

**КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО "ФИЗЭЛЕКТРОНПРИБОР"**

**ОКП 42 1550**



## **Анализаторы влажности (влажмеры) FIZEPR-SW100**

Техническое описание и руководство  
по эксплуатации  
ВИГТ.415210.100 РЭ

**Часть 2. Инструкция по настройке влажмеров и  
описание программного обеспечения**  
(ред. 1.07)

**Самара, 2022**

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение.....	3
2. Программа «SWPro» для работы с влагомерами FIZEPR-SW100 .....	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. Алгоритмы измерений влагомеров FIZEPR-SW100.....	7
4.1. Основные параметры, измеряемые влагомером, контроль работы влагомера.....	7
4.2. Алгоритмы определения резонансной частоты.....	7
4.3. Усреднение результатов измерения.....	10
4.4. Фильтрация «выпадающих» измерений .....	11
4.5. Приближенная оценка измеряемых параметров и правильности работы .....	11
4.6. Дополнительная диагностическая информация .....	12
5. Калибровочные (градуировочные) таблицы .....	12
5.1. Окно для работы с калибровками .....	13
5.2. Порядок работы с калибровочными таблицами.....	15
5.2.1. Запись таблиц из файла во влагомер .....	15
5.2.2. Сохранение калибровки из влагомера в файл .....	15
5.2.3. Корректировка существующих таблиц .....	15
5.2.4. Создание калибровочных таблиц .....	16
5.2.5. Формат калибровочных таблиц.....	16
5.3. Калибровка по сухому веществу.....	17
6. Выполнение калибровки влагомера .....	18
6.1. Подготовка влагомера к проведению калибровки .....	19
6.2. Выполнение рабочей калибровки влагомера сыпучих материалов.....	20
7. Настройка токового выхода .....	21
8. Опции автоматического сохранения результатов измерения.....	21
8.1. Автоматическое сохранение спектров .....	21
8.2. Автоматическое сохранение результатов измерения .....	22
9. Программа «SW100» для работы с влагомерами FIZEPR-SW100.....	24
9.1. Идентификация ПО.....	25
9.2. Установка связи с влагомером.....	25
9.3. Вкладка «РЕЗУЛЬТАТ ИЗМЕРЕНИЯ» .....	25
9.4. Настройка токового выхода .....	26
9.5. Вкладка «УСРЕДНЕНИЕ».....	27
9.6. Вкладка «МЕТРОЛОГИЯ» .....	27
10. Приложения .....	29

## 1. Введение

1.1. Настоящее техническое описание и руководство по эксплуатации предназначены для ознакомления с программным обеспечением «SWPro» и «SW100» (далее - программы) влагомеров FIZEPR-SW100, а также с принципами измерения и методикой настройки указанных влагомеров.

1.2. Программное обеспечение предназначено для настройки влагомеров FIZEPR-SW100, диагностики их работы, а так же для отображения результатов измерений.

1.3. Программное обеспечение устанавливается на компьютер (ноутбук) с ОС Windows XP (и выше). Для работы с программой необходимы файлы «SWPro.exe», «SWPro.ini», «SW100.exe» и «SW100.ini». Программа не нуждается в какой-либо установке и может быть запущена из любого места (папки), в которое скопированы указанные файлы.

1.4. Связь компьютера с влагомером осуществляется по интерфейсу RS-485 через последовательный порт RS232 или USB. Для связи через порт USB могут быть использованы стандартные преобразователи интерфейсов USB - RS485, например, «ОВЕН-АС4» фирмы «Овен», «АЦДР.426469.032» фирмы НВП «Болид» и др.

1.5. Данное руководство подразумевает использование программ «SWPro» и «SW100» версии с номером 2.9 (и выше) и внутреннего программного обеспечения («прошивки» влагомера) версии номер 35 (и выше). Указанные программы не предназначены для запуска с компакт-диска. Для правильного использования программ необходимо скопировать их на компьютер или флеш-накопитель.

## 2. Программа «SWPro» для работы с влагомерами FIZEPR-SW100

Программа «SWPro» предназначена для настройки и диагностики работы влагомеров «FIZEPR-SW100», а так же для отображения результатов измерения.

Главное окно программы (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 отображаются параметры связи и, собственно, данные измерений, полученные от влагомера, и основные параметры настройки влагомера.

Программа может работать как в режиме связи с влагомером, так без влагомера. Данные режимы называются соответственно «Приём» и «Анализ».

В режиме «Приём» компьютер 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 «Анализ» приём данных от влагомера не ведётся и, также невозможна передача команд влагомеру. В этом режиме возможен лишь просмотр уже полученных данных или данных, сохранённых ранее в файл.

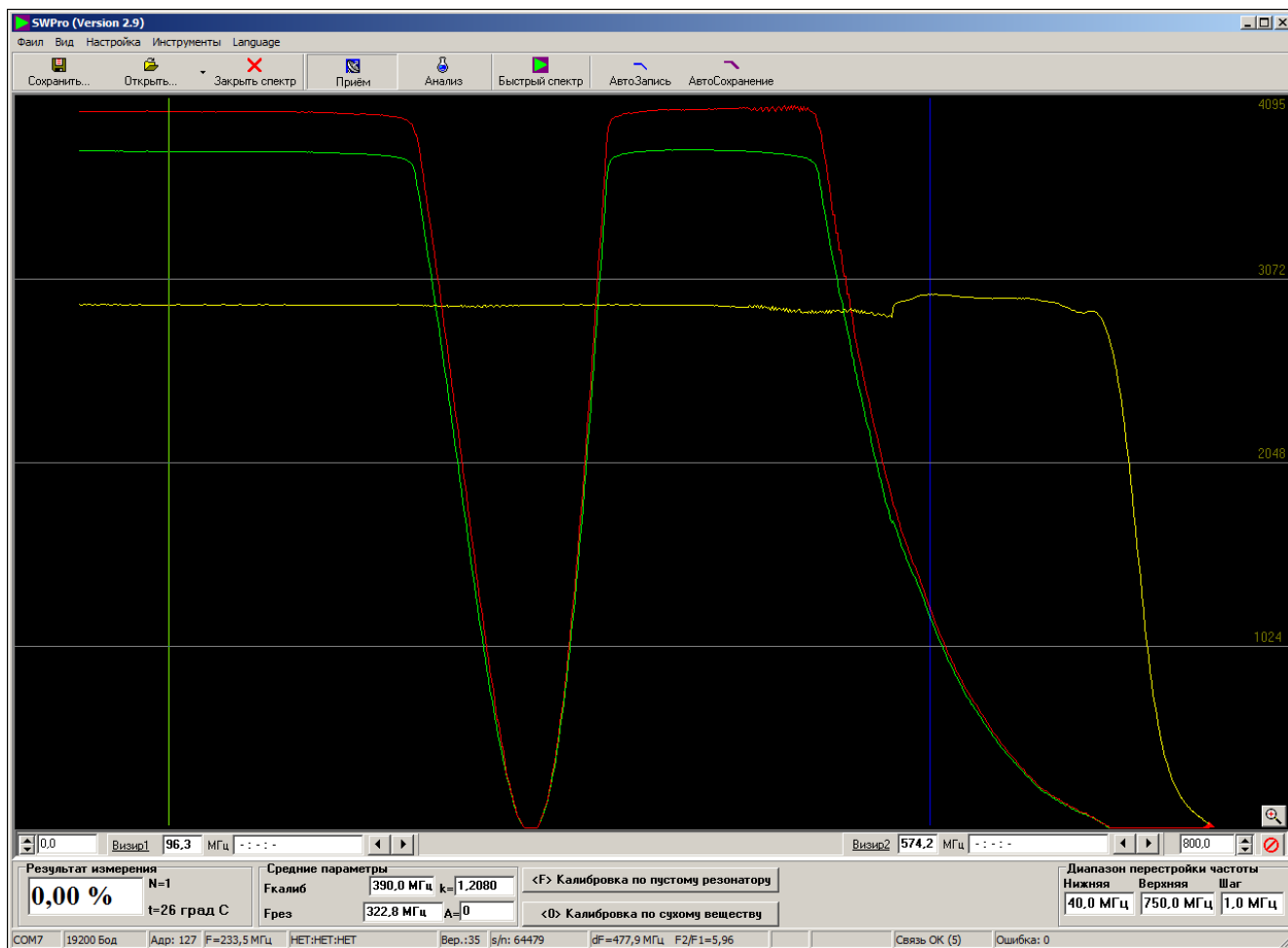


Рис.1

Сохранённые ранее файлы можно открыть с помощью кнопки «Открыть» на панели быстрого доступа, либо с помощью команды меню «Файл|Открыть...».

Переключение между этими двумя режимами происходит с помощью кнопок на панели быстрого доступа с соответствующими названиями.

Если в режиме «Приём» открыть сохранённый файл, то программа автоматически переходит в режим «Анализ» и приём данных прекращается.

### 2.1. Идентификация ПО

В главном окне программы, в левом верхнем углу отображается иконка программы, название (идентификатор программы) «SWPro» 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 «SWPro», 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 и саму калибровочную таблицу (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 предприятием-производителем или другим лицом, прошедшим обучение.

Файл конфигурации может быть использован для удаленной перенастройки влагомера или восстановления заводских настроек. Для этого файл нужно загрузить во влагомер с помощью команды меню «Настройка|Загрузить конфигурацию из файла во влагомер...».

