



УТВЕРЖДЕН

643. 49510043. 00002-02-34-01

**ПРИЛОЖЕНИЕ А
(ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ)**

**ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС
НА БАЗЕ МОДУЛЕЙ СЕРИИ ОТВ
ДЛЯ КОМПАКТ-ПРУВЕРА BROOKS
ИВК-Н-Т**

**Руководство оператора
643. 49510043. 00002-02-34-01**

Листов 15

Инд.№ подп.	Подп. и дата	Взам.инв.№	Инд.№ дубл.

2002

Литера

АННОТАЦИЯ

Настоящее «Руководство» предназначено для специалистов, эксплуатирующих и обслуживающих системы измерения количества и показателей качества нефти (СИКН), оснащённые компакт-пруверами Brooks (ТПУ) с вторичной аппаратурой типа ИВК-Н-Т производства ИПФ «Турбулент».

Приведены сведения о логической структуре и функционировании программных модулей (ПМ), входящих в состав программного обеспечения комплекса, достаточные для профессиональной эксплуатации и обслуживания ТПУ, входящей в состав узла учёта нефти.

Программные модули работают в среде операционной системы Windows 95/98/Me на IBM-совместимых компьютерах.

Описаны назначение каждого ПМ и механизмы взаимодействия между ними.

Подробно описаны технологии конфигурирования комплекса и настройки его составных частей.

Даны чёткие описания каждого элемента экранного интерфейса.

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ	2
СОДЕРЖАНИЕ.....	3
1. НАЗНАЧЕНИЕ, СОСТАВ И УСТАНОВКА ПРОГРАММЫ.....	4
<i>1.1. Назначение программы.....</i>	<i>4</i>
<i>1.2. Состав программы.....</i>	<i>4</i>
1.2.1. Сервер модулей ОТВ	4
1.2.2. Программный модуль ТПУ	4
1.2.3. Программы работы с отчетами.....	4
<i>1.3. Установка программы.....</i>	<i>4</i>
2. УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОГРАММЫ.....	6
<i>2.1. Требования к компьютеру.....</i>	<i>6</i>
<i>2.2. Регистрация классов и объектов.....</i>	<i>6</i>
<i>2.3. Настройка файлов конфигурации и констант.....</i>	<i>6</i>
2.3.1. Конфигурирование файла «tp4404.cfg».....	6
2.3.2. Конфигурирование файлов «tp510t.cfg», «tp513x.cfg», «tp520x.cfg», «tp530x.cfg».....	7
2.3.3. Конфигурирование файла «tpSistem.cfg»	9
2.3.4. Формирование файла констант.....	10
3. ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОГРАММЫ.....	13
<i>3.1. Запуск программы.....</i>	<i>13</i>
<i>3.2. Закрытие программы.....</i>	<i>13</i>
<i>3.3. Работа программы.....</i>	<i>13</i>
3.3.1. Внешний вид программы.....	13
3.3.2. Программный модуль SmpTpu.exe	14
ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ.....	30

1. НАЗНАЧЕНИЕ, СОСТАВ И УСТАНОВКА ПРОГРАММЫ

1.1. Назначение программы

Программный пакет ИВК-Н-Т (далее программа) является составной частью аппаратно-программного комплекса ИВК-Т (далее комплекс), предназначенного для управления компакт-прувером Brooks (далее ТПУ) узлов учета нефти.

1.2. Состав программы

Полный комплект для работы с компакт-прувером состоит из следующих программ:

- **CmptTpu.exe** – модуль компакт-прувера (ТПУ);
- **ExpertReport.exe** и **Viewing2.exe** -программы для работы с отчетами;
- **TunSystem.exe** – программа для настройки системы, состоящей из модулей ОТВ, используется только на этапе конфигурирования программы для считывания паспортных данных, хранящихся в энергонезависимой памяти модулей ОТВ.

Каждый программный модуль является независимым исполняемым приложением.

1.2.1. Сервер модулей ОТВ

Предназначен для обеспечения взаимодействия программы с модулями ОТВ. Для своей работы он использует файлы настройки, расположенные в каталоге «с:\lvk\Otw\CfgTpu\». Программа CmptTpu.exe содержит внутри встроенный сервер модулей ОТВ. В каталоге «с:\lvk\Otw\CfgTpu\» находится также SrvOtw.exe, который служит для проверки работы обмена с модулями ОТВ.

1.2.2. Программный модуль ТПУ

Модуль ТПУ – CmptTpu.exe включает в себя все алгоритмы работы компакт-прувера. Принимает строки данных от сервера модулей ОТВ и обрабатывает их. Обеспечивает отображение информации на экране дисплея компьютера и взаимодействие оператора с комплексом..

Для своей работы использует файл констант «SrvTpu.cst», расположенный в каталоге «с:\lvk\CmptTpu\».

По команде оператора формирует файл данных проверки, который записывается в каталог «с:\lvk\CmptTpu\Arhiv\».

1.2.3. Программы работы с отчетами

Для создания и редактирования отчетов служит программа **ExpertReport.exe**, предоставляющая пользователю следующие возможности:

- создания шаблонов отчетов любого вида и редактирования уже имеющихся с помощью модуля создания и редактирования компонентов шаблонов протоколов;
- предварительного просмотра отчетов перед печатью;
- печати отчетов (с возможностью настройки параметров печати) с помощью модуля печати отчетов;
- и другие.

1.3. Установка программы

Установка программы осуществляется с установочного компакт-диска, путем запуска программы “ **Install_CmptTpu.EXE** ”, который поставляется в составе всего обо-

рудования комплекса, наряду с другими программами и всеми необходимыми для работы файлами комплекса. После установки программы (и всего комплекса) на диске «с:\» должен появиться каталог «с:\lvk» с другими необходимыми каталогами и содержимым.

2. УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОГРАММЫ

2.1. Требования к компьютеру

Для нормальной работы программы необходим IBM-совместимый компьютер с тактовой частотой не менее 333 МГц, с операционной системой Windows 95/98/Me и объемом оперативной памяти не менее 64 Мбайт.

2.2. Регистрация классов и объектов

Внимание! Все необходимые программы комплекса регистрируется в реестре Windows при установке с установочного компакт-диска.

2.3. Настройка файлов конфигурации и констант

Перед первым рабочим запуском программы необходимо сконфигурировать файлы настройки модулей ОТВ: tp4404.cfg, tp513x.cfg, tp520x.cfg, tp530x.cfg, tp510t.cfg и файл настройки комплекса tpSistem.cfg, которые необходимы для правильной работы сервера модулей ОТВ. Файлы настройки должны располагаться в каталоге c:\vk\Otw\CfgTpu\ .

Для конфигурирования файла его необходимо открыть либо из сервера модулей, либо в редакторе, не добавляющем к редактируемому файлу никаких дополнительных строк, например, в редакторе «NotePad», входящем в состав операционной системы Windows или в редакторе «Windows Commander».

2.3.1. Конфигурирование файла «tp4404.cfg»

Файл необходим для обеспечения взаимодействия сервера ОТВ с модулем связи (коммуникационным адаптером) ОТВ 4404, установленном внутри системного блока компьютера.

Необходимо убедиться в том, что файл настройки имеет следующий вид:

```
;Настройка плат ОТВ-4404  
;4-х канальные платы связи компьютера с модулями ОТВ  
;Адрес Номер Резонатор Скорость  
$304 1 11059200 9600
```

Строки, предваряемые символом «;», являются комментариями, и сервером ОТВ игнорируются. Строка без символа «;» вначале является строкой настройки.

Адрес – это шестнадцатиричный адрес порта компьютера, к которому подключен первый канал четырехканального модуля связи ОТВ 4404. Адрес устанавливается перемычками на плате модуля. Установленное на плате значение адреса должно совпадать со значением в строке настройки.

Номер – это номер модуля связи ОТВ 4404 в составе комплекса, к которому подключена шина обмена с остальными модулями комплекса.

Резонатор – это значение частоты кварцевого резонатора в Гц, установленного на плате модуля связи ОТВ 4404. Его значение в строке настройки должно совпадать со значением на корпусе кварцевого резонатора.

Скорость – это скорость обмена данными в бит/с модулей с компьютером. Ее значение устанавливается пайкой соответствующих перемычек на плате модуля связи ОТВ 4404 и для комплекса ИВК-Н-Т всегда равно 9600.

2.3.2. Конфигурирование файлов «tp510t.cfg», «tp513x.cfg», «tp520x.cfg», «tp530x.cfg»

Конфигурирование файлов «tp510t.cfg», «tp513x.cfg», «tp520x.cfg», «tp530x.cfg» заключается в установке соответствия значений настроечных параметров в файлах конфигурации и в энергонезависимой памяти модулей и разделяется на два этапа. Первый – считывание настроечных параметров из энергонезависимой памяти модулей ОТВ. Второй – запись их в соответствующую строку соответствующего файла настройки модуля.

2.3.2.1. Считывание паспортных данных из модулей ОТВ

Для настройки паспортных параметров из энергонезависимой памяти модулей ОТВ используется вспомогательная программная утилита TunSystem.exe. Описание работы с ней приведено в разделе «Программная утилита TunSystem.exe».

2.3.2.2. Конфигурирование файла «tp510t.cfg»

Если для измерения температуры нефти на входе и выходе ТПУ используются датчики температуры с резистивным выходом, то для работы с ними комплекс оснащается модулями типа ОТВ 5101.08, и сервером модулей ОТВ используются данные из строк настройки файла «tp510t.cfg». Файл настройки «tp510t.cfg» выглядит следующим образом.

```
;Настройка модулей типа ОТВ-510t
;Измерение температуры и тока      (1-платина, 2-медь, 3-ЕВРО платина )
;Модуль  Номер  СОМ  Link  Адрес  Ршунта.  Рэтал.  ГОСТ  U ref )
510t     3       8   23    3     99.70999  99.99700  1    2500.0
510t     4       8   23    4     99.71800  99.97799  1    2500.0
```

Строки, предваряемые символом «;», являются комментариями. Строки без символа «;» вначале являются строками настройки. Строк настройки должно быть столько, сколько модулей данного типа (в данном случае ОТВ 5101.08) входит в состав комплекса.

Модуль – это первая часть символического программного обозначения модуля, используемого сервером ОТВ для опознания типа модуля, строку данных от которого он обрабатывает в данный момент. 510t – это символическое программное обозначение модуля типа ОТВ 5101.08.

Номер – это вторая часть символического программного обозначения модуля, используемого сервером ОТВ для опознания конкретного экземпляра данного типа модуля, строку данных от которого он обрабатывает в настоящий момент.

СОМ – это программный номер канала, к которому подключена шина обмена комплекса. Значение **СОМ** зависит от адреса и номера канала модуля связи ОТВ 4404. Оно определяется из выражения

$$\text{СОМ} = \text{H} + 4, \text{ где}$$

H – номер канала модуля связи ОТВ 4404, к которому подключена шина обмена комплекса;

4 – смещение канала модуля связи, учитывающее СОМ-порты компьютера.

СОМ, равный 5, означает, что шина обмена данных подключена к 1-му каналу модуля связи ОТВ 4404, а **СОМ**, равный 8, означает подключение шины обмена к 4-му каналу модуля связи ОТВ 4404.

LINK – это программный канал связи между сервером ОТВ и прикладной программой, в данном случае модулем ТПУ. Его значение должно быть равным 23.

Адрес – это адрес модуля на шине обмена. Адрес модуля является паспортным значением. Первоначально устанавливается изготовителем и записывается в энергонезависимую память модуля, откуда может считываться и куда может в дальнейшем

при необходимости записываться с помощью программной утилиты TunSystem.exe. Значение адреса модуля в файле настройки должно соответствовать его паспортному значению.

