

КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО "ФИЗЭЛЕКТРОНПРИБОР"

ОКП 42 1550



Анализаторы влажности (влажмеры) FIZEPR-SW100

Техническое описание и руководство
по эксплуатации
ВИГТ.415210.100-03 РЭ

**Инструкция по настройке и
описание программного обеспечения**

«SWMaster»

(ред. 4.0)

Самара, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение.....	3
2. Описание программы «SWMaster».....	3
2.1. Идентификация ПО	4
2.2. Файлы конфигурации влагомера.....	4
2.3. Удаленная диагностика влагомера.....	5
3. Настройка параметров связи.....	5
3.1. ОПИСАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СВЯЗИ ВЛАГОМЕРА	5
3.2. ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СВЯЗИ ВЛАГОМЕРА	6
4. Работа влагомера, первичная настройка и диагностика.....	6
4.1. РЕЗОНАНСНАЯ ЧАСТОТА ДАТЧИКА.....	7
4.2. КАЛИБРОВКА ВЛАГОМЕРА И КАЛИБРОВОЧНАЯ ЧАСТОТА ВЛАГОМЕРА	8
4.3. КАЛИБРОВКА ПО ИЗВЕСТНОЙ ВЛАЖНОСТИ	9
5. Калибровочные таблицы	10
5.1. ДИАЛОГОВОЕ ОКНО ДЛЯ РАБОТЫ С КАЛИБРОВОЧНЫМИ ТАБЛИЦАМИ	11
5.2. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ КАЛИБРОВОК	13
5.3. ВЫБОР РАБОЧЕЙ КАЛИБРОВКИ	13
5.4. ЗАПИСЬ (ОБНОВЛЕНИЕ) КАЛИБРОВКИ ВО ВЛАГОМЕР	13
5.5. СОХРАНЕНИЕ КАЛИБРОВКИ В ФАЙЛ.....	14
6. Обработка результатов измерения.	14
6.1. УСРЕДНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЯ.....	14
6.2. ФИЛЬТРАЦИЯ «ВЫПАДАЮЩИХ» ИЗМЕРЕНИЙ	15
7. Настройка токового выхода	15
8. Дополнительные возможности	16
8.1 . ОТОБРАЖЕНИЕ ГРАФИКА ИЗМЕРЕННОЙ ВЛАЖНОСТИ	16
8.2. АВТОМАТИЧЕСКОЕ СОХРАНЕНИЕ СПЕКТРОВ	17
8.3. АВТОМАТИЧЕСКОЕ СОХРАНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЯ	18
8.4. ЗАГРУЗКА КОНФИГУРАЦИИ ВО ВЛАГОМЕР	19
9. Приложения	21

1. Введение

1.1 Настоящее техническое описание и руководство по эксплуатации предназначено для ознакомления с программным обеспечением «SWMaster» (далее – программа или ПО) влагомеров FIZEPR-SW100, а также с принципами измерения и методикой настройки указанных влагомеров.

1.2 Программа предназначена для настройки, диагностики работы, а также для отображения результатов измерений влагомеров FIZEPR-SW100, в которых используется прошивка (внутренне программное обеспечение) версии с номером 65 и выше.

(Определение номера прошивки происходит автоматически при запуске ПО. Номер прошивки влагомера указан также в его паспорте)

1.3 Программа устанавливается на персональный компьютер или ноутбук (далее - ПК) с установленной ОС Windows XP (или выше). Минимальное рекомендуемое разрешение экрана монитора 1280x720 точек. Для работы с программой необходимы файлы «SWMaster.exe», «SWMaster.ini» и «TabDescr.ini». Программа не нуждается в какой-либо инсталляции и может быть запущена из любого каталога (папки), в который скопированы указанные файлы.

1.4 Связь компьютера с влагомером осуществляется по интерфейсу RS485. Для связи ПК и влагомера по интерфейсу RS485 могут быть использованы стандартные преобразователи интерфейсов USB - RS485 или RS232 - RS485.

1.5 Данное руководство соответствует программе «SWMaster» с номером версии 4.0 (и выше). Программа не предназначена для запуска с компакт-диска. Для правильного использования программы необходимо скопировать ее на компьютер или USB-flash накопитель.

2. Описание программы «SWMaster»

Главное окно программы «SWMaster» (см. рис.1) можно разделить на три части. Верхняя часть окна содержит меню и кнопки быстрого доступа для управления влагомером и программным обеспечением. Средняя часть представляет собой поле для прорисовки (отображения) графиков сигналов (спектров). В нижней части окна отображаются параметры связи и, собственно, данные измерений, полученные от влагомера, а также основные параметры настройки влагомера.

Программа может работать в режимах приёма данных и паузы («СТАРТ» или «СТОП»).

В режиме «СТАРТ» приложение принимает данные от влагомера и отображает их на экране в режиме реального времени. В этом режиме также можно изменять настройки и режимы работы влагомера.

Полученные от влагомера данные можно сохранить с помощью кнопки «Сохранить» на панели быстрого доступа или через пункт меню «Файл | Сохранить...».

В режиме «СТОП» приём данных от влагомера не ведётся и также невозможна передача команд влагомеру. В этом режиме возможен лишь просмотр уже полученных данных.



Рис.1

Сохранённые ранее файлы можно открыть с помощью кнопки «SpectrViewer» на панели быстрого доступа. Нажатие кнопки приводит к запуску соответствующего приложения «SpectrViewer» для просмотра спектров.

2.1. Идентификация ПО

В главном окне программы, в левом верхнем углу отображается иконка программы, название (идентификатор программы) «SWMaster» и номер версии ПО (см. рис. 1).

2.2. Файлы конфигурации влагомера

Как было указано выше, данные, полученные от влагомера, не только отображаются посредством интерфейса программы «SWMaster», но и могут быть сохранены в файл.

Сохранение конфигурации производится выбором пункта меню «Файл | Сохранить...».

Сохраняемые файлы конфигурации имеют расширение «.cfg».

В составе сохраненных данных находятся все настройки влагомера, включая номер текущей используемой калибровочной таблицы, а также все имеющиеся калибровочные таблицы (см. главу «Калибровочные таблицы»).

Кроме того, сохраняется график изменения влажности в том виде, в котором он отображается в данный момент в окне «График влажности...».

Файл конфигурации (*.cfg) содержит исчерпывающую информацию о работе влагомера и может быть использован для диагностики работы влагомера.

Файл конфигурации может быть использован для удаленной настройки влагомера или восстановления заводских настроек. Для этого файл нужно загрузить во влагомер с помощью команды меню «Инструменты | Загрузить конфигурацию из файла во влагомер...» (см. п.8.4).

Вторая команда служит для настройки влагомера в соответствии с параметрами, содержащимися в файле конфигурации. Загрузка конфигурации во влагомер возможна только в режиме «СТАРТ», когда связь с влагомером установлена.

2.3. Удаленная диагностика влагомера

Сохраненные файлы конфигурации позволяют оценить работоспособность влагомера, в том числе удалённо.

Для этого файлы конфигурации следует переслать по электронной почте или иным способом на предприятие-производитель влагомера или авторизованному дилеру. Для получения полной информации рекомендуется сохранить несколько файлов конфигурации (3-5 штук) с интервалом в 1-2 минуты. Записанные с временным интервалом несколько файлов конфигурации позволяют понять, как меняется состояние влагомера с течением времени.