Следует различать команды «Файл|Открыть...» и «Настройка|Загрузить конфигурацию из файла во влагомер...».

Первая команда служит для *просмотра* сохраненных параметров влагомера, а также графиков спектра и влажности. Для этого программа автоматически переходит в режим «Анализ».

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

### 2.3. Удаленная диагностика влагомера

Как указывалось выше, сохраненные файлы конфигурации позволяют оценить работоспособность влагомера, в том числе удалённо.

Для этого файлы конфигурации отсылаются по почте или иным способом на предприятие-производитель влагомеров или авторизованному дилеру.

Для отправки следует сохранить несколько файлов конфигурации (3-5 штук) с интервалом в 1-2 минуты. Несколько файлов конфигурации позволяют оценить, как меняется состояние влагомера в течение времени.

## 3. Настройка параметров связи

### 3.1. Описание параметров связи влагомера

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

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

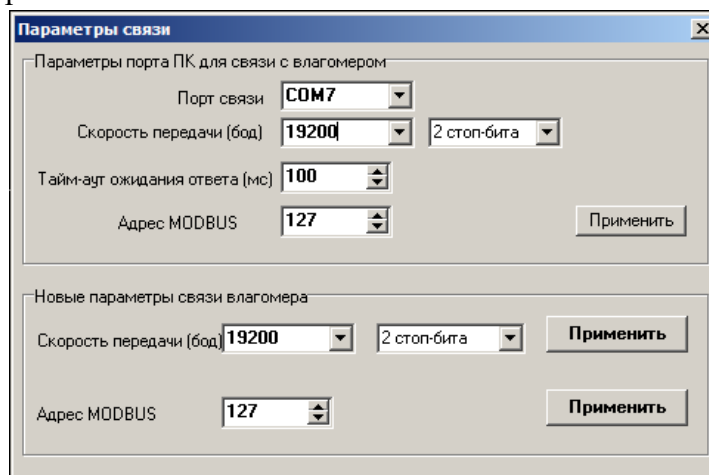


Рис.2

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

- **Порт связи** – это порт, к которому подключен влагомер. При использовании преобразователи интерфейсов (переходников) USB-RS485 операционная система (Windows) сама назначает номер порта для каждого конкретного переходника.

Узнать номер порта и получить доступ к настройкам переходников (при их наличии) можно посредством диспетчера устройств ОС Windows. Номер порта для переходников USB-RS485 должен быть в диапазоне от 3 до 9 включительно. Если это не так, то номер порта можно принудительно изменить посредством диспетчера устройств ОС Windows.

- **Скорость передачи данных**, количество стоп-битов и адрес MODBUS устанавливаются на известные для данного влагомера значения. Если это вновь приобретённый влагомер, то берутся значения, установленные «по умолчанию» (указаны в паспорте влагомера).
- В поле «Таймаут ожидания ответа» указывается время в миллисекундах между отправками запросов к влагомеру по протоколу MODBUS. Оптимальный тайм-аут для скорости 19200 бод составляет 100 мс. Рекомендуемый тайм-аут устанавливается автоматически при выборе новой скорости передачи. Однако, если связь неустойчива в результате дополнительных временных задержек ОС, допускается увеличение тайм-аута. Увеличение тайм-аута более чем на 50% не целесообразно и причины неустойчивой связи следует искать в другом.

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».

### **3.2. Изменение параметров связи влагомера**

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

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 (!) когда соединение с влагомером установлено.

*Примечание 2.* Если связь с влагомером не удаётся установить или его настройки неизвестны, то можно произвести сброс настроек, 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 плате электронного блока под вырезом верхней платы (показана стрелкой на фотографии в приложении 1).

#### 4. Алгоритмы измерений влагомеров FIZEPR-SW100

Коэффициент замедления электромагнитной волны в материале  $k_{зам}$  вычисляется согласно формуле:

$$k_{зам} = f_0 / f_M ,$$

где  $f_0$  – резонансная частота пустого датчика (датчик заполнен воздухом);

$f_M$  – резонансная частота датчика при его заполнении контролируемым материалом.

Необходимо отметить, что частота  $f_0$  определяется один раз при изготовлении датчика (для влагомеров сыпучих материалов - после монтажа датчика на оборудовании) и запоминается в процессоре влагомера. Эта операция называется «калибровкой по пустому резонатору».

Процесс измерения заключается в периодическом измерении резонансной частоты  $f_M$  и вычислении значения коэффициента замедления  $k_{зам}$ .

Влажность  $W$  материала определяется по измеренному значению  $k_{зам}$ . Вычисление влажности  $W$  производится с помощью калибровочных таблиц, представляющих собой таблицы соответствия между коэффициентом замедления  $k_{зам}$ , влажностью и температурой.

Таким образом, основная функция влагомера состоит в периодическом поиске резонансной частоты  $f_M$  датчика, измерении температуры и вычислении влажности на основе этих параметров.

##### 4.1. Основные параметры, измеряемые влагомером, контроль работы влагомера

Как было указано выше, влагомер производит периодические измерения резонансной частоты и температуры. Все остальные параметры вычисляются на их основе.

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

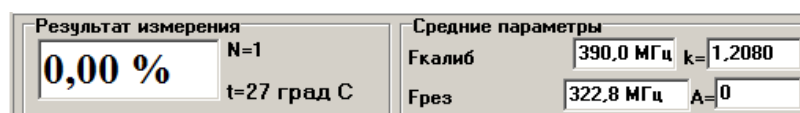


Рис.3

Средние параметры:

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

В окне «Результат измерения» отображается влажность в процентах, вычисленная по калибровочным таблицам, а также температура ( $t = \dots$  град С) и текущий параметр усреднения измерений ( $N = \dots$ ).

##### 4.2. Алгоритмы определения резонансной частоты

Поиск резонансной частоты производится путём перестройки генератора высокой частоты и измерения напряжения  $U(f)$  сигнала на входе датчика.

В результате получается зависимость (функция) напряжения  $U(f)$  от частоты, которая представлена в процессоре влагомера в виде массива пар значений ( $U, f$ ). В программе «SWPro» эта зависимость отображается на графике (спектре) линией красного цвета.

Перестройка частоты генератора производится от минимальной частоты  $F_{\min}$  до максимальной  $F_{\max}$  с шагом  $F_S$ .

Значения частот  $F_{\min}$ ,  $F_{\max}$  и  $F_S$  задаются в диалоговом окне «Настройка|Диапазон перестройки частоты» (рис.4).

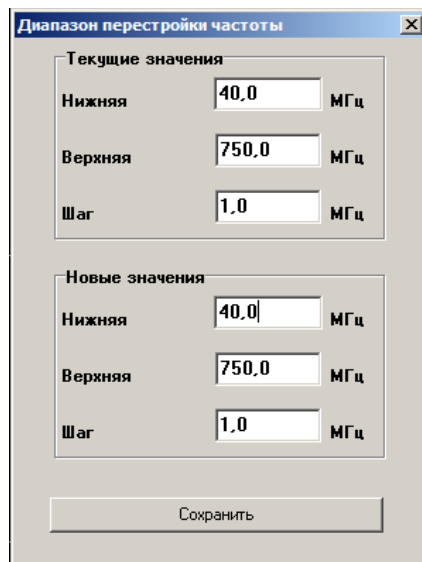


Рис.4

По умолчанию  $F_{\min}=40$  МГц,  $F_{\max}=750$  МГц, шаг перестройки  $F_S=1$  МГц.

Новые значения вводятся в нижней части окна и нажимается кнопка «Сохранить».

Влагомер генерирует частоты в указанных пределах и с указанным шагом.

На каждом шаге влагомер оцифровывает уровни напряжений на входе первичного преобразователя и на выходе генератора и вычисляет их отношение. Программа «SWPro» позволяет визуализировать эти напряжения в виде графиков зависимости этих напряжений от частоты (частотный спектр сигналов). Напряжение на выходе генератора отображается линией желтого цвета, а уровень ненормированного напряжения на входе первичного преобразователя – зелёным цветом.

Напряжение  $U(f)$  (красная линия)– это напряжение на входе первичного преобразователя, нормированное к напряжению на выходе генератора.

Существует несколько алгоритмов поиска резонансной частоты на основе данных вышеупомянутого массива ( $U, f$ ).

Выбор алгоритма производится в диалоговом окне «Настройка алгоритма», меню «Настройка|Настройка алгоритма» (рис.5).

### Алгоритм 0

Резонансная частота принимается равной частоте, на которой значение напряжения  $U(f)$  имеет минимальное значение в заданном диапазоне перестройки  $F_{\min} - F_{\max}$ . Точность определения резонансной частоты равна шагу перестройки  $F_S$ .