Ршунта., Рэтал., ГОСТ и U ref – это настроечные параметры, от которых зависят метрологические характеристики модуля. Являются паспортными значениями, хранящимися в энергонезависимой памяти модуля. Устанавливаются изготовителем и редактированию не подлежат. Могут считываться с помощью программной утилиты TunSystem.exe. Их значения в файле настройки должны соответствовать паспортным значениям.

2.3.2.3. Конфигурирование файла «tp513x.cfg»

Если для измерения температуры нефти на входе и выходе ТПУ используются датчики температуры с токовым выходом, то для работы с ними комплекс оснащается модулями типа ОТВ 5131.02, и сервером ОТВ используются данные из строк настройки файла «tp513x.cfg». Файл настройки «tp513x.cfg» выглядит следующим образом.

```
;Настройка модулей типа ОТВ-513х
;Измерение тока 0..20 мА.
;Модуль  Номер  СОМ  Link  Адрес  U ref      R1 ш.   R2 ш.   R3 ш.
513х      3         8    23    3     2500.0    99.882  99.898  99.913
513х      4         8    23    4     2500.0    99.888  99.904  99.920
```

Назначение заголовков «Модуль», «Номер», «СОМ», «LINK», «Адрес» аналогично описанному в п.п.2.4.2.2. Отметим только, что обозначение модуля как «513х» является частью программного символического обозначения модуля типа 5131.02.

U ref, R1ш., R2ш., R3ш – это настроечные параметры, от которых зависят метрологические характеристики модуля. Являются паспортными значениями, хранящимися в энергонезависимой памяти модуля. Устанавливаются изготовителем и редактированию не подлежат. Могут считываться с помощью программной утилиты TunSystem.exe. Их значения в файле настройки должны соответствовать паспортным значениям.

2.3.2.4. Конфигурирование файла «tp520x.cfg»

Файл «tp520x.cfg» предназначен для обеспечения взаимодействия сервера ОТВ с модулями типа ОТВ 5201.01, осуществляющими измерение частоты и числа импульсов, поступающих от преобразователя расхода при его поверке. Файл настройки «tp520x.cfg» выглядит следующим образом.

```
;Настройка модулей типа ОТВ-520х
;Измерение частоты, числа импульсов и времени между двумя событиями
;Модуль  Номер  СОМ  Link  Адрес  Кварц,кГц  OUT1  OUT2  Rele1  Rele2 (1-Вкл.
0-Выкл.)
520х     1         8    23    1     7375.02979  0     0     0     0
;520х     2         8    23    2     7374.67627  0     0     0     0
```

Назначение заголовков «Модуль», «Номер», «СОМ», «LINK», «Адрес» аналогично описанному в п.п.2.4.2.2.

Кварц, кГц – это частота кварцевого резонатора, используемого в схеме модуля для измерения частоты и интервалов времени, является паспортным значением, хранящимся в энергонезависимой памяти модуля, устанавливается изготовителем и редактированию не подлежит. Может считываться с помощью программной утилиты TunSystem.exe. Это значение в файле настройки должно соответствовать паспортному значению.

OUT1, OUT2, Rele1, Rele2 – это параметры, определяющие поведение модуля при включении питания. В данном комплексе их значения должны быть равны нулю.

2.3.2.5. Конфигурирование файла «tp530x.cfg»

Файл «tp530x.cfg» предназначен для взаимодействия сервера ОТВ с модулем типа ОТВ 5301.01. Файл настройки «tp530x.cfg» выглядит следующим образом.

```
;Настройка модулей типа ОТВ-530х
;Ввод/вывод типа «сухой контакт»
;Модуль  Номер  СОМ  Link  Адрес      P0      P1      P2      P3
530х      5        8    23    5        $FF     $FF     $FF     $FF
```

Назначение заголовков «Модуль», «Номер», «СОМ», «LINK», «Адрес» аналогично описанному в п.п.2.4.2.2.

P0, P1, P2, P3 – это шестнадцатиричные цифровые коды, устанавливающие одноименные порты однокристалльной ЭВМ модуля при включении питания. В данном комплексе их значения должны быть равны \$FF.

2.3.3. Конфигурирование файла «tpSistem.cfg»

Файл необходим для обеспечения взаимодействия сервера модулей ОТВ с программным модулем ТПУ – SmpTpu.exe. В этом файле размещается информация о том, к каким каналам модулей ОТВ подключаются конкретные датчики и цепи управления ТПУ.

Файл состоит из блоков текстовой информации, сформированных по определенным правилам.

Текстовых блоков столько, сколько модулей ОТВ входит в состав Комплекса. Каждый текстовый блок начинается с метки «[» (открывающая квадратная скобка), расположенной на отдельной строке блока. На следующей строке располагаются имя типа и системный номер модуля, к которому относится данный текстовый блок. Далее следуют строки, устанавливающие соответствие между именем измеряемого (управляемого) параметра и связанным с ним каналом модуля ОТВ. Меткой конца текстового блока является символ «]» (закрывающая квадратная скобка).

Содержимое файла должно выглядеть следующим образом.

```
;Настройка системы на базе модулей ОТВ
;[-открывающая скобка
;Тип и системный номер модуля ОТВ
;Обозначение сборки           пределы           пределы
;измеряемого каналов         канал             преобразования  параметра
;параметра = измерения      измерения        мин.             макс.           мин.             макс.
;]-закрывающая скобка
[
520х 1
KS1_N=1 N
KS1_T=1 T
KS1_F=1 F
KS1_D1=1 D1
KS1_D2=1 D2
]
[
510т 1
TT20_1=1 Тх
PT20_1=2 Ix 4 20 0 1.6
]
[
530х 1
Ready=P1 1
Valve=P1 2
MOV20_4C1=P2 1
MOV20_4C2=P2 2
```

1

Как уже упоминалось выше, строки, начинающиеся со знака «;», программой игнорируются. Первый текстовый блок относится к модулю с именем типа **520x** и системным номером **1**.