3. Настройка параметров связи

3.1. Описание параметров связи влагомера

Приём данных от влагомера и его настройка возможны только в режиме «СТАРТ» и только когда связь с влагомером установлена.

Параметры связи задаются в окне настроек (рис.2), доступном в пункте меню «Настройка | Параметры связи...».

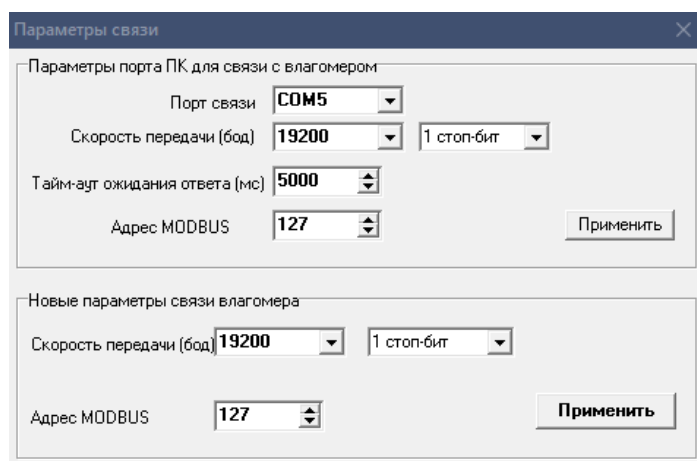


Рис.2

Все необходимые настройки для установления связи находятся в верхней части вкладки:

- **Порт связи** – это порт, к которому подключен влагомер. При использовании преобразователей интерфейсов (переходников) USB-RS485 операционная система (Windows) сама назначает номер порта для каждого конкретного преобразователя. Узнать номер порта и получить доступ к настройкам переходников (при их наличии) можно посредством диспетчера устройств ОС Windows.
- **Скорость передачи данных**, количество стоп-битов и адрес MODBUS устанавливаются в соответствии с известными настройками для данного влагомера. Если это вновь приобретённый влагомер, то берутся значения, установленные «по умолчанию» (эти значения указаны в паспорте влагомера).
- В поле «Таймаут ожидания ответа» указывается время в миллисекундах между отправками запросов к влагомеру по протоколу MODBUS. Тайм-аут должен превышать время полного сканирования рабочего диапазона частот и не зависит от установленной скорости работы порта связи. По умолчанию тайм-аут установлен равным 5000 мс, что в подавляющем большинстве случаев является достаточным.

После выбора всех необходимых параметров нужно нажать на кнопку «Применить».

Текущие установленные параметры связи, а именно: выбранный COM-порт, скорость и адрес MODBUS отображаются в статусной строке по нижнему краю главного окна программы (соответственно 1, 2 и 3 поля слева на право). Если был выбран несуществующий или занятый другой программой порт, то появляется сообщение о невозможности инициализировать порт. Поля, соответствующие номеру открытого порта и установленной скорости, в этом случае остаются пустыми.

Если COM-порт выбран правильно и правильно подключена линия связи RS485, а также правильно указаны скорость связи, количество стоп-битов и адрес MODBUS, то во втором справа окне статусной строки появится надпись «Связь ОК». В противном случае появится надпись «Нет связи».

Примечание 1. Указанное большое значение тайм-аута определяется временем сканирования диапазона частот влагомера и необходимо для приема и отрисовки спектров. Это связано с тем, что ответ на специальную команду получения спектра может быть задержан на время сканирования. Увеличенное значение тайм-аута нужно только для работы «SWMaster». Стороннее оборудование, в задачи которого не входит прием спектров, должно использовать стандартные значения тайм-аутов, исходя из длины запрашиваемых данных. Как правило, влагомер начинает отвечать не позднее 2-5 мс после получения запроса.

3.2. Изменение параметров связи влагомера

При необходимости изменить сетевой адрес влагомера или скорость обмена с ним в окне «Новые параметры связи влагомера» используются поля для задания этих параметров. После изменения параметра необходимо нажать на кнопку «Применить».

Если при попытке изменить параметры влагомера связь с влагомером оказалась потеряна, то следует вернуть те параметры связи, которые были до изменения, и восстановить связь.

Примечание 1. Изменение настроек связи влагомера возможно только (!) при установленной связи с влагомером.

Примечание 2. Если связь с влагомером не удаётся установить или настройки влагомера не известны, то можно произвести сброс настроек связи, после которого влагомер вернётся к настройкам по умолчанию.

Для сброса сетевых настроек и восстановления заводских настроек влагомера нужно нажать и удерживать не менее 5 секунд кнопку «Сброс», которая находится справа на нижней печатной плате электронного блока под вырезом верхней платы (кнопка показана стрелкой на фотографии в Приложении 1).

4. Работа влагомера, первичная настройка и диагностика

Работа влагомера основана на измерении коэффициента замедления $k_{зам}$ электромагнитной волны в контролируемом материале. Коэффициент замедления $k_{зам}$ представляет собой отношение скорости распространения электромагнитной волны в воздухе (т.е. скорости света) к скорости ее распространения в контролируемом материале. Указанный параметр для ряда модификаций влагомера (например, FIZEPR-SW100.10.4, FIZEPR-SW100.20.51 и др.) равен квадратному корню из диэлектрической проницаемости ϵ_r контролируемого материала.

С увеличением содержания в материале воды увеличивается диэлектрическая проницаемость ϵ_r материала и, соответственно, снижается скорость распространения волны. По величине коэффициента замедления рассчитывается доля содержащейся в материале воды – влажность W материала. Измерения производятся путем зондирования среды радиоволнами при перестройке частоты зондирующего сигнала в рабочем диапазоне частот. Выбор рабочего диапазона частот определяется конструкцией датчика и возможными диэлектрическими параметрами контролируемого материала. Минимальная возможная частота рабочего диапазона равна 0,2МГц, максимальная – 750МГц. Нахождение $k_{зам}$ производится по характеристическим (резонансным) частотам в спектре сигнала датчика, т.е. по частотам, на которых на длине первичного преобразователя датчика укладывается целое число полуволин электромагнитного сигнала. На указанных частотах спектр сигнала датчика имеет минимумы (пример спектра показан на рис. 1). Коэффициент замедления электромагнитной волны в материале $k_{зам}$ вычисляется согласно формуле:

$$k_{зам} = f_0 / f_M , \quad (1)$$

где f_0 – резонансная частота пустого датчика (датчик заполнен только воздухом);
 f_M – резонансная частота датчика при его заполнении контролируемым материалом.

Процесс измерения заключается в периодическом измерении резонансной частоты f_M и вычислении значения коэффициента замедления $k_{зам}$. Перевод значения $k_{зам}$ во влажность W производится с помощью калибровочных таблиц, представляющих собой таблицы соответствия между коэффициентом замедления $k_{зам}$, влажностью W и температурой.

Таким образом, принцип работы влагомера заключается в периодическом определении резонансной (характеристической) частоты f_M датчика, измерении температуры и вычислении влажности на основе этих параметров.

Все главные измеряемые и вычисляемые параметры отображаются внизу главного окна на панелях «Средние параметры» и «Результат измерения» (рис.3).