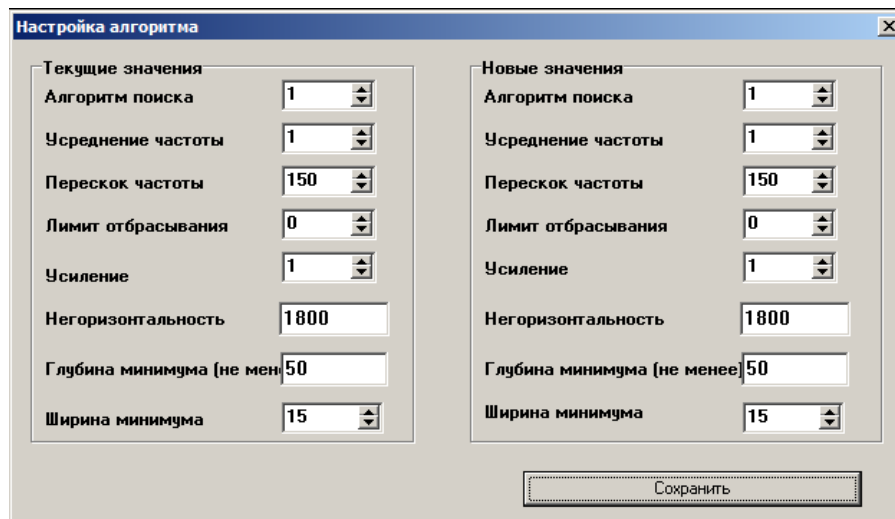


Рис.5

### Алгоритм 1

Резонансной частотой считается та частота, на которой кривая имеет достаточно глубокий минимум сигнала, который удовлетворяет условиям, заданным в настройках алгоритма поиска. Если минимумов несколько, то из всех минимумов выбирается тот, у которого частота меньше (первый минимум слева).

Нахождение минимума производится путем анализа уровней  $U(f)$  на интервале частот  $df = f_2 - f_1$  ( $df$  задаётся в меню «Настройка|Настройка алгоритма|Ширина минимума»). Величина  $df$  выражена в шагах  $F_s$  перестройки частоты. Указанный интервал частот поиска строится последовательно от каждой точки графика  $U(f)$  в правую сторону.

Минимум считается найденным, если на очередном анализируемом интервале частот  $f_2 - f_1$  выполняются одновременно три условия:

1)  $U(f_1) \leq U(f_2)$ . Это условие означает, что для анализа берётся только тот интервал  $df$ , для которого точка графика, соответствующая правому концу интервала, выше или равна точке, соответствующей левому концу (см. рисунок 1).

2)  $D_p > D_{p_0}$ , где  $D_{p_0}$  задаётся параметром «Глубина минимума», выраженным в отсчётах АЦП (см. меню «Настройка|Настройка алгоритма|Глубина минимума»). «Глубина минимума» определяет степень «выпуклости» минимума.

3)  $U(f_2) - U(f_1) < U_{\max}$ , где  $U_{\max}$  – задаётся параметром «Негоризонтальность» в меню «Настройка|Настройка алгоритма|Негоризонтальность». Этот параметр позволяет отсеивать возможные помеховые выбросы на графике  $U(f)$ , имеющие большую крутизну фронтов. Если вышеупомянутые условия выполнены, то резонансная частота  $f_M$  определяется по формуле:  $f_M = (f_1 + f_2) / 2$ .

Точность определения резонансной частоты по этому алгоритму составляет 0,1 МГц. Если минимум, удовлетворяющий этим условиям, не найден, то в качестве минимума берётся резонансная частота, найденная по Алгоритму 0 (абсолютный минимум) с точностью, равной шагу  $F_s$ .

### Алгоритм 2

В качестве резонансной частоты принимается частота, найденная по алгоритму 1, но если абсолютный минимум находится ниже его по частоте более чем на величину перескока частоты (см. п.4.4), то в качестве резонансной частоты берётся частота, найденная по алгоритму 0.

### Алгоритм 3

В качестве резонансной частоты принимается частота абсолютного минимума, найденного на интервале частот, удовлетворяющем тем же условиям, что и интервал по алгоритму 1. При этом, точность его определения равна шагу перестройки.

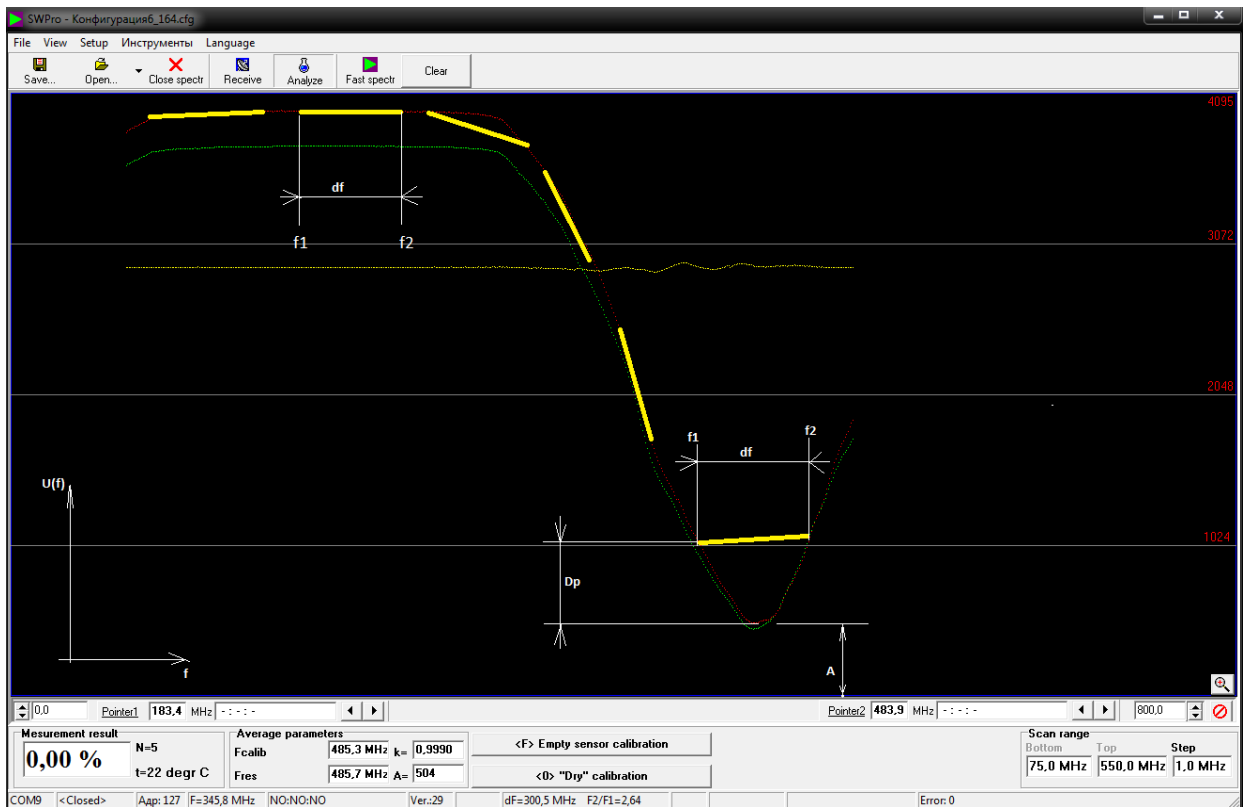


Рис.6

#### Алгоритм 4

В качестве резонансной частоты принимается точка пересечения хорд, проведенных через точки пересечения основного отрезка, найденного по алгоритму 1, и точки пересечения отрезка, проведенного посередине между основным отрезком и точкой абсолютного минимума.

#### Алгоритм 5

В качестве резонансной частоты принимается частота, определенная методом двойной вилки, уточняя тем самым минимум, найденный методом обычной вилки. То есть частота, соответствующая точке пересечения линии, проведенной через середины отрезков, упомянутых в алгоритме 4, и линии, проведенной на уровне абсолютного минимума.

### 4.3. Усреднение результатов измерения

При измерении реального сигнала 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 включениями осадка в потоке жидкости;
- расслоение жидкости, неравномерность распределения воды в объеме жидкости.

В результате измеренная влагомером частота от измерения к измерению может изменяться, что приводит к колебаниям вычисленной величины влажности. Для уменьшения влияния этих факторов следует использовать усреднение.

При усреднении частоты для вычисления влажности используется не текущее измеренное значение частоты, а среднее значение по последним N измерениям. Параметр N – «Усреднение частоты» задается в окне «Настройка алгоритма».

В программе «SW100» для этого имеется вкладка «Усреднение» (см. п.9.4). При значении параметра N, установленном равным 0 или 1, усреднение не производится.

*Примечание.* Следует помнить, 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 рано 3сек.

#### **4.4. Фильтрация «выпадающих» измерений**

Фильтрация «выпадающих» значений позволяет не включать в процесс усреднения те значения, которые сильно отличаются от средних за период усреднения. Фильтрация данного типа позволяет избежать влияния внезапных изменений в техпроцессе.

Фильтрация производится по следующему алгоритму.

При очередном измерении резонансной частоты происходит сравнение усредненной частоты с частотой, только что измеренной, и если отличие составляет величину, большую чем параметр «Перескок частоты», то вместо текущей измеренной («выпадающей») частоты подставляется среднее значение. При этом процесс измерения и усреднения продолжается так, как будто скачка не было.

Параметр «Перескок частоты» задается в окне «Настройка алгоритма» в десятых долях МГц.

Управление фильтрацией «выпадающих» значений производится посредством параметра «Лимит отбрасывания» в окне «Настройка алгоритма».

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 подряд идущих «выпавших» измерения.

Если параметр равен 3 – то трём, и так далее.

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

Если фильтрация отключена («Лимит отбрасывания»=0), то усреднение начинается сначала каждый раз, когда очередная измеренная резонансная частота оказывается отличающейся от средней более, чем указывает параметр «Перескок частоты».