KS1_N - это число импульсов между срабатываниями детекторов. Детекторная пара на принципиальной схеме комплекса обозначается как **KS1**. Параметр **KS1_N** измеряется каналом **N 1**-ой сборки каналов модуля (у модуля **520x** сборка каналов одна).

KS1_T - это время между срабатываниями детекторов. Параметр **KS1_T** измеряется каналом **T 1**-ой сборки каналов модуля.

KS1_F – это частота, генерируемая поверяемым расходомером. Параметр **KS1_F** измеряется каналом **F 1**-ой сборки каналов модуля.

KS1_D1 – это флаг срабатывания 1-го детектора детекторной пары. Параметр **KS1_D1** измеряется каналом **D1 1**-ой сборки каналов модуля.

KS1_D2 – это флаг срабатывания 2-го детектора детекторной пары. Параметр **KS1_D2** измеряется каналом **D2 1**-ой сборки каналов модуля.

Второй текстовый блок относится к модулю с именем типа **510t** и системным номером **1**.

TT20_1 – это температура нефти на входе ТПУ, данное обозначение используется в принципиальной схеме комплекса. Параметр **TT20_1** измеряется каналом **Tx 1**-ой сборки каналов модуля.

PT20_1 – это давление нефти на входе ТПУ, это обозначение используется в принципиальной схеме комплекса. Параметр **PT20_1** измеряется каналом **Ix 2**-ой сборки каналов модуля. При измерении этого параметра используются минимальное и максимальное значения диапазона преобразования (ток 4 - 20 ма) и минимальное и максимальное значения параметра (давление 0 - 1.6 МПа).

Третий текстовый блок относится к модулю с именем типа **530x** и системным номером **1**.

Ready – это состояние концевых выключателей компакт-прувера, показывающих состояние “Готов”. Параметр **Ready** измеряется каналом **1** сборки каналов **P1**.

Valve – это состояние концевых выключателей компакт-прувера, показывающих состояние “Электромагнитный клапан открыт”. Параметр **Valve** измеряется каналом **2** сборки каналов **P1**.

MOV20_4C1 – это сигнал управления, переключающий компакт-прувер в состояние “Готов”. Параметр **MOV20_4C1** подается через канал **1** сборки каналов **P2**.

MOV20_4C2 – это сигнал управления команда “Сброс”. Параметр **MOV20_4C2** подается через канал **2** сборки каналов **P2**.

2.3.4. Формирование файла констант

Файл констант – **SrvTpu.cst** является текстовым файлом, содержащим всю необходимую для модуля компактной ТПУ настроечную информацию. Он формируется после первого запуска и корректного закрытия модуля ТПУ, но первоначально содержит значения «по умолчанию», которые необходимо скорректировать применительно к конкретной ТПУ. Подобно файлам настройки модулей опытный пользователь может его корректировать непосредственно в редакторе, не добавляющем никаких дополнительных строк или символов. Но проще и понятнее осуществлять ввод новых значений констант после запуска модуля ТПУ.

В файле констант данные разбиты на разделы, которые начинаются идентификаторами: «**CstTpu:**», «**CstPvr:**», «**Counters:**», «**PathFile:**», «**AliasPrt:**». А заканчиваются

– идентификаторами: «EndCstTpu», «EndCstPvr», «EndCounters», «EndPathFile», «EndAliasPrt».

В разделе под заголовком «CstTpu:» запоминаются значения параметров из таблицы «Константы ТПУ» модуля ТПУ. Этот раздел может выглядеть следующим образом.

```
CstTpu:
19,898591
19,901812
736,6
7
1,12E-5
210000
0,3
0,014
0,024
0,011
0,2
10
0
1
1
1
EndCstTpu
```

В разделе под заголовком «CstPvr:» запоминаются значения параметров из таблицы «Константы поверки». Этот раздел может выглядеть следующим образом.

```
CstPvr:
448,000000000000
2,000000000000
12345,000000000000
10,000000000000
3,000000000000
0,000000000000
2,230000000000
1900,000000000000
0,200000000000
4
4
4
4
4
4
4
4
4
4
4
4
4
EndCstPvr
```

В разделе под заголовком «Counters:» запоминаются значения 11-ти счетчиков, которые могут использоваться программой. Например, пятый счетчик – это счетчик числа поворотов 4-хходового крана ТПУ. При начальном запуске в эту строку необходимо ввести число поворотов крана из журнала на ТПУ или с электромеханического счетчика ТПУ, если он есть. Информация о количестве переключений крана необходима для ориентировочного определения степени износа и необходимости проведения капитального ремонта. Этот раздел может выглядеть следующим образом.

```
Counters:
0
0
```

```
0
0
35
0
0
0
0
0
0
0
```

EndCounters

В разделе под заголовком **«PathFile:»** запоминается каталог, где располагаются файлы настройки модулей ОТВ. Этот раздел обычно выглядит следующим образом.

```
PathFile:
c:\Ivk\Otw\CfgTpu
EndPathFile
```

В разделе под заголовком **«AliasPrt:»** запоминаются строки соответствия названия протокола поверки и файлов, из которых он формируется. В начале строки соответствия находится название протокола, после которого ставится символ разделения «|» (вертикальная черта), затем полное имя файла шаблона, после которого ставится символ разделения «|», затем полное имя файла данных или обобщенное имя файла с каталогом, в котором он находится. Этот раздел обычно выглядит следующим образом.

```
AliasPrt:
Протокол квадр. |c:\Ivk\Tpu\Shabl\PrtAbc.txt|c:\Ivk\Tpu\Arhiv\*.tbl
Протокол Кд раб. |c:\Ivk\Tpu\Shabl\PrtKdRab.txt|c:\Ivk\Tpu\Arhiv\*.tbl
Протокол Кд контр. |c:\Ivk\Tpu\Shabl\PrtKdKnttr.txt|c:\Ivk\Tpu\Arhiv\*.tbl
EndAliasPrt
```

3. ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОГРАММЫ

3.1. Запуск программы

Запуск программы осуществляется двойным щелчком «мышки» по иконке программного модуля ТПУ (СmptТpu.exe), предварительно размещенной на «рабочем столе Windows», или через кнопку «Пуск» и пункт «Выполнить» всплывающего меню. Сразу после загрузки модуль ТПУ запускает программный модуль сервера ОТВ.