4.1. Резонансная частота датчика

Резонансная частота датчика определяется влагомером периодически, по графику ослабления сигнала $A(f)$. Ослабление сигнала $A(f)$ представлено на спектре линией красного цвета (см. рис.1). По вертикальной оси графика отложено значение ослабления, измеренное в отсчетах АЦП. По горизонтальной оси – значение частоты генератора в МГц. Резонансной частотой датчика считается та частота, на которой значение ослабления достигает минимума. В случае, если минимумов несколько, то за резонансную частоту принимается частота с минимальным значением (по графику - первый минимум слева).

Измеренное среднее значение резонансной частоты отображается в панели «Средние параметры» внизу окна (см. рис.3).

Среднее значение резонансной частоты $F_{рез}$ должно примерно соответствовать частоте первого минимума (крайний слева минимум) на спектре сигнала (см. рис.1). Если примерная частота минимума на графике спектра не соответствует (с точностью до единиц МГц) измеренной частоте $F_{рез}$, то это является признаком неправильной работы влагомера и требует вмешательства для диагностики или настройки влагомера.

Результат измерения		Средние параметры	
0,00 %	N=1	Гкалиб	390,0 МГц k=1,2080
	t=27 град С	Грез	322,8 МГц A=0

Рис.3

Средние параметры:

- $F_{\text{калиб}}$ – калибровочная частота влагомера или резонансная частота пустого датчика (f_0);
- $F_{\text{рез}}$ – средняя резонансная частота измеряемая влагомером в данный момент (f_M);
- k – коэффициент замедления электромагнитной волны в материале ($k_{\text{зам}} = f_0 / f_M$);
- A – уровень (напряжение) выходного сигнала в точке резонанса.

В окне «Результат измерения» отображается влажность в процентах, вычисленная по калибровочным таблицам, а также измеренная влагомером температура.

4.2. Калибровка влагомера и калибровочная частота влагомера

Калибровочная частота $F_{\text{калиб}}$ влагомера - это резонансная частота $F_{\text{рез}}$ датчика, которая измерена при пустом датчике (когда датчик не заполнен контролируемым материалом). Например, если датчик установлен в бункере, то $F_{\text{калиб}}$ - частота, которая получается при пустом бункере и чистом датчике. В случае применения датчика для жидких материалов $F_{\text{калиб}}$ - частота, которая получается при чистом, сухом датчике.

Значение резонансной частоты $F_{\text{рез}}$ запоминается во влагомере при подаче команды «Калибровка по пустому резонатору» или при ручном вводе уже известного значения. Соответственно, в момент калибровки (при отсутствии материала) получается, что калибровочная частота $F_{\text{калиб}}$ равна резонансной частоте $F_{\text{рез}}$ с некоторой точностью.

При этом, согласно формуле (1) коэффициент $k_{\text{зам}}$ становится равным единице. В большинстве случаев при калибровке $k_{\text{зам}} = 1,00000 \pm 0,001$ или лучше, в зависимости от конструкции датчика.

Если измеренный влагомером коэффициент замедления $k_{\text{зам}}$ отличается от единицы (при условии, что датчик пуст) более, чем на 0,001, то это может быть следствием недостаточной степени очистки и просушивания внутренней поверхности датчика влагомера. Причиной может также являться неправильная калибровка, в этом случае требуется провести повторную калибровку влагомера.

Калибровка проводится только на чистом и сухом датчике. Для такой калибровки датчик влагомера жидких материалов промывается органическим растворителем или спиртом и тщательно просушивается.

Калибровка может быть выполнена двумя способами через диалоговое окно доступное через пункт меню «Настройка | Калибровочная частота...» (Рис.4):

Способ 1. Нажатием кнопки «Калибровка по пустому резонатору». При этом влагомер запоминает текущую измеряемую частоту во внутренней памяти.

Способ 2. Прямым вводом значения частоты и нажатием кнопки «Сохранить». Требуемое значение может быть получено на основе измеренной влагомером частоты или указано в паспорте влагомера (для влагомеров с закрытой конструкцией резонатора).

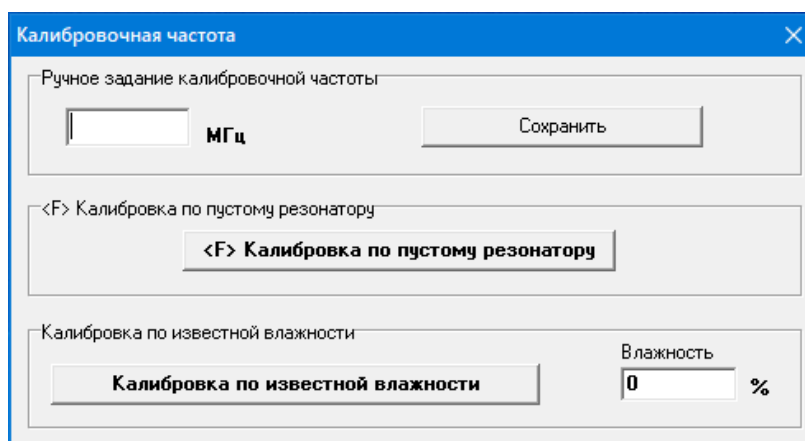


Рис.4

Значение калибровочной частоты $F_{\text{калиб}}$ не меняется во времени и зависит только от конструкции резонатора и его размеров. В случае применения датчиков закрытой конструкции (например, датчиков для жидких материалов) установленное заводом изготовителем значение калибровочной частоты, не требует, как правило, дальнейшего изменения или уточнения. В случае применения датчиков с открытой конструкцией (как, например, штыревых датчиков FIZEPR-SW100.10.4х или щитовых датчиков FIZEPR-SW100.10.21), на частоту которых оказывает влияние их конструктивные размеры и положение внутренних конструкций бункера, требуется обязательная калибровка после монтажа датчиков. В остальных случаях повторная калибровка датчиков, как правило, не требуется.

Независимо от конструкции применяемого датчика критерием правильности калибровки является равенство резонансной и калибровочной частот или (что одно и то же) равенство $k_{\text{зам}}$ единице при незаполненном материалом датчике.

4.3. Калибровка по известной влажности

Калибровка по известной влажности может потребоваться для подстройки калибровочной характеристики, например, при смене сорта нефти или при необходимости подстройки под эталонный образец материала с известной начальной влажностью.

Суть калибровки по известной влажности состоит в том, что влагомер автоматически прибавляет некоторую величину (коэффициент коррекции) к измеренному коэффициенту замедления $k_{\text{зам}}$ без изменения калибровочной таблицы, т.е. фактически производит параллельный сдвиг графика калибровочной зависимости вдоль оси коэффициента замедления (см. рис.5).

Величина корректирующего коэффициента $K_{\text{корр}}$ для уточнения коэффициента замедления $k_{\text{зам}}$ рассчитывается автоматически при нажатии на кнопку «Калибровка по известной влажности». Влагомер производит расчет по следующей формуле:

$$K_{\text{корр}} = K_{\text{зам. табл}} - K_{\text{зам. изм}} ,$$

где $K_{\text{корр}}$ – коэффициент коррекции (величина сдвига коэффициента замедления);

$K_{\text{зам. табл}}$ – коэффициент замедления из первой строки первой температурной таблицы действующей калибровки;

$K_{\text{зам. изм}}$ – измеренный в момент калибровки коэффициент коррекции.