Фильтрация «выпадающих» значений имеет смысл только если включено усреднение результатов измерений (см. п.4.3), так как решение об отбрасывании очередного измерения производится путём сравнения со средним значением.

#### **4.5. Приблизжённая оценка измеряемых параметров и правильности работы**

График спектра даёт общее представление о работе влагомера и позволяет оценить её правильность. Значение резонансной частоты при заполнении датчика материалом можно определить по спектру – по виду резонансной кривой. На резонансной кривой исправного влагомера должен быть четко виден минимум сигнала.

Значение частоты, на которой достигается минимум сигнала, можно определить с помощью инструмента «Визир» с точностью до единиц МГц.

В «SWPro» имеется два таких визира. Включение и выключение отображения визиров производится с помощью пункта меню «Вид|Визир 1...» или «Вид|Визир 2...».

Каждому визире соответствует поле (под графиком спектра) с указанием частоты, на которой «находится» визир, и измеренных на этой частоте амплитуд сигналов.

Перемещение визиров производится с помощью нажатия левой кнопки мыши. Для определения частоты нужно передвинуть визир в интересующее место спектра и прочитайте значение частоты в окне, соответствующем номеру визира.

Если определённая таким образом частота, на которой достигается минимум сигнала, примерно равна (с точностью до единиц МГц) частоте, измеренной влагомером (Фрез), то влагомер настроен верно и работает правильно.

#### 4.6. Дополнительная диагностическая информация

Для включения/отключения окон дополнительной информации нужно сделать двойной щелчок мышью по панели, находящейся слева от панели «Диапазон перестройки частоты» (в правой нижней части главного окна). В результате, вместо кнопок калибровки появятся окна с дополнительными параметрами (рис.7).

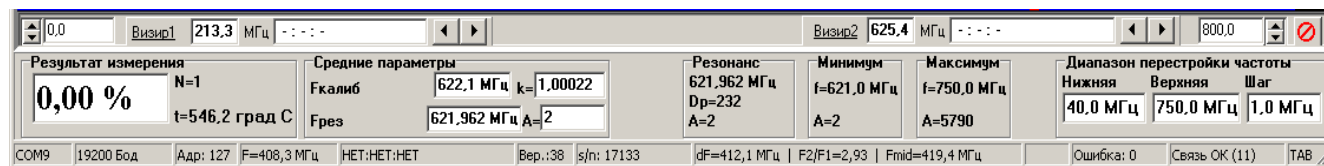


Рис.7

Окно «Минимум» отображает частоту  $f$ , на которой напряжение на входе датчика имеет минимальное значение (поиск производится по Алгоритму 0). Величина сигнала в минимуме выводится в виде значения  $A$ .

Окно «Максимум» отображает частоту  $f$ , на которой напряжение на входе датчика имеет максимальное значение, обозначенное также через  $A$ .

Окно «Резонанс» содержит следующую информацию:

$f$  - резонансная частота, определенная по текущему выбранному алгоритму.

$A$  – уровень сигнала в точке минимума на интервале  $df$  (см. рис. 6).

$Dp$  – “глубина минимума”, измеренная по Алгоритму 1 (см. рис. 6).

**Примечание 1.** Значение  $Dp$  можно использовать для оценки запаса чувствительности при определении резонансной частоты по Алгоритму 1. То есть для надежной работы прибора величина  $Dp$  должна иметь значение большее, чем  $Dp_0$ , указанное в настройках «Настройка| Настройка алгоритма|Глубина минимума».

**Примечание 2.** Значение  $Dp$  актуально только когда найден минимум, удовлетворяющий трём условиям Алгоритма 1. В остальных случаях отображаемое значение не определено и может быть любым.

**Примечание 3.** Признаком того, что минимум по Алгоритму 1 не найден, может являться абсолютное равенство частот в окне «Минимум» и «Резонанс».

### 5. Калибровочные (градуировочные) таблицы

По своему принципу действия влагомер является измерителем диэлектрической проницаемости  $\epsilon_r$ . Пересчёт диэлектрической проницаемости (или  $k_{зам}$ ) во влажность  $W$  производится процессором на основе калибровочных (градуировочных) таблиц, в которых заложено соответствие между указанными параметрами. В общем случае, для каждого вида контролируемого материала существует своя функциональная зависимость между проницаемостью и влажностью. Причем, указанная функциональная зависимость привязана к конкретной температуре материала.

Во влагомере может храниться до 100 различных калибровок. Переключение калибровок может производиться в диалоговом окне для работы с калибровками, либо через цифровой интерфейс MODBUS посредством регистров, указанных в части 1 разделе 12.

В ряде случаев при построении автоматизированных систем пересчет диэлектрической проницаемости во влажность удобнее проводить не в процессоре влагомера, а средствами самой автоматизированной системы. Такое решение может оказаться удобным при необходимости оперативной смены калибровок в ходе техпроцесса (например, при дозировании разных видов материалов), так как позволяет исключить программирование сложных алгоритмов переключения калибровок посредством линий связи.

В этом случае от влагомера принимается только температура и значение коэффициента замедления, которые преобразуются во влажность во внешней системе управления.

Каждая калибровка представляет собой таблицу соответствия между коэффициентом замедления  $k_{зам}$  (функция от  $\varepsilon_r$ ) и влажностью  $W$ . Пример таблицы приведен в разделе 5.2.5 настоящего руководства. Таких таблиц для каждого материала – четыре, причем, каждая из этих таблиц составляется для определённой температуры. Первая таблица составляется для самой низкой температуры измеряемого материала, а четвёртая — для самой высокой.

*Замечание.* Коэффициент замедления  $k_{зам}$  – это отношение резонансной частоты датчика при заполнении его воздухом к резонансной частоте при заполнении контролируемым материалом. Указанный коэффициент равен отношению скорости электромагнитной волны в вакууме (в воздухе) к скорости распространения волны в материале (см. главу 4). Данный параметр в технической литературе называют также показателем преломления материала. При малых диссипативных потерях для распространяющейся в материале электромагнитной волны показатель преломления связан с диэлектрической проницаемостью выражением:

$$\varepsilon_r = k_{зам}^2 .$$

Калибровочная таблица представляет собой набор из 15 точек (пар значений  $k_{зам}$ ,  $W$ ), которые используются процессором для задания функции  $W = W(k_{зам})$ . Влажность  $W$  вычисляется процессором путём линейной интерполяции промежуточных значений коэффициента замедления  $k_{зам}$  на соответствующем отрезке функции  $W = W(k_{зам})$ .

### **5.1. Окно для работы с калибровками**

Чтобы получить доступ к таблицам в главном окне программы «SWPro» надо выбрать пункт меню «Настройка|Калибровочные таблицы...». После этого появится окно (рис.9) с заголовком «Калибровочные таблицы», в котором находятся элементы управления и отображения, необходимые для просмотра и внесения изменений в таблицы. Данное окно по внешнему виду и своей функциональности полностью аналогично такому же окну в программе «SW100» (см. главу 9 настоящей инструкции).

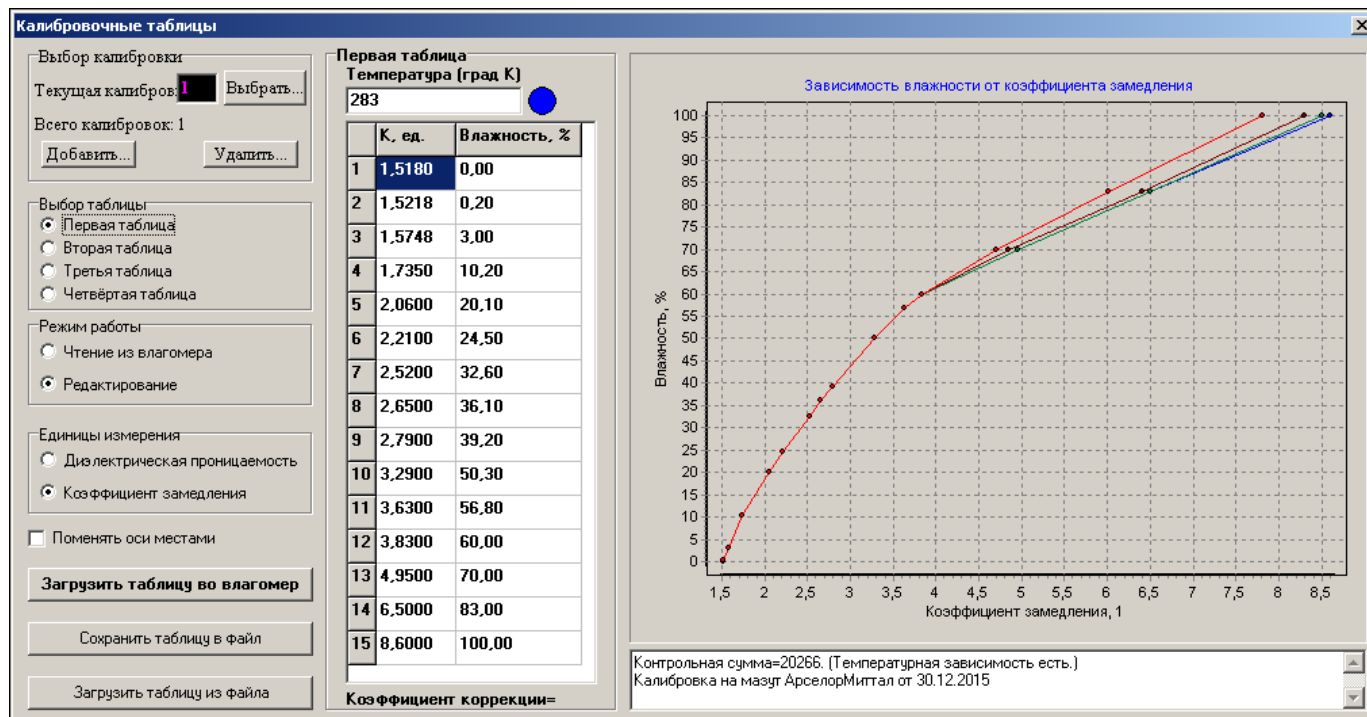


Рис.8

Окно можно условно разделить на три части:

- в левой части находятся элементы управления окном;
- в средней части – текущая таблица преобразования;
- в правой части – графическое представление табличных данных.