Программный модуль СmptТpu.exe при запуске сначала считывает данные из файла констант SrvТpu.cst. Затем запускает внутри встроенный программный модуль сервера ОТВ, указывая ему путь к файлам настройки модулей ОТВ, который был считан из файла констант. Программный модуль сервера ОТВ при запуске считывает данные из файлов настройки и в соответствии с ними пытается установить связь с модулями ОТВ. Если связь с каким либо модулем установить не удастся, то в дальнейшем сервер ОТВ уже не пытается обратиться к этому модулю, а в конце каждого цикла опроса модулей формирует строку, в которой после программного символического обозначения (программного псевдонима) отказавшего модуля следует сообщение «err 4», например, «510t 3 err 4». Если же связь с модулем ОТВ прервалась после того, как она была установлена при запуске программы, то сервер ОТВ обращается к «замолчавшему» модулю в каждом цикле опроса и ждет ответа в течение секунды (в то время как обычная длительность обмена сервера ОТВ с модулем ОТВ составляет 10-20 мс). Если связь восстановилась, то опрос производится в обычном режиме. Если связи нет, то формируется строка, оканчивающаяся символами «err 5», например «510t 3 err 5».

3.2. Закрытие программы

Закрытие программы осуществляется щелчком «мышки» по стандартной кнопке закрытия основного окна программного модуля СmptТpu.exe. Стандартная кнопка закрытия приложения Windows – это кнопка с изображением диагонального креста, расположенная в правом верхнем углу основного окна приложения. При своем закрытии программный модуль СmptТpu.exe перезаписывает файл констант SrvТpu.cst.

Программный модуль сервера ОТВ при закрытии никаких команд на модули ОТВ не посылает. В них остаются все настройки и изменения, которые были произведены в ходе исполнения программы.

3.3. Работа программы

3.3.1. Внешний вид программы

После запуска программы на экране дисплея появляется сначала основное окно программного модуля ТПУ (СmptТpu.exe), которое имеет вид как на рис. 1

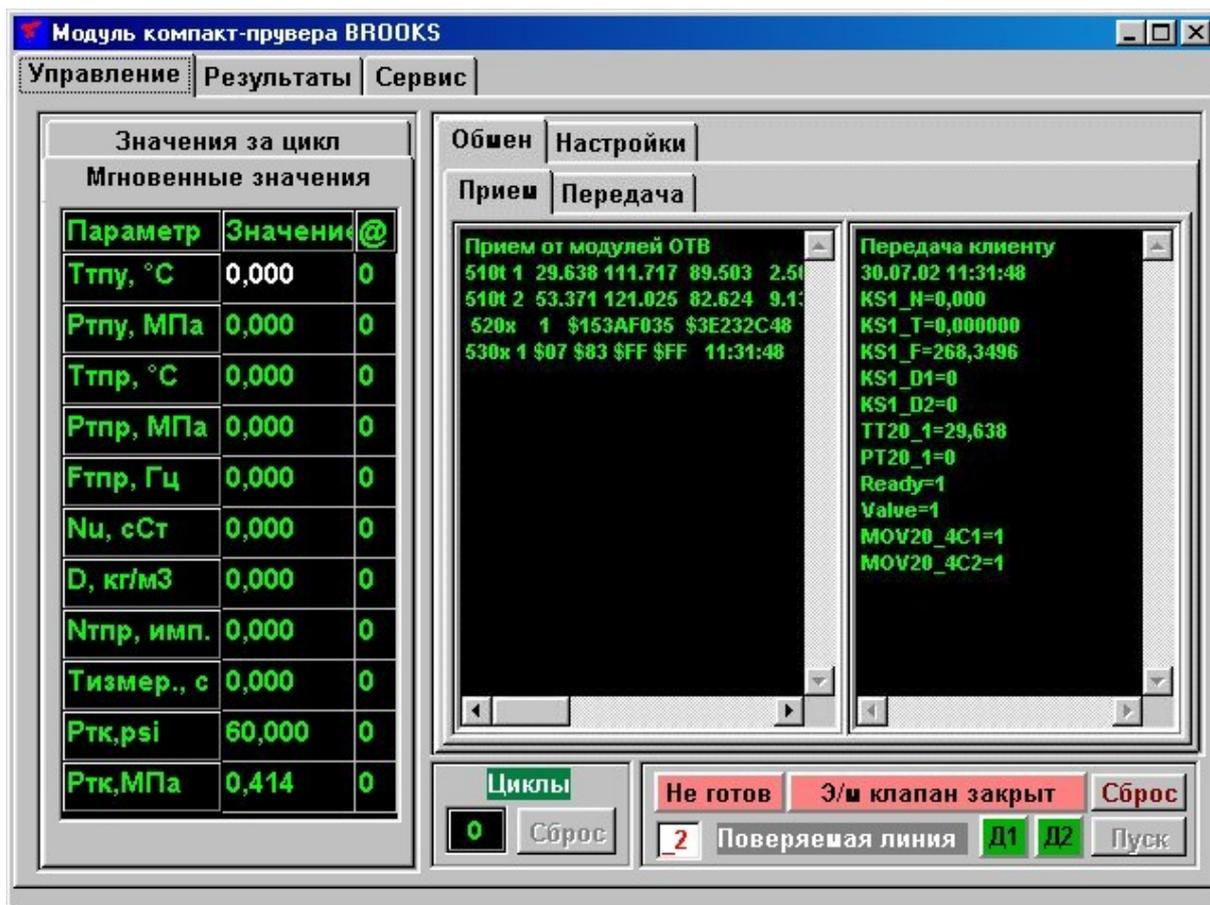


Рис. 1 – Основное окно программного модуля ТПУ – SmptTri.exe.