После завершения калибровки во влагомере к измеренному коэффициенту замедления $K_{\text{зам. изм}}$ всегда будет прибавляться значение $K_{\text{корр}}$:

$$K_{\text{зам. скорр}} = K_{\text{зам. изм}} + K_{\text{корр}},$$

где $K_{\text{зам. скорр}}$ – скорректированный коэффициент замедления, по которому будет производиться вычисление влажности из калибровочных таблиц.

Значение коэффициента коррекции $K_{\text{корр}}$ может быть как положительным, так и отрицательным. По модулю коэффициент коррекции $K_{\text{корр}}$ не должен быть больше, чем 0,32767.

Коэффициент коррекции ассоциирован с выбранной калибровкой. Полный список калибровок и соответствующих им коэффициентов коррекции можно посмотреть и отредактировать в окне «Калибровочные таблицы».

Примечание. Слишком большое значение коэффициента коррекции $K_{\text{корр}}$ (более чем 0,01...0,02) может говорить о том, что его использование для данного материала не целесообразно, вместо калибровки по известной влажности необходимо выполнить полную калибровку на новом материале.

5. Калибровочные таблицы

Как было указано выше, вычисление влажности влагомер производит на основе калибровок, которые задают однозначное соответствие между измеренным коэффициентом замедления $k_{\text{зам}}$, температурой и влажностью W . Для каждого измеряемого материала создаётся своя калибровка. Если влагомер используется для измерения нескольких видов материалов, то во влагомере должны храниться несколько калибровок, для каждого вида материала. Во влагомере предусмотрено хранение до 56 калибровок.

При эксплуатации влагомера необходимо выбрать (активировать) ту калибровку, которая соответствует измеряемому материалу. Выбор калибровки производится пользователем вручную, в диалоговом окне «Калибровочные таблицы» (рис.5), либо с помощью иных средств, подключенных через внешний цифровой интерфейс (панели оператора, программируемые контроллеры и т.д.).

Просмотр, редактирование и выбор калибровки производится в диалоговом окне доступном через пункт меню «Настройка | Калибровочные таблицы».

5.1. Диалоговое окно для работы с калибровочными таблицами

Диалоговое окно для работы с калибровочными таблицами содержит две вкладки: «Текущая калибровка» (рис.5) и «Список калибровок влагомера» (рис.6).

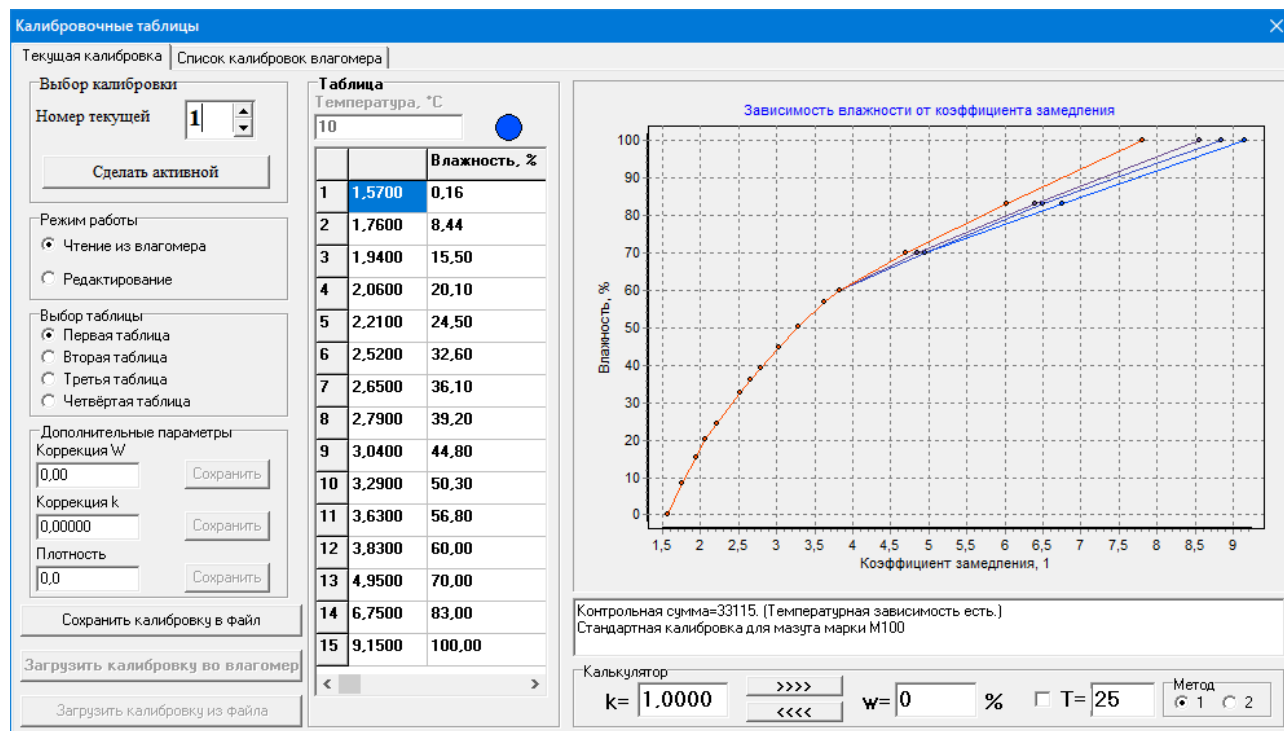


Рис.5

Вкладка «Текущая калибровка» предназначена для последовательного просмотра и выбора калибровки, а также для загрузки калибровок и задания дополнительных параметров.

В режиме «Чтение из влагомера» на панели «Выбор калибровки» отображается номер текущей выбранной калибровки. В режиме «Редактирование» можно просматривать калибровки, меняя номер вручную.

Каждая калибровка состоит из четырёх температурных таблиц. Каждая температурная таблица представляет зависимость коэффициента замедления $k_{зам}$, измеренного влагомером, от влажности W материала при определенной температуре. Во влагомере эта зависимость представлена в табличном виде (всего четыре таблицы для четырёх температур). Конкретные значения для точек этой зависимости представлены на панели «Таблица». Панель «Выбор таблицы» позволяет выбрать, какая из четырех температурных таблиц отображается в таблице.

Справа от таблицы калибровочная зависимость представлена в виде графиков. На графике отображаются все четыре температурные зависимости одновременно. В случае отсутствия температурной зависимости все четыре графика сливаются в одну линию.

Под графиком находится текстовое поле, в котором отображается контрольная сумма калибровки и комментарий, служащий для облегчения идентификации калибровок пользователем. Кроме того, в скобках указывается информация о наличии или отсутствии температурной зависимости. Температурная зависимость считается отсутствующей только в случае, если все четыре температурных таблицы строго одинаковы.

Отображаемая в окне контрольная сумма калибровки является уникальным идентификатором, которое однозначно определяет каждую калибровку и её содержимое. Любое изменение калибровочной таблицы приведёт к изменению контрольной суммы, что позволяет быстро удостовериться в отсутствии ошибок и целостности калибровки.

Комментарии к контрольным суммам содержатся в файле «TabDescr.ini», входящем в комплект поставки ПО. Содержимое этого файла может меняться пользователем произвольно для своего удобства.

При поставке влагомера с набором заводских калибровок их перечень и соответствующие контрольные суммы приводятся в паспорте.