При первом открытии данного окна отображаются данные первой таблицы, находящейся в памяти влагомера (считается, что связь с влагомером ранее уже установлена).

Выбор отображаемой таблицы производится путём выбора нужного пункта на панели «Выбор таблицы». При этом вверху таблицы показывается температура, соответствующая данной таблице. Панель «Единицы измерения» позволяет выбрать представление измеряемой прибором величины в виде коэффициента замедления  $k_{зам}$  или относительной диэлектрической проницаемости  $\epsilon_r$ .

Коэффициент коррекции показывает, используется ли смещение калибровки, вычисленное после операции «Калибровка по сухому веществу» (см. п.5.3 ниже). Для вновь создаваемых или редактируемых таблиц коэффициент коррекции равен нулю.

Существует два режима работы с таблицами: «Чтение» и «Редактирование», переключаемые в соответствующем поле «Режим работы».

В режиме «Чтение» (включен по умолчанию) возможен только просмотр таблиц, хранящихся в памяти влагомера.

В режиме «Редактирование» становятся доступными правка таблиц, запись калибровки во влагомер, сохранение калибровки в файл и открытие калибровки из файла.

Так как каждая калибровка состоит из четырёх таблиц, то сначала нужно выбрать интересующую калибровку. Это делается в верхнем левом углу окна путём ввода в поле «Номер текущей калибровки» её номера.

Общее количество записанных во влагомер калибровок отображается под этим полем.



*Примечание.* Необходимо учитывать, что выбранная таким образом калибровка сохраняется в памяти влагомера и дальнейшие вычисления в рабочем режиме будут выполняться по ней.

При необходимости добавить ещё одну калибровку или удалить текущую калибровку необходимо нажать соответствующие кнопки «Добавить» или «Удалить».

Для быстрой идентификации программа «SWPro» (а также программа «SW100») подсчитывает контрольную сумму текущей калибровки и отображает её в поле под графиком. При поставке влагомера в паспорте указываются контрольные суммы всех калибровок, записанных во влагомер. Таким образом, можно определить целостность калибровок не прибегая к их построчному сравнению между собой.

После выбора калибровки можно приступить к действиям с калибровочными таблицами.

## **5.2. Порядок работы с калибровочными таблицами**

### **5.2.1. Запись таблиц из файла во влагомер**

Запись калибровочных таблиц во влагомер производится в следующем порядке:

- 1) установить связь с влагомером;
- 2) открыть окно для работы с калибровочными таблицами (рис. 8);
- 3) перейти в режим «Редактирование»;
- 4) нажать кнопку «Открыть таблицу из файла...» и в появившемся стандартном диалоговом окне выбрать желаемый файл;
- 5) после этого нажать кнопку «Записать таблицу во влагомер».

*Примечание 1.* При создании и редактировании таблиц следует учитывать, что таблице с меньшим номером должна соответствовать таблица для меньшей температуры.

*Примечание 2.* Если для данного вида измеряемого материала используется характеристика, не зависящая от температуры, то одни и те же данные записываются во все четыре таблицы влагомера, но при этом для каждой таблицы перед записью во влагомер (шаг 5) следует вручную указать температуру в соответствии с *Примечанием 1.*

### **5.2.2. Сохранение калибровки из влагомера в файл**

Для того чтобы сохранить имеющиеся в памяти влагомера таблицы, необходимо выполнить следующие шаги:

- 1) перейти в режим «Редактирование»;
- 2) нажать кнопку «Сохранить таблицу в файл...» и в появившемся стандартном диалоговом окне указать желаемое имя файла;

### **5.2.3. Корректировка существующих таблиц**

Если в процессе эксплуатации влагомера возникнет необходимость корректировки калибровочных характеристик, то при этом рекомендуется придерживаться такого порядка действий:

- 1) перейти в режим «Редактирование»
- 2) сохранить имеющиеся в памяти влагомера таблицы согласно п.5.2.2;
- 3) внести желаемые изменения в текущую таблицу (или открыть новую из файла);
- 4) записать её во влагомер;
- 5) сохранить калибровку в файл в соответствии с п.5.2.2.

#### 5.2.4. Создание калибровочных таблиц

Для создания новой калибровочной характеристики гораздо удобнее подготовить таблицу с помощью какой-нибудь специализированной общеизвестной программы (например, MS Excel) и сохранить её в формате, пригодном для записи во влагомер с помощью программы «SW100» или «SWPro».

Для записи и сохранения таблиц указанные программы используют стандартный формат CSV (переменные, разделяемые запятыми), который поддерживается, в частности, редактором таблиц MS Excel.

#### 5.2.5. Формат калибровочных таблиц

Калибровочная характеристика влагомера представляют собой набор из четырёх таблиц файла CSV или Excel. Каждая таблица состоит из пятнадцати строк, задающих соответствие между коэффициентом замедления  $k_{зам}$  и влажностью  $W$ .

Ниже показано, как должна выглядеть таблица в формате Excel:

<b>F</b>	<b>283</b>	
1	1,57	0
2	1,76	8,44
3	1,94	15,5
4	2,06	20,1
5	2,21	24,5
6	2,52	32,6
7	2,65	36,1
8	2,79	39,2
9	3,04	44,8
10	3,29	50,3
11	3,63	56,8
12	3,83	60
13	4,95	70
14	6,75	83
15	9,15	100
<b>F</b>	<b>298</b>	
1	1,57	0
2	1,76	8,44
3	1,94	15,5
4	2,06	20,1
5	2,21	24,5
6	2,52	32,6
7	2,65	36,1
8	2,79	39,2
9	3,04	44,8
10	3,29	50,3
11	3,63	56,8
12	3,83	60
13	4,95	70
14	6,75	83
15	9,15	100
<b>F</b>	<b>308</b>	
1	1,57	0
2	1,76	8,44
3	1,94	15,5
4	2,06	20,1
5	2,21	24,5
6	2,52	32,6
7	2,65	36,1
8	2,79	39,2
9	3,04	44,8
10	3,29	50,3
11	3,63	56,8
12	3,83	60
13	4,95	70
14	6,75	83
15	9,15	100
<b>F</b>	<b>318</b>	
1	1,57	0
2	1,76	8,44
3	1,94	15,5
4	2,06	20,1



5	2,21	24,5
6	2,52	32,6
7	2,65	36,1
8	2,79	39,2
9	3,04	44,8
10	3,29	50,3
11	3,63	56,8
12	3,83	60
13	4,95	70
14	6,75	83
15	9,15	100

Калибровочная таблица составляется с соблюдением ряда правил.

Первая строка служит для указания температуры (в градусах Кельвина), которой соответствует данная таблица. В первой ячейке должен быть служебный символ F (латинская буква). Во второй ячейке – значение температуры в градусах Кельвина. Третья ячейка – пустая.

Все последующие строки служат для представления опорных точек калибровочной характеристики. Каждая строка состоит из трёх столбцов. В первом столбце порядковый номер точки - от 1 до 15. Во второй – значение коэффициента замедления материала. В третьей ячейке – соответствующее ему значение влажности в процентах. Необходимо составлять таблицу таким образом, чтобы ячейке с меньшим порядковым номером соответствовала точка с меньшим значением коэффициента замедления.

При составлении таблиц коэффициент замедления следует указывать не более чем с четырьмя знаками после запятой, влажность - не более чем с двумя знаками после запятой.

*Примечание 1.* Таблица не должна содержать коэффициенты замедления меньше 1.

*Примечание 2.* Если калибровочная таблица содержит хотя бы один коэффициент замедления больший чем 13, то точность представления коэффициента автоматически уменьшается до 2 знаков после запятой с соответствующим округлением ранее введённых значений. В этом случае значение наименьшего из использованных в таблице коэффициентов замедления должно быть меньше 50.

*Примечание 3.* Каждая таблица должна содержать 15 точек калибровки. Если калибровочных точек меньше, чем пятнадцать, то в таблицу вносятся все имеющиеся точки по указанным выше правилам, а недостающие строки формируются путём копирования (дублирования) строки с наибольшим для данной таблицы коэффициентом замедления.

Созданная по этим правилам таблица Excel сохраняется в формате CSV. После этого таблица готова к использованию программами «SW100» и «SWPro».

### 5.3. Калибровка по сухому веществу

Калибровка по сухому веществу может потребоваться для подстройки калибровочной характеристики при небольшом изменении свойств контролируемого материала, например, при смене сорта нефти.