3.3.2. Программный модуль SmptTri.exe

Программный модуль **SmptTri.exe** обеспечивает взаимодействие оператора с комплексом. Основное окно программного модуля представлено на рис. 1. Оно содержит набор вкладок: «**Управление**», «**Результаты**», «**Сервис**», рассматриваемых в настоящем руководстве как наборы вкладок 1-го уровня. Каждая из вкладок набора 1-го уровня может содержать панели с наборами вкладок, которые рассматриваются как наборы вкладок 2-го уровня. В свою очередь, некоторые вкладки наборов 2-го уровня также содержат наборы вкладок, которые рассматриваются как наборы вкладок 3-го уровня.

3.3.2.1. Вкладка «Управление»

Вкладка «**Управление**» является вкладкой набора 1-го уровня. На вкладке расположены:

- панель с набором вкладок 2-го уровня: «**Мгновенные значения**» и «**Значения за цикл**»;
- панель индикации состояния и управления ТПУ.

Вкладка «Мгновенные значения»

Вкладка «**Мгновенные значения**» является вкладкой набора 2-го уровня. На ней расположена таблица, отображающая текущие значения параметров потока и поверяемого расходомера. Таблица состоит из трех столбцов с заголовками: «**Параметр**», «**Значение**», «**@**».

В ячейках столбца «**Параметр**» представлены наименования отображаемых параметров. В ячейках столбца «**Значение**» представлены значения отображаемых параметров. В ячейках столбца «**@**» представлены значения ключей отображаемых параметров. Если значение ключа равно 1, то программа для своей работы использует

не текущее измеренное значение параметра, а значение, находящееся в ячейке. Оператор имеет доступ к ячейке со значением параметра и может его редактировать с клавиатуры компьютера. Если значение ключа равно **0**, то в ячейке отображается текущее измеренное значение параметра, которое изменяется автоматически в каждом цикле опроса модулей ОТВ. В этом режиме для редактирования оператором ячейка недоступна.

Изменение текущего значения ключа на противоположное происходит после двойного щелчка «мышкой» по соответствующей ключевой ячейке.

В столбце «Параметры» сверху вниз представлены следующие сокращенные наименования.

Твх, °С – температура нефти на входе ТПУ, °С.

Твых, °С – температура нефти на выходе ТПУ, °С.

Тср, °С – средняя температура нефти в ТПУ, °С.

Рвх, МПа – давление нефти на входе ТПУ, МПа.

Рвых, МПа – давление нефти на выходе ТПУ, МПа.

Рср, МПа – среднее давление нефти в ТПУ, МПа.

Гтпр, Гц – частота с поверяемого расходомера, Гц.

Н_и, сСт – вязкость нефти, сСт.

Дтпу, кг/м³ – плотность нефти, приведенная к условиям в ТПУ, кг/м³.

Нтпр, имп – число импульсов, пришедшее с расходомера с момента начала цикла измерения, имп;

Тизмер., с – время, прошедшее с момента начала цикла измерения, с.

Ртк, psi – Давление азота, необходимое для управления тарельчатым клапаном, фунт/дюйм²;

Ртк, МПа – Давление азота, необходимое для управления тарельчатым клапаном, МПа.

Примечание. В связи с особенностью алгоритма работы модуля ОТВ 520х, осуществляющего измерение числа импульсов и времени, значения времени в таблице обновляются только после окончания полуцикла измерения. Под полуциклом измерения понимается промежуток времени между последовательными срабатываниями детекторов одной детекторной пары при прохождении шарового поршня в одном направлении вперед или назад (прямой и обратный полуциклы).

Вкладка «Значения за цикл»

Вкладка «**Значения за цикл**» является вкладкой набора 2-го уровня. На ней расположена таблица, в которой представлены те же параметры, что и в таблице на вкладке «Мгновенные значения», но только их значения усреднены или накоплены за цикл измерения. Под циклом измерения понимается время, являющееся суммой времен двух полуциклов: прямого и обратного. В отличие от таблицы «Мгновенные значения» в таблице «Значения за цикл» нет столбца с ключевыми ячейками, и доступ с клавиатуры к ячейкам со значениями параметров невозможен.

Панель индикации состояния ТПУ

Панель индикации состояния ТПУ состоит из двух частей: **линейки индикаторов** и **окон обмена**.

Линейка индикаторов

Линейка индикаторов расположена под окном обмена и состоит из прямоугольных индикаторов, отображающих состояние ТПУ. Индикаторы «**Готов**» и «**Э/м клапан открыт**» отображают степень готовности пувера.

Индикаторы **Д1** и **Д2** начинают светиться после срабатывания соответствующих детекторов ТПУ.

Справа на линейке расположены кнопки **«Пуск»** и **«Сброс»**, их назначение раскрывается в разделе процесс измерения.

Слева от индикаторов располагается выключатель: **«Поверяемая линия»**. Если набрать внутри «квадратика» номер поверяемой линии и нажать клавишу «Enter», то в программе будет установлен номер поверяемой линии, который будет окрашен в чёрный цвет. Если этого не сделать, то в программе не будет определен номер поверяемой линии, и он будет окрашен в красный цвет.

В левой части линейки индикаторов расположены индикатор числа выполненных циклов измерения компакт-прувером и кнопка сброса (обнуления) этого числа.

Вкладки обмена

Вкладки обмена предназначены для осуществления визуального контроля обмена программного модуля сервера ОТВ с программным модулем ТПУ – SmpTpu.exe.