Внизу под графиком находится калькулятор, который позволяет вычислить влажность по текущей отображаемой калибровке, используя известный коэффициент замедления и температуру (по тому же алгоритму, который реализован в самом влагомере). Эта возможность может быть использована при проверке работы влагомера или для проверки самих калибровок.

На вкладке «Список калибровок влагомера», отображается перечень калибровок, хранящихся во влагомере, и представленный их контрольными суммами, а также дополнительные параметры, установленные пользователем для каждой из них.

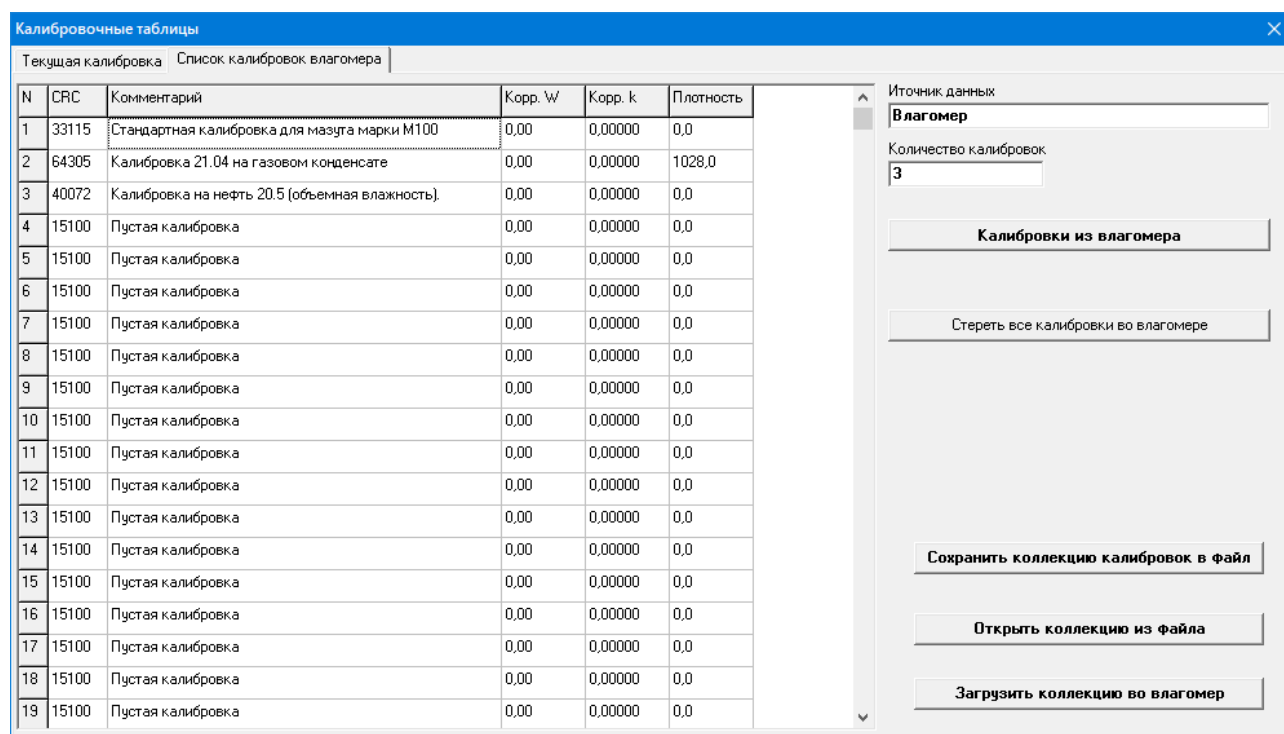


Рис.6

Список контрольных сумм калибровок и сами контрольные суммы можно сохранять в единый файл, называемый коллекцией калибровок (файлы с расширением «.clс»).

В правой части вкладки «Список калибровок влагомера» находятся соответствующие кнопки для работы с файлами коллекции.

5.2. Дополнительные параметры калибровок

С каждой калибровкой могут быть ассоциированы дополнительные параметры, влияющие на результат вычисления влажности. Эти параметры представлены на одноименной панели «Дополнительные параметры»:

Параметр «Коррекция W» представляет собой значение в процентах абсолютной влажности (поправка по влажности), на которое может быть сдвинуто значение, которое вычислено по калибровке. Параметр используется в случаях, когда измеренные влагомером значения отличаются от значений опорного метода определения влажности на постоянную величину, но, при этом, выполнить полную калибровку на материале не представляется возможным или нецелесообразным. Значения поправки по влажности могут быть как положительными, так и отрицательными.

Примечание. Параметр «Коррекция W» должен быть меньше (по абсолютной величине) чем минимальная ожидаемая влажность материала. Использование больших значений коррекции, вероятнее всего, говорит о том, калибровка не подходит для данного материала или имеются ошибки в работе влагомера.

Параметр «Коррекция k» это - коэффициент коррекции, который прибавляется к измеренному влагомером коэффициенту замедления $k_{зам}$ перед вычислением влажности. Он позволяет сдвинуть калибровку вдоль оси коэффициента замедления. Чаще всего такой сдвиг используется в случае, если есть возможность выполнить калибровку влагомера по материалу с известной влажностью (см. пункт 4.3).

Параметр «Плотность» позволяет задать для каждой калибровки плотность материала. Плотность задаётся в $кг/м^3$ с точностью до одного знака после запятой. Параметр «Плотность» учитывается только в режиме учета плотности. В остальных режимах этот параметр игнорируется.

5.3. Выбор рабочей калибровки

Выбор рабочей калибровки производится в следующем порядке:

- 1) в панели «Режим работы» выбрать пункт «Редактирование»;
- 2) в панели «Выбор калибровки» ввести номер желаемой калибровки;
- 3) нажать кнопку «Сделать активной».

Во время сохранения номера калибровки фон номера калибровки станет красным. После сохранения фон вернется в исходное состояние, что означает успешное выполнение операции.

5.4. Запись (обновление) калибровки во влагомер

Во влагомере предусмотрено хранение до 56 калибровок. Каждая из них может быть перезаписана или обновлена. Во влагомере должна быть как минимум одна непустая калибровка. Пустые калибровки имеют контрольную сумму 15100 (см. Рис. 6).

Порядок записи калибровки во влагомер следующий:

- 1) в панели «Режим работы» выбрать пункт «Редактирование»;
- 2) в панели «Выбор калибровки» выбрать номер калибровки, которая должна быть обновлена;
- 3) нажать кнопку «Открыть таблицу из файла...» и в появившемся стандартном диалоговом окне выбрать необходимый файл калибровки;
- 4) нажать кнопку «Записать таблицу во влагомер».

После успешного завершения записи в поле комментариев появится сообщение «Калибровка загружена».

Примечание 1. Несмотря на то, что калибровка может быть записана на любое из 56 предусмотренных мест, для правильной работы с влагомером нужно использовать подряд идущие номера мест, начиная с первого.

Примечание 2. Для удаления всех калибровок кроме первой используется кнопка «Стереть все калибровки во влагомере» на вкладке «Список калибровок влагомера».

5.5. Сохранение калибровки в файл

Любую выбранную калибровку можно сохранить в файл.