Суть калибровки по сухому веществу состоит в том, что влагомер автоматически прибавляет некоторую величину (коэффициент коррекции) к измеренному коэффициенту замедления без изменения калибровочной таблицы, т.е. фактически производит параллельный сдвиг графика калибровочной зависимости вдоль оси абсцисс (см. рис. 8).

Величина корректирующего коэффициента  $K_{корр}$  для уточнения коэффициента замедления рассчитывается автоматически при нажатии на кнопку «Калибровка по сухому веществу». Влагомер производит расчет по следующей формуле:

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

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

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

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

*Важно!* Для проведения калибровки по сухому веществу необходимо, чтобы материал, по которому проводится калибровка, не содержал влагу.

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

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

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

Значение коэффициента коррекции  $K_{корр}$  может быть как положительным, так и отрицательным. По модулю коэффициент коррекции  $K_{корр}$  не должен быть больше, чем 0,32767. Значение коэффициента коррекции можно увидеть в окне «Калибровочные таблицы» непосредственно под таблицей калибровки (рис. 8).

*Примечание 1.* Слишком большое значение коэффициента коррекции  $K_{корр}$  (более чем 0,01...0,02) может говорить о том, что его использование для данного материала не целесообразно, вместо калибровки по сухому веществу необходимо выполнить полную калибровку на новом материале согласно разделу 6 данной инструкции.

*Примечание 2.* Для сброса (обнуления) коэффициента коррекции  $K_{корр}$  необходимо провести повторную загрузку исходной калибровочной таблицы посредством окна «Калибровочные таблицы» (рис. 8).

## 6. Выполнение калибровки влагомера

Для каждого вида измеряемого материала во влагомер должна быть записана своя калибровочная таблица, связывающая измеряемую влагомером диэлектрическую проницаемость (коэффициент замедления) материала с содержанием в материале воды. Калибровка влагомера – это введение в калибровочную таблицу данных или их корректировка по результатам сравнения показаний влагомера с эталонными (лабораторными) результатами измерений содержания воды. Для сыпучих материалов эталонным методом измерения влажности является гравиметрический метод (методом сушки). Для жидких материалов – метод титрования по Карлу Фишеру, но также в ряде случаев может быть применен метод Дина - Старка по ГОСТ 2477-2014.

На предприятии - изготовителе влагомеров производится предварительная калибровка влагомеров. При предварительной калибровке применяются имеющиеся на предприятии образцы материалов или образцы измеряемого материала, предоставленные заказчиком. При вводе влагомера в эксплуатацию для повышения точности измерений рекомендуется выполнить рабочую (итоговую) калибровку влагомера, которая позволяет более точно учесть свойства контролируемого материала и особенности применения датчика влагомера. Например, при итоговой калибровке влагомеров нефти обеспечивается корректировка гра-

дуировочных характеристик под конкретный сорт нефти, ее углеводородный состав. При выполнении рабочей калибровки влагомеров сыпучих материалов, например, зерна пшеницы, производится корректировка под конкретный сорт пшеницы и что особенно важно - под насыпную плотность сыпучего материала в месте установки датчика влагомера.

Требования к проведению измерений, в том числе при калибровке, и порядок их выполнения описаны в разделе 12 Технического описания и руководства по эксплуатации ВИГТ.415210.100-01 РЭ (ТО-РЭ), часть 1.

### **6.1. Подготовка влагомера к проведению калибровки**

После завершения монтажа датчика влагомера сыпучих материалов на промышленном объекте (бункер, транспортер) до заполнения датчика контролируемым материалом следует выполнить так называемую «Калибровку по пустому резонатору». Для влагомеров жидких материалов «Калибровка по пустому резонатору», выполненная на предприятии-изготовителе, обычно сохраняется неизменной.

При «калибровке по пустому резонатору» определяется резонансная частота пустого датчика –  $f_0$ . Эта частота определяется один раз или при изготовлении датчика (для жидких материалов) или после монтажа датчика на оборудовании (для влагомеров сыпучих материалов). Указанная частота  $f_0$  называется *калибровочной частотой* влагомера, она запоминается во внутренней памяти прибора. Таким образом, калибровочная частота  $f_0$  запоминается в памяти влагомера по команде пользователя, когда датчик влагомера пуст (не заполнен измеряемым материалом).

Калибровка может быть выполнена двумя способами:

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

*Способ 2.* Прямым вводом значения частоты (с точностью до десятых долей МГц). Для этого нужно выбрать пункт меню «Настройка|Калибровочная частота...» и в появившемся окне (рис. 9) ввести требуемое значение, полученное на основе измеренной влагомером частоты, паспортное значение этого параметра или определенное иным способом (например, если резонансная частота датчика оказалась вне диапазона перестройки частоты влагомера).

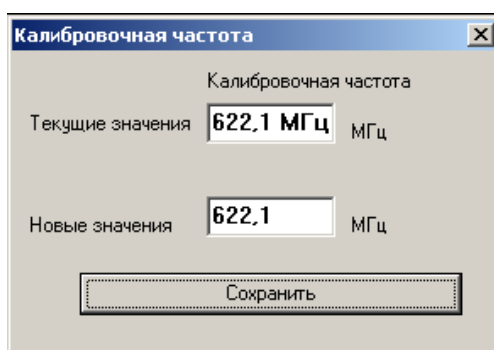


Рис.9

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

Исходя из физического смысла калибровки измеренный влагомером коэффициент замедления  $k_{зам}$  после выполнения калибровки должен быть равен  $k_{зам} = 1 \pm 0,0002$  для влагомеров жидких материалов, и  $k_{зам} = 1 \pm 0,002$  для влагомеров сыпучих материалов.

Если повторно измеренный влагомером коэффициент замедления  $k_{зам}$  выходит за указанные границы (при условии, что датчик пуст), то это может быть следствием недостаточной степени очистки внутренней поверхности влагомера.

## **6.2. Выполнение рабочей калибровки влагомера сыпучих материалов**

По завершению «калибровки по пустому резонатору» далее следует заполнить датчик контролируемым материалом. Объем пространства, который датчик охватывает при измерениях, должен быть заполнен именно тем материалом, который следует измерять. Если в этом объеме окажутся посторонние предметы или он частично будет заполнен воздухом, то точные измерения невозможны, т.к. влагомер измеряет то количество воды, которое оказалось в контролируемом датчиком объеме пространства.

Если калибруется датчик варианта FIZEPR0SW100.10.4x, установленный в бункере, то необходимо убедиться, что контролируемый материал полностью заполняет все пространство в бункере вокруг датчика таким образом, что материал закрывает сверху датчик слоем толщиной не менее 0,5м и отсутствуют пустоты под датчиком. В контролируемом материале не должно быть посторонних включений.

Если калибруется датчик варианта FIZEPR-SW100.10.5x, установленный над лентой конвейера, то необходимо убедиться, что контролируемый материал полностью заполняет все пространство вокруг датчика таким образом, что слой материала на расстоянии до 15см вокруг датчика имеет толщину не менее 10см и этот слой на несколько сантиметров поднимается над поверхностью щита датчика.

При выполнении рабочей калибровки необходимо убедиться, что контролируемый материал имеет стабильный по влажности состав (влага распределена в измеряемом объеме равномерно) и для лабораторного анализа берётся представительная проба. Для этого следует взять ряд проб (рекомендуется брать не менее 8...10 проб) из разных частей контролируемого датчиком объема материала и гравиметрическим методом измерить влажность каждой пробы. По величинам полученных значений влажности взятых проб используя стандартные методы (ГОСТ Р8.736-2011) следует рассчитать среднеквадратичную погрешность и определить допустимую для данного применения влагомера погрешность его измерения.

*Примечание.* Паспортная погрешность влагомера приведена в разделе 3.2 ТО-РЭ, часть 1. Величины паспортной погрешности установлены в соответствии с методом измерений, приведенном в методике поверки МП242-1715-2014. В указанной методике в качестве эталонного материала применяют жидкости (смеси масла с водой). Это позволило при определении паспортной погрешности влагомера исключить влияние на измерения насыпной плотности сыпучего материала и влияние неоднородности распределения влаги в контролируемом объеме. В реальных условиях эксплуатации указанные факторы могут сильно влиять на результаты измерений, поэтому столь важно проведение рабочей калибровки, которая позволяет учесть все влияющие на измерения факторы.

После завершения перечисленных выше подготовительных операций следует произвести измерение, результат измерения следует считать с индикаторного устройства (с экрана компьютера, программа «SWPro»). Эти данные заносятся в протокол измерений, в него также

вносятся данные лабораторных измерений с указанием даты отбора и температуры материала. Образец протокола приведен в Приложении 23 к ТО-РЭ, часть 1.

В момент отбора пробы для лабораторных измерений контролируемого материала в протоколе фиксируются показания влагомера, а после завершения лабораторного анализа, его результаты заносятся в соответствующую строку. Вычисляется разность полученных значений с учётом знака. Для выполнения изменений калибровочной таблицы следует набрать достаточную статистику. Требуемый объем статистических данных определяется по ГОСТ Р8.736-2011, критерием является достижение сходимости результатов измерений.

## 7. Настройка токового выхода

Для настройки параметров токового выхода (токовой петли 4-20 мА) влагомера нужно выбрать пункт меню «Настройка|Токовый выход...».

После этого появится соответствующее диалоговое окно, показанное на рис.10.

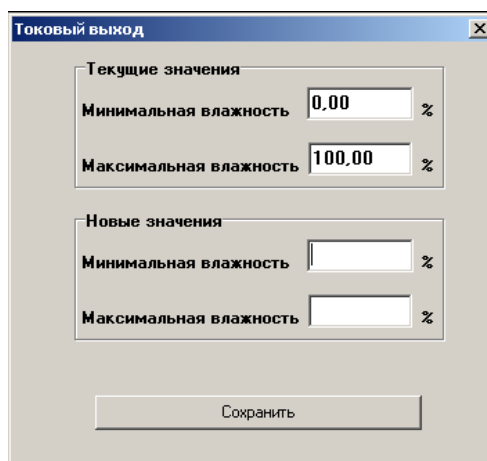


Рис.10

В данном окне в верхней части указываются текущие настройки токового выхода.

Новые настройки можно ввести в нижней части.

При этом минимальная влажность соответствует выходному току 4 мА, а максимальная влажность соответствует току 20 мА.

Для того чтобы вновь введенные значения вступили в силу нужно нажать кнопку «Сохранить».

*Примечание.* Настройки параметров токового выхода не влияет на диапазон измерения и значения влажности, передаваемые по интерфейсу MODBUS и отображаемые в соответствующих окнах программ «SW100» и «SWPro» (рис. 1, 13 и 15).

## 8. Опции автоматического сохранения результатов измерения

### 8.1. Автоматическое сохранение спектров

При исследованиях новых материалов или при диагностике работы влагомера может возникнуть необходимость автоматически сохранять файлы конфигурации влагомера без необходимости присутствия оператора. Для этого в программе «SWPro» 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.11), доступного через меню «Инструменты|Автосохранение...».

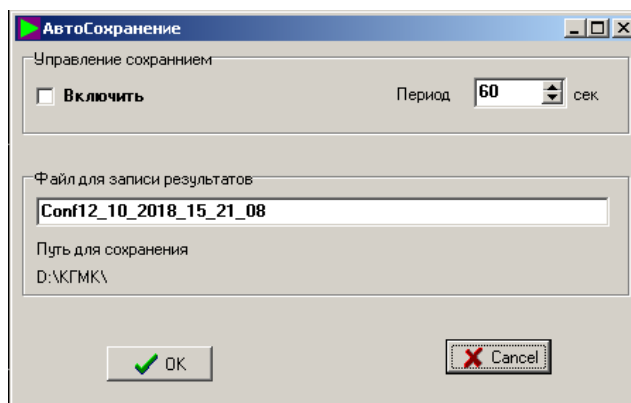


Рис.11

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 меню «Файл|Сохранить...».

## 8.2. Автоматическое сохранение результатов измерения

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

Для управления автоматической записью используется диалоговое окно (рис.12), доступное через меню «Инструменты|Автозапись...».

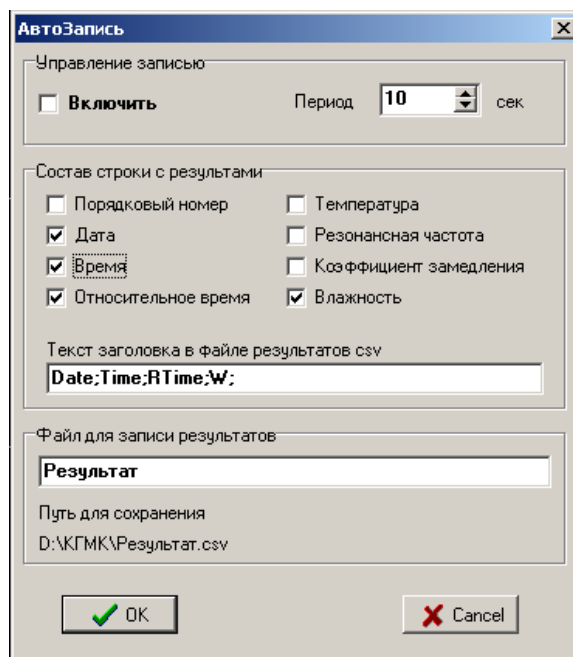


Рис.12

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

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...».

*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.* При установке флага «Включить» в окне управления (рис.12) и нажатии кнопки «Ок» создается новый файл с указанным в окне именем, что может привести к потере записанных ранее данных. Поэтому для продолжения записи следует задать новое имя для файла записываемых вновь данных.

*Примечание 4.* Не рекомендуется открывать файл, в который производится запись в режиме включенной автозаписи. Это может привести к ошибке доступа и аварийному завершению работы программы.

### 9. Программа «SW100» для работы с влагомерами FIZEPR-SW100

Программное обеспечение «SW100» обеспечивают выполнение следующих функций:

- вывод на экран компьютера текущего значения влажности в цифровом виде;
- вывод на экран компьютера измеренной влажности в виде графика, который показывает текущее значение влажности и ее изменение во времени;
- управление влагомером, задание некоторых режимов его работы.

Программа состоит из главного окна, в котором отображается текущее значение влажности в цифровом виде и текущие настройки влагомера, а также дополнительного окна, в котором выводится график техпроцесса (рис.13).

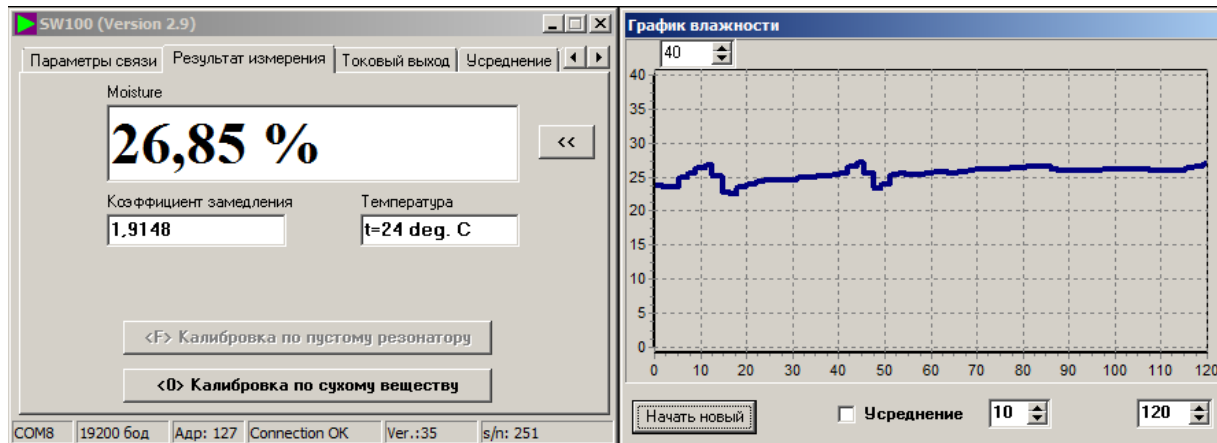


Рис.13

В главном окне программы в верхней его части расположены 6 вкладок, позволяющих управлять режимами работы влагомера и производить его настройку.

В самом низу главного окна находится статусная строка для отображения служебной информации. Она поделена на пять полей:

- 1) в первом поле отображается имя последовательного порта, к которому должен быть подключен влагомер;
- 2) во втором – установленная скорость работы порта в бодах (бит/с);
- 3) в третьем – адрес влагомера в сети MODBUS;
- 4) в четвертом – сообщение о состоянии обмена данными по сети:



«Connection OK» – связь есть, «No connection» –связи нет, если данное поле осталось пустым, то не выбран последовательный порт;

- 5) в пятом – номер версии внутреннего ПО влагомера («прошивки» влагомера);
- 6) в шестом поле отображается серийный номер влагомера.

### 9.1. Идентификация ПО

В главном окне программы, в левом верхнем углу отображается иконка программы, название (идентификатор программы) «SW100» и номер версии ПО (см. рис. 14).

### 9.2. Установка связи с влагомером

Для приема данных от влагомера или внесения каких-либо изменений в его настройки необходимо установить связь с влагомером.

Настройка параметров связи производится на вкладке «Параметры связи» (рис.14).

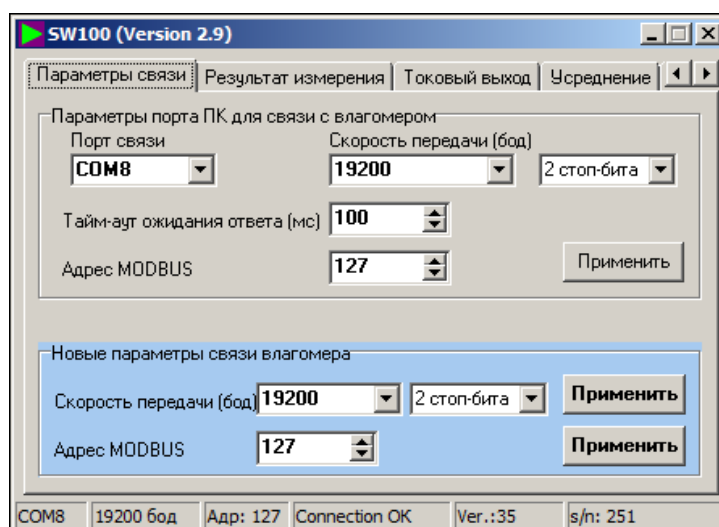


Рис.14

Все необходимые настройки для установления связи находятся в верхней части вкладки. После выбора всех необходимых параметров нужно нажать кнопку «Применить».