Сервер модулей ОТВ предназначен для обеспечения взаимодействия программы с модулями ОТВ. Сервер модулей ОТВ принимает от модулей ОТВ строки информации, и в соответствии с файлом tpSistem.cfg, настройка которого может осуществляться на вкладке «Настройка», преобразует их в строки информации для модуля ТПУ, а также принимает от модуля ТПУ информацию и преобразует ее в строки команд для модулей ОТВ.

На вкладке «Прием» отображается прием информации от модулей ОТВ, а на вкладке «Передача» - передача информации к модулям.

Для удобства анализа обмена между сервером модулей ОТВ и модулем ТПУ при их отображении в окнах обмена к строкам обмена добавляется системное время.

Окна обмена на вкладках обновляются через время, равное периоду опроса модулей ОТВ. Запретить обновление окон обмена можно двойным щелчком «мышки» в области любого окна. Снимается запрет обновления окон обмена последующим двойным щелчком «мышки» в области любого окна.

Строки информации от модулей ОТВ начинаются с символического программного обозначения (программного псевдонима) модуля, от которого пришло сообщение, например, «520x 1», после которого следуют значения параметров, измеренные модулем.

Строки команд управления модулями ОТВ начинаются с идентификатора «Set» и программного псевдонима модуля. Например, «Set 520x 1». Далее следуют параметры команды.

Формат строк сообщений от модулей ОТВ, входящих в состав комплекса

Модуль ОТВ 520x (5201.01)

Модуль обрабатывает сигналы от детекторов и поверяемого расходомера.

Строка сообщения содержит 17 слов, разделенных пробелами. Каждое из слов в строке сообщения можно рассматривать как канал измерения, а саму строку сообщения как сборку каналов измерения. Такой подход используется при создании файла настройки комплекса tpSistem.cfg, при этом используются наименования каналов (слов), «зашитые» в сервер ОТВ.

Пример строки сообщения (сборки каналов измерения). Верхний ряд - наименования слов (каналов измерения) строки сообщения. Нижний ряд – значения слов (каналов измерения).

Name	Num	HN	HT	QT	D1	D2	N	T
520x	1	\$0001D8B3	\$62A95329	0.54242	1	1	999.995	10.001
K1 K2		F	QF		KF1	KF2	R1 R2	

0 0 99.9935 7374.77969 0 0 0 0

Слова **Name**, **Num** – программный псевдоним модуля ОТВ, от которого пришла строка сообщения.

Слово **HN** – шестнадцатиричный код значения счетчика импульсов модуля.

Слово **HT** – шестнадцатиричный код значения счетчика тактовых импульсов модуля.

Слово **QT** – длительность одного тактового импульса, мкс.

Слова **D1**, **D2** – флаги срабатывания первого и второго контактных входов, входов, к которым подключены детектора ТПУ. Значение, равное **1**, означает, что детектор сработал.

Слово **N** – число импульсов за цикл измерения, пришедшее с поверяемого расходомера, имп.

Слово **T** – значение длительности цикла измерения – времени между срабатываниями контактных входов, с.

Слова **K1**, **K2** – состояние контактных входов. Значение, равное **1**, означает, что вход замкнут. **0** – разомкнут.

Слово **F** – текущее (мгновенное) значение частоты импульсов, генерируемых поверяемым расходомером, Гц.

Слово **QF** – частота кварцевого резонатора тактового генератора модуля.

Слова **KF1**, **KF2** – флаги трансляции входной частоты на 1-й и 2-й частотные выходы модуля. Если значение равно **1** – трансляция происходит, если **0** – нет.

Слова **R1**, **R2** – флаги управления контактами 1-го и 2-го выходных реле. Если значение равно **1**, контакты выходного реле замкнуты, если **0** – разомкнуты.

Внимание! Флаги срабатывания детекторов (контактных входов), слова **D1** и **D2** строки сообщения, устанавливаются при срабатывании детекторов, только если на вход модуля поступают частотные импульсы.

Модуль ОТВ 513х (5131.01)

Модуль измеряет токовые сигналы. Имеет три сборки по два канала измерения **Ix** и **Rsh**.

Строка сообщения содержит 8 слов разделенных пробелами.

Пример:

Name	Num	Ix	Ix	Ix	Rsh	Rsh	Rsh
513х	3	10.0001	09.632	9.34	99.632	99.963	99.632

Слова **Name**, **Num** – программный псевдоним модуля ОТВ, от которого пришла строка сообщения.

Слова **Ix** – каналы измерения тока 1, 2 и 3 сборок каналов измерения модуля, мА.

Слова **Rsh** – каналы измерения сопротивления измерительных шунтов 1, 2 и 3 сборок каналов измерения, использующихся в модуле.

Модуль ОТВ 510t (5101.01)

Модуль имеет две сборки каналов измерения. Первая сборка используется для измерения температуры и содержит три канала измерения **Tx**, **Rx**, **Ret**. Вторая сборка используется для измерения тока и содержит два канала измерения **Ix** и **Rsh**.

Строка сообщения содержит 7 слов разделенных пробелами.

Пример:

643. 49510043. 00002-02-34-01

Name	Num	Tx	Rx	Ret	Ix	Rsh
510t	3	-0.018	99.993	100.007	9.963	99.632

Слова **Name**, **Num** – программный псевдоним модуля ОТВ, от которого пришла строка сообщения.

Слово **Tx** – значение температуры, °С.

Слово **Rx** – значение сопротивления резистивного датчика температуры, Ом.

Слово **Ret** – значение сопротивления эталонного резистора, Ом.

Слово **Ix** – значение входного тока, мА.

Слово **Rsh** – значение сопротивления измерительного шунта, Ом.

Модуль ОТВ 530x (5301.01).

Модуль используется для управления 4-ходовым краном ТПУ. Физически имеет 6 контактных входов и 10 контактных выходов. Программно имеет четыре сборки **P0**, **P1**, **P2**, **P3** по восемь каналов измерения каждая.