Порядок сохранения калибровки следующий:

- 1) в панели «Режим работы» выбрать пункт «Редактирование»;
- 2) в панели «Выбор калибровки» ввести номер желаемой калибровки;
- 3) нажать кнопку «Сохранить калибровку в файл».
- 4) в появившемся окне выбрать путь для сохранения и ввести имя файла.

6. Обработка результатов измерения.

Результаты измерения влагомера – резонансную частоту $F_{рез}$ и, соответственно, влажность W , при необходимости, можно подвергнуть дополнительной обработке. Например, усреднению и фильтрации выпадающих значений.

Настройка этих параметров производится в диалоговом окне «Обработка измерений», доступном через пункт меню «Настройка | Обработка измерений».

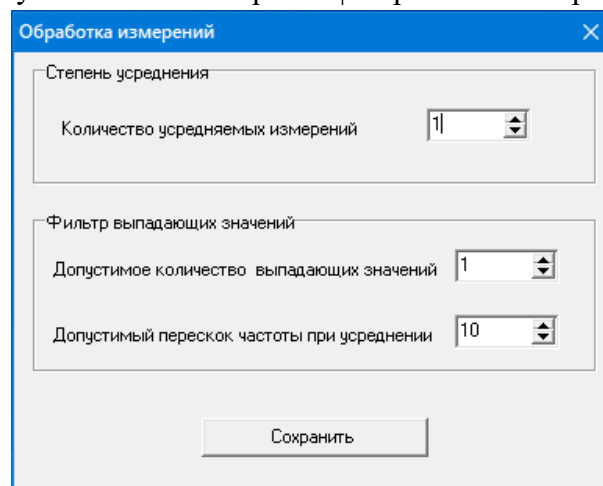


Рис.7

6.1. Усреднение результатов измерения

При измерении влажности на результат оказывает влияние не только сама измеряемая величина, но и посторонние мешающие факторы: шумы электронных схем прибора и особенности технологического процесса.

Для влагомера такими факторами могут являться:

- флуктуации свойств измеряемой среды, связанные, например, с включениями пузырьков газа или наличием осадка в потоке жидкости;

- расслоение жидкости, неравномерность распределения воды по объёму контролируемой жидкости (нефти).

В результате определенная влагомером частота $F_{рез}$ от измерения к измерению может изменяться, что приводит к колебаниям вычисленной величины влажности W . Для уменьшения влияния этих факторов следует использовать усреднение.

При усреднении частоты $F_{рез}$ для вычисления влажности используется не текущее измеренное значение частоты, а среднее значение по последним N измерениям (алгоритм скользящего среднего).

Параметр N – «Степень усреднения» задаётся в окне «Обработка измерений» (рис.7).

При значении параметра N , равном 0 или 1, усреднение не производится.

Примечание. При задании степени усреднения следует учитывать, что время измерения (время установления достоверного результата измерения) прямо пропорционально значению константы усреднения и примерно равно утроенному значению периода измерений. Например, если период измерения составляет 1сек, то время установления сигнала равно примерно 3сек.

6.2. Фильтрация «выпадающих» измерений

Фильтрация «выпадающих» значений позволяет исключить из процесса усреднения те значения, которые сильно отличаются от средних за период усреднения. Фильтрация данного типа позволяет устранить влияние случайных сильных изменений, вызванных особенностями техпроцесса.

Фильтрация производится по следующему алгоритму.

При очередном измерении резонансной частоты происходит сравнение усредненной частоты с измеренной частотой. Если отличие составляет величину, большую чем параметр «Допустимый перескок частоты при усреднении» (рис.7), то вместо текущей измеренной («выпадающей») частоты подставляется текущее среднее значение. При этом процесс измерения и усреднения продолжается так, как будто скачка не было.

Параметр «Допустимый перескок частоты при усреднении» задается в окне «Настройка алгоритма» в десятых долях МГц.

Управление фильтрацией «выпадающих» значений производится посредством параметра «Допустимое количество выпадающих значений» (рис.7).

Если этот параметр равен нулю, то фильтрация отключена.

Если параметр равен 1, то производится отбрасывание одного случайного «выпавшего» измерения и усреднение продолжается. Если параметр равен 2, то допускается два идущих подряд «выпавших» измерения. Если параметр равен 3 – то трём, и так далее.

Если «выпадение» продолжается большее число раз, чем установлено в данной настройке, то считается, что резонансная частота изменилась и процесс усреднения начинается сначала, при этом используются текущие измеренные значения.

Если фильтрация отключена («Допустимое количество выпадающих значений» = 0), то усреднение начинается сначала каждый раз, когда очередная измеренная резонансная частота оказывается отличающейся от средней более, чем указывает параметр «Допустимый перескок частоты при усреднении».

Фильтрация «выпадающих» работает только если включено усреднение результатов измерений (см. п.6.1), так как решение об отбрасывании очередного измерения производится путём сравнения со средним значением.

7. Настройка токового выхода

Для настройки параметров токового выхода влагомера нужно выбрать пункт меню «Настройка | Токковый выход...».

После этого появится соответствующее диалоговое окно, показанное на рис.8.

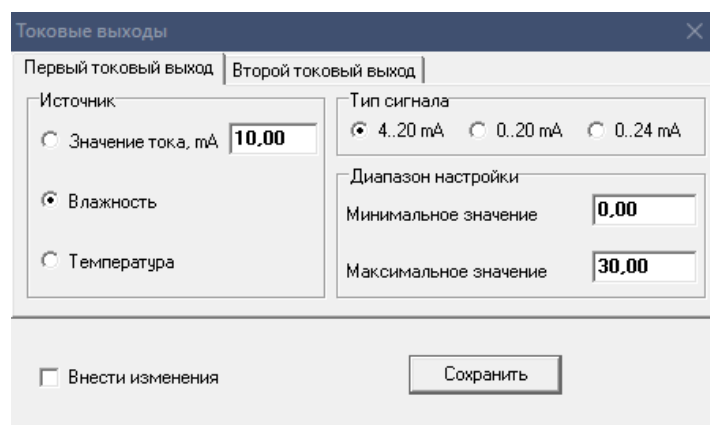


Рис.8

В данном окне содержатся текущие настройки токового выхода.

На панели «Источник» выбирается величина, которую необходимо передавать через токовый выход (влажность или температура).

Вариант «Значение тока» позволяет установить на выходе конкретные значения тока. Этот вариант используется для тестирования токового выхода и проверки его работы. Точность задания тестового тока составляет 0,01 мА.

Панель «Тип сигнала» позволяет выбрать стандарт токового выхода (диапазон тока).

На панели «Диапазон настройки» задаются значения выходной величины, соответствующие минимальному и максимальному значениям выходного тока в выбранном диапазоне. Минимальное и максимальное значение влажности задается в процентах с точностью 2 десятичных знака после запятой. Минимальное и максимальное значения температуры задаются в градусах Цельсия с точностью 1 десятичный знак после запятой.

Для внесения изменений в настройки требуется поставить галочку «Внести изменения», установить необходимые величины и нажать кнопку «Сохранить».

Примечание. Настройки параметров токового выхода не влияют на диапазон измерения влагомера и на значения, передаваемые по интерфейсу MODBUS и отображаемые в главном окне программы (рис.1).

8. Дополнительные возможности

8.1 . Отображение графика измеренной влажности

В ряде случаев бывает удобно видеть не только текущее значение измеренной влажности, но и график её изменения во времени.

Для открытия окна с графиком влажности необходимо выбрать пункт меню «Вид | График влажности...».



Рис.9

Вертикальная ось - это ось влажности W . Влажность выражена в процентах. Горизонтальная ось - ось времени. Время выражено в секундах. На каждой оси есть поле, позволяющее устанавливать масштаб в соответствующих единицах.

Нажатие кнопки «Начать новый» запускает с начала процесс прорисовки графика.

8.2. Автоматическое сохранение спектров

При исследованиях новых материалов или при диагностике работы влагомера может возникнуть необходимость автоматически сохранять файлы конфигурации влагомера без участия оператора. Для этого предусмотрен режим автоматического сохранения файлов конфигурации (файлы конфигурации сохраняются вместе с последним измеренным спектром).

Управление режимом автоматического сохранения производится при помощи специального диалогового окна (рис.10), доступного через меню «Инструменты|Автосохранение спектров...».

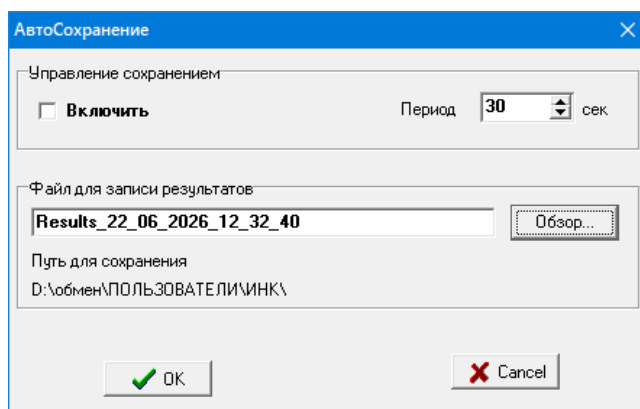


Рис.10

В этом окне можно включить/выключить автосохранение и задать период сохранения.

В поле «Файл для записи результатов» можно проконтролировать путь, по которому будет осуществляться сохранение и текущий шаблон для имени сохраняемого файла *.cfg.

Оперативное включение/выключение режима автосохранения может производиться с помощью кнопки «Автосохранение» в главном окне программы.

Примечание. Путь для сохранения файлов совпадает с путем последнего сохраненного файла конфигурации, поэтому для изменения пути сохранения надо выполнить сохранение спектра вручную с помощью главного меню «Файл|Сохранить...» или нажать кнопку «Обзор...» (рис.10).

8.3. Автоматическое сохранение результатов измерения

Влагомеры не содержат внутреннего архива результатов измерений. Однако программа «SWMaster» позволяет вести автоматическую запись результатов измерений в виде текстового файла в формате данных, разделяемых запятой - csv. Формат csv поддерживается редактором таблиц MS Excel.

Для управления автоматической записью используется диалоговое окно (рис.11), доступное через меню «Инструменты | Автозапись...».

Рис.11

Запись в файл результатов измерений производится построчно с периодом, указанным в соответствующем поле «Период».

Наличие и назначение отдельных столбцов указан в поле «Состав строки с результатами». Файл может содержать следующие параметры, записанные в соответствующие столбцы:

Данные (столбец)	Описание	Единица измерения	Условное обозначение в заголовочной строке
Порядковый номер	Порядковый номер измерения с момента включения режима	-	N
Дата	Дата измерения по часам компьютера	Год, месяц, день	Date
Время	Время по часам компьютера	Часы, минуты, секунды	Time
Относительное время	Время с момента включения режима записи	Секунды	RTime
Температура	Температура, измеренная влагомером	Градусы Цельсия	T
Резонансная частота	Резонансная частота, измеренная влагомером	МГц	F

Коэффициент замедления	Коэффициент замедления	-	K
Влажность	Вычисленная влажность	%	W

Текст в строке «Текст заголовка в файле результатов» записывается первой строкой для того, чтобы впоследствии можно было определить состав данных в файле.

В поле «Файл для записи результатов» указывается имя файла (без расширения). Расширение .csv будет добавлено автоматически.

Оперативное включение/выключение режима «автозаписи» может производиться с помощью кнопки «Автозапись» в главном окне программы (рис.1).

Примечание 1. Путь для сохранения файла совпадает с путем к папке, в которую последний раз был сохранен файл конфигурации. Поэтому для изменения пути сохранения надо выполнить сохранение спектра вручную с помощью меню «Файл|Сохранить...» или воспользоваться кнопкой «Обзор...» (рис.11).

Примечание 2. После остановки записи следует внимательно следить за составом столбцов. При случайном их изменении может произойти путаница в данных. Решением проблемы является задание нового имени файла для продолжения записи.

Примечание 3. Не рекомендуется открывать файл, в который производится запись в режиме включенной «автозаписи». Это может привести к ошибке доступа и аварийному завершению работы программы.

8.4. Загрузка конфигурации во влагомер

Как было указано в п.2.2, конфигурация влагомера, включающая копию всех его настроек и калибровочных таблиц, может быть записана во влагомер.

Запись конфигурации производится через диалоговое окно, доступное через пункт главного меню «Инструменты | Загрузить конфигурацию из файла во влагомер...».

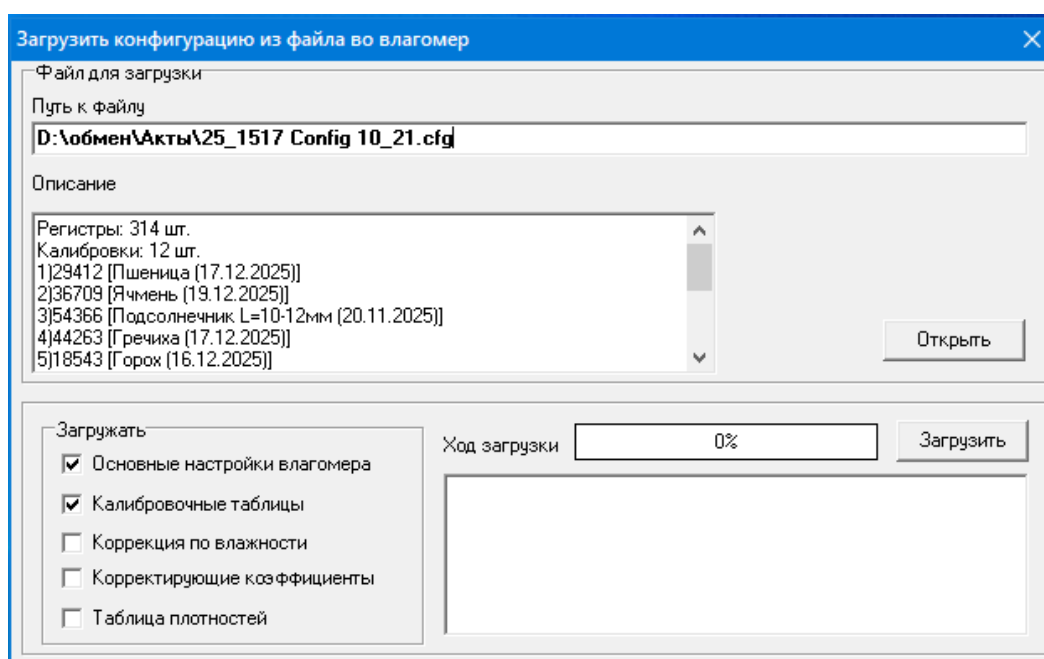


Рис. 12

В открывшемся окне (рис.12) будет указан полный путь к загружаемому файлу конфигурации и краткое описание его содержимого (количество сохраненных регистров и список калибровок).

Для выбора загружаемого файла нужно нажать кнопку «Открыть».

На панели «Загружать» можно выбрать отдельные разделы конфигурации для загрузки. Как правило, для копирования используются только основные настройки влагомера и калибровочные таблицы. При полном восстановлении, например, из резервной копии данного влагомера, выбираются все разделы конфигурации.

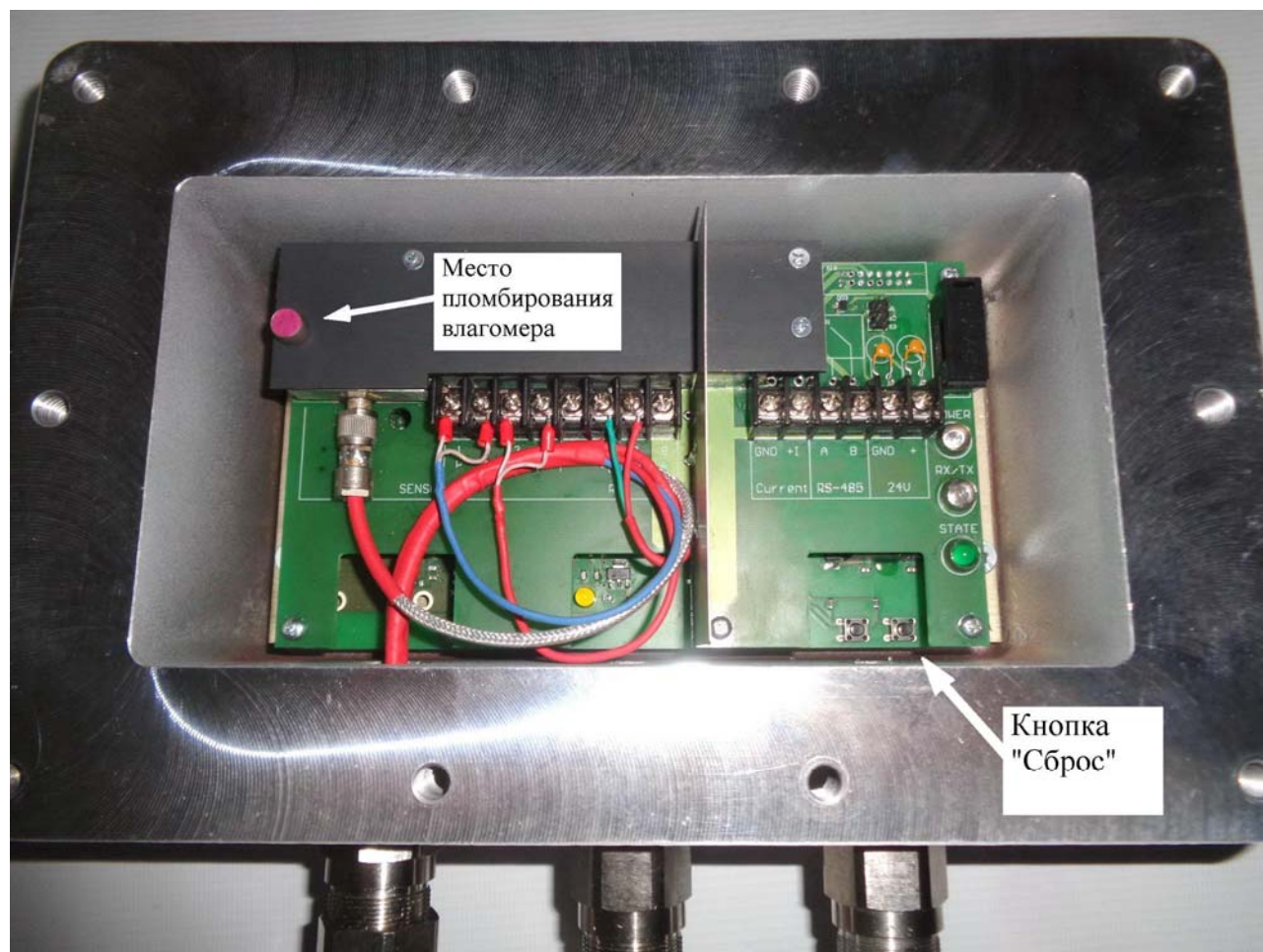
Загрузка начинается после нажатия на кнопку «Загрузить». Время загрузки файла конфигурации зависит главным образом от количества калибровочных таблиц. Загрузка считается завершенной, когда индикатор «Ход загрузки» достигнет значения 100%.

После этого окно можно закрыть.

9. Приложения

Приложение 1

Вид электронного блока ВИГТ.415210.101-02 (взрывозащищенного исполнения)
со снятой верхней крышкой



Протокол связи MODBUS RTU

Цифровая связь с влагомером осуществляется через интерфейс RS485 по протоколу **MODBUS RTU** со следующими параметрами:

- скорость связи – 9600, 14400, 19200, 38400; 57600 или 115200бод;
- четность – не проверяется;
- количество стоп-битов – 2 или 1.

Параметры связи по умолчанию (заводские настройки):

- скорость связи – 19200 бод;
- количество стоп-битов – 2;
- адрес – 127.
- тайм-аут между запросами 100мс.

Особенности реализации протокола **MODBUS RTU**:

- чтение регистров осуществляется командой 03 (03h);
- поддерживается команда тестирования на эхо-возврат 08 (08h);
- при попытке чтения диапазона адресов, выходящего за пределы, указанные в таблице, влагомер не отвечает;
- запись регистров осуществляется командой 16 (10h);
- запись регистров возможна только в те регистры, для которых разрешена запись. При попытке записи в регистры, предназначенные только для чтения, влагомер не отвечает.

Карта регистров **MODBUS RTU**

Адрес регистра (DEC)	Адрес регистра (HEX)	Описание	R/W
0000	0000	Измеренная влажность, выраженная в сотых долях процента. Вычисление истинной влажности должно производиться по формуле: $W = \text{reg}[0000] / 100$ с точностью до 2-го знака после запятой.	R
0001	0001	Температура в целых градусах Кельвина. Вычисление температуры в градусах Цельсия должно производиться по формуле: $t = \text{reg}[0001] - 273$	R
0002	0002	Код ошибки	R
0003	0003	Номер версии внутреннего ПО (прошивки) влагомера	R
0004	0004	Количество используемых калибровок во влагомере	R
0005	0005	Серийный номер влагомера	R
0006 0007	0006 0007	Уточнённый коэффициент замедления (x100000). Коэффициент замедления вычисляется по формуле: $k = (\text{reg}[0007] + \text{reg}[0006] * 65536) / 100000$ с точностью до 5-го знака после запятой	R
0020	0014	Температура в десятых долях Кельвина. Вычисление температуры в градусах Цельсия должно производиться по формуле: $t = \text{reg}[0020] / 10 - 273$ с точностью до десятых долей	R
0163	00A3	Количество используемых калибровок во влагомере	R

0164	00A4	Номер текущей калибровки	R/W
0224	00E0	Температура в целых градусах Цельсия. <i>(Значение регистра актуально только для положительных температур)</i>	R