Об успешной установке связи будет свидетельствовать надпись «Connection OK» в статусной строке внизу окна.

Для изменения сетевого адреса влагомера или скорости обмена в окне «Новые параметры связи влагомера» (на голубом фоне) имеются поля для задания этих параметров. После изменения параметров необходимо нажать на кнопку «Применить».

Подробное описание настроек связи приведено в главе 3 данного описания.

### 9.3. Вкладка «Результат измерения»

На данной вкладке (рис.15) находятся поля, на которых отображаются непосредственно измеряемые параметры: «Влажность», «Коэффициент замедления» и «Температура».

Двойной щелчок левой кнопки мыши по полю «Коэффициент замедления» позволяет отобразить диэлектрическую проницаемость контролируемого материала.

Кнопка >> позволяет включить дополнительное окно с графиком влажности, в котором можно видеть график изменения влажности во времени.

Кнопка «Калибровка по пустому резонатору» позволяет произвести точную настройку влагомера после его монтажа на объекте заказчика. Для влагомеров сыпучих материалов

варианта FIZEPR-SW100.10.4 и подобных им такая калибровка является обязательной. Подробнее см. в главе 5 данного описания.

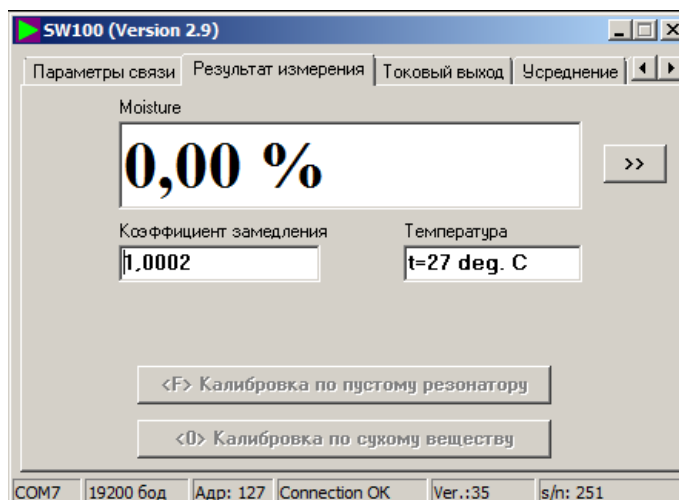


Рис. 15

Кнопка «Калибровка по сухому веществу» позволяет сдвинуть рабочую характеристику влагомера, не создавая новую калибровку. Это может оказаться необходимым в случае, когда контролируемый материал не полностью соответствует калибровке, установленной производителем, но различия не велики. При указанной калибровке необходимо, чтобы используемое для калибровки «сухое» вещество не содержало влагу. Подробнее см. в п.6.3.

После калибровки по обезвоженному материалу влагомер запомнит сдвиг характеристики и будет работать с учётом этого сдвига. Сами калибровочные таблицы при этом не меняются.

Чтобы вернуть калибровочную характеристику к исходному виду (убрать сдвиг) необходимо произвести перезапись калибровочных таблиц согласно п.6.2.

Производить калибровку по пустому датчику или «сухому» веществу следует только в случае, если вы уверены в правильности своих действий.

Кнопки «Калибровка по пустому резонатору» и «Калибровка по сухому веществу» доступны только после входа в «Режим поверки». Переключение в режим поверки производится на вкладке «Метрология» (см. ниже раздел 9.5, рис.18).

#### **9.4. Настройка токового выхода**

В данной вкладке (рис.16) указаны калибровочные коэффициенты токовой петли 4-20 мА: минимальная влажность, соответствующая току 4 мА, и максимальная – соответствующая току 20 мА.

Для изменения масштаба токового выхода нужно в поле «Новые значения» задать новые значения минимальной и максимальной влажности и нажать кнопку «Сохранить».

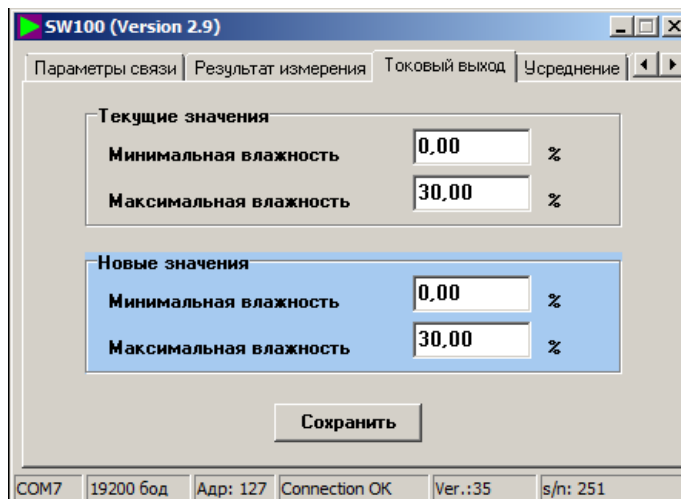


Рис.16

*Примечание.* Настройки параметров токового выхода не влияет на диапазон измерения и значения влажности, передаваемые по интерфейсу MODBUS и отображаемые в соответствующих окнах программ «SW100» и «SWPro» (рис. 1, 13 и 15).

### 9.5. Вкладка «Усреднение»

На вкладке «Усреднение» (рис. 17) можно изменить константу усреднения результатов, которая задает количество измерений, используемых при вычислении среднего значения влажности.

Следует помнить, что время измерения (время получения наиболее достоверного результата) прямо пропорционально значению константы усреднения.

Подробнее см. в п.4.3.

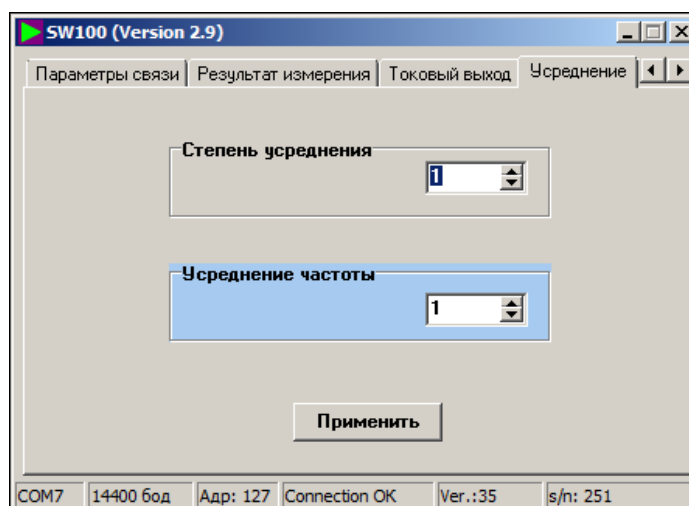


Рис.17

### 9.6. Вкладка «Метрология»

Вкладка «Метрология» (рис. 18) содержит четыре кнопки: «Калибровочные таблицы», «Загрузить конфигурацию в прибор», «Сохранить конфигурацию прибора в файл», «Режим поверки».

При необходимости изменить калибровочные таблицы следует нажать на кнопку «Калибровочные таблицы», при этом откроется окно с соответствующим названием (см. главу 6).

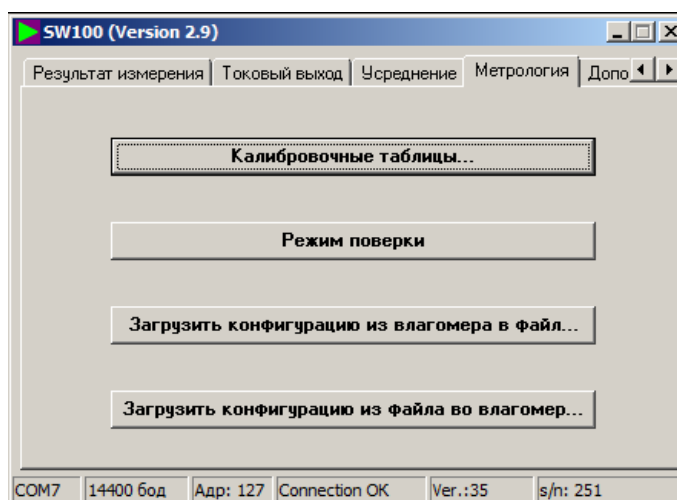


Рис.18

Кнопка «Загрузить конфигурацию из влагомера в файл» служит для сохранения текущей конфигурации в файл с расширением «.cfg», который используется для контроля работы и диагностики состояния влагомера. При нажатии данной кнопки открывается диалоговое окно, где задается имя файла и место его сохранения. Данный файл можно переслать предприятию-изготовителю для диагностики работы влагомера. В этом же файле сохраняется спектр и график изменения влажности в том объеме, в котором он представлен в данный момент в соответствующем окне.

Кнопка «Загрузить конфигурацию из файла во влагомер» служит для загрузки во влагомер градуировочной (калибровочной) таблицы в виде файла с расширением «.cfg».

Эта опция может быть использована для быстрой перенастройки влагомера, вызванной, например, необходимостью уточнения калибровки под результаты лабораторного анализа контролируемого материала. Подробнее см. в главах 5 и 6.

## 10. Приложения

### Приложение 1

Вид электронного блока ВИГТ.415210.101-02 (взрывозащищенное исполнение)  
со снятой верхней крышкой