Строка сообщения содержит 6 слов, разделенных пробелами.

Пример:

Name	Num	P0	P1	P2	P3
530x	5	\$FF	\$FD	\$FE	\$FF

Слова **Name**, **Num** – программный псевдоним модуля ОТВ, от которого пришло сообщение.

Слово **P0** – шестнадцатиричный код состояния порта P0 однокристалльной ЭВМ модуля. С входами и выходами модуля не связан. В комплексе не используется.

Слово **P1** – шестнадцатиричный код состояния порта P1 однокристалльной ЭВМ модуля. Разряды P1.1 ... P1.6 связаны с входами IN1 ... IN6 модулями. Код \$FD показывает, что равен нулю разряд P1.1, т.е. замкнут вход IN1.

Слово **P2** – шестнадцатиричный код состояния порта P2 однокристалльной ЭВМ модуля. Разряды P2.0 ... P2.3 соответствуют выходам out7 ... out10 модуля. Значение слова 5, равное \$FE, свидетельствует о том, что разряд P2.0 равен 0, а разряд P2.1 равен 1.

Слово **P3** – шестнадцатиричный код состояния порта P3 однокристалльной ЭВМ модуля. Разряды P3.2 ... P3.7 соответствуют выходам out1 ... out6 модуля. Эти разряды в данном комплексе не используются, и их состояние может быть любым.

Модуль ОТВ 530x 5 является единственным модулем комплекса, для которого сервером ТПУ формируется команда управления. Команда управления модулем 530x – это символьная строка, состоящая из 7 слов, разделенных пробелами.

Пример:

1	2	3	4	5	6	7
Set	530x	5	\$FF	\$FF	\$FD	\$FF

Слово **1** – идентификатор команды установки.

Слова **2**, **3** – символическое программное обозначение модуля, которому адресована команда.

Слова **4**, **5**, **6**, **7** – шестнадцатиричные коды состояний, в которые должны быть установлены порты P0, P1, P2, P3 однокристалльной ЭВМ модуля 530x 5..

Процесс измерения

Работа в этом режиме производится следующим образом. Сначала нажимается кнопка «Сброс». Нажатие на эту кнопку переводит программу в стартовое состояние, а

модуль ТПУ формирует команду сброса, по которой сбрасываются флаги детекторов в модулях ОТВ 520х и происходит их подготовка к измерению.

Затем нажимается кнопка **«Пуск»** и начинается процесс измерения. Процесс измерения можно отслеживать как по индикаторам на панели состояния ТПУ. После его окончания результаты измерения запишутся в таблицу данных программы, и внутри программы сформируется команда сброс, которая вернет программу и модули ОТВ в стартовое состояние. Следующий цикл измерения можно начинать уже непосредственно с нажатия кнопки **«Пуск»**. При этом надо иметь в виду, что программа не будет производить вычислений, если пружер не был готов к работе, поэтому нужно обращать внимание на состояние индикаторов **«Готов»** и **«Э/м клапан открыт»**.

3.3.2.2. Вкладка «Результаты»

Вкладка **«Результаты»** является вкладкой набора 1-го уровня и представлена на рис. 2. Из рисунка видно, что на вкладке расположена панель с набором вкладок 2-го уровня: **«Таблица данных»** и **«Константы и уравнения»**.

Вкладка **«Таблица данных»** содержит линейку команд и таблицу данных.

Линейка команд располагается над таблицей данных и включает в себя выпадающий список команд с кнопкой **«Исполнить»** и две кнопки с иконками записи в файл и открытия файла.

Из выпадающего списка команд можно выбрать следующие команды:

- **«Сортировать таблицу»;**
- **«Вычислить таблицу»;**
- **«Удалить замер»;**
- **«Отменить удаление замера»;**
- **«Очистить всё».**

The screenshot shows the 'Модуль компакт-прувера BROOKS' window with the 'Результаты' tab selected. The 'Таблица данных' sub-tab is active, displaying a table with 12 parameters and 6 columns of data. The 'Команда' dropdown is set to 'Вычислить таблицу', and the 'Исполнить' button is visible. The 'Послед-сть сортировки' is set to 19.

Параметр	1	2	3	4	5	6
1- Q, м3/ч	35915,76	0,00	59899,16	47457,04	0,00	0,00
2- Q, %	1890,30	0,00	3152,59	2497,74	0,00	0,00
3- F, Гц	268,412	0,000	268,410	268,410	0,000	0,000
4- Nu, сСт	12,000	12,000	12,000	12,000	0,000	0,000
5- t _{пу} , °C	29,65	29,53	29,52	29,51	0,00	0,00
6- t _{пр} , °C	30,00	30,00	30,00	30,00	0,00	0,00
7- P _{пу} , МПа	0,600	0,600	0,600	0,600	0,000	0,000
8- P _{пр} , МПа	0,700	0,700	0,700	0,700	0,000	0,000
9- F _{пу} , Гц/сСт	22,368	0,000	22,367	22,368	0,000	0,000
10- N, имп.	538,545	267,934	322,949	407,622	0,000	0,000
11- K, имп/м3	26,904	13,384	16,132	20,361	0,000	0,000
12- F _{пу} ср., Гц/сСт	0,000	0,000	14,912	0,000	0,000	7,456

Рис. 2 – Окно программы SmpTpu.exe с открытыми вкладками «Результаты» и «Таблица данных».

Команды предназначены для манипуляции таблицей данных. Выполняется выбранная команда после нажатия кнопки **«Исполнить»**.

Команда **«Сортировать таблицу»** приводит к сортировке столбцов в таблице по возрастанию значения того параметра (группы параметров) таблицы данных, номер которого (номера которых) указан (указаны через пробел) в зеленом редактируемом окне последовательности сортировки.

Команда **«Вычислить таблицу»** приводит к вычислению всех значений столбцов таблицы данных, у которых параметр **«№ изм.линии»** совпадает с аналогичным параