователь должен ввести следующие параметры:

- Тип сигнала ( $U=$  /  $I=$  /  $U\sim$  /  $I\sim$ );
- Предел шкалы прибора, В / А (максимальная отметка шкалы);
- Класс точности прибора;
- Частота (только для типов сигнала  $U\sim$  и  $I\sim$ );
- Режим (ручной, либо автоматический);
- Шаг поверки (только для автоматического режима).

В ручном режиме пользователь должен вручную ввести все точки поверки. Должна быть возможность удалять точки поверки.

В автоматическом режиме точки рассчитываются по параметрам «Предел шкалы» и «Шаг поверки». Например, если предел указан 10 В, а шаг поверки 2 В, то будут рассчитаны точки 10 В, 8 В, 6 В, 4 В, 2 В и 0 В. В этом режиме не исключается ручной ввод и удаление точек поверки. По сути, единственное отличие этого режима от ручного – это автоматическое добавление некоторых точек.

Подход к точке осуществляется в полуавтоматическом режиме: должна быть функция быстрого-грубого подхода к точке с ручной «докруткой».

Например, если текущая амплитуда сигнала установлена 2 В и пользователь хочет перейти в уже введённую ранее точку 4 В, то он может использовать функцию быстрого-грубого подхода и автоматически установить амплитуду в 3.9 В, после чего, вручную выровнять стрелку прибора с отметкой шкалы 4 В с помощью ручки «Управление» (п. 1.3).

У «Докрутки» с помощью ручки «Управление» должна быть разная скорость. Т.е. при «докрутке» амплитуда может меняться более быстро или более медленно, в зависимости от выбора пользователя.

### 3.2.2 Цифровые приборы

Параметры, вводимые пользователем такие же, как и у аналоговых приборов.

Для цифровых приборов не осуществляется ручная «докрутка» до точки поверки, поэтому весь процесс поверки сводится циклу «Выставить амплитуду» >> «Записать значение прибора» >> «Выставить амплитуду» >> «Записать значение прибора».

### 3.3 Режим поверки по шаблонам

Режим поверки по шаблонам отличается от быстрой поверки тем, что пользователь не вводит параметры поверки непосредственно перед ее проведением.

Предполагается, что шаблоны будут составляться на ПК, после чего загружаться в Н4-25 через интерфейс USB.

В шаблоне поверки, помимо числовых параметров, можно задать текстовые параметры. Например, «Система прибора: Магнитоэлектрическая».

Шаблон поверки может состоять из одного или нескольких измерений, каждый из которых имеет, помимо числовых и строковых параметров, все параметры быстрой поверки (п. 3.2.1).

Ссылка на видео <https://youtu.be/uWtovEdZwsc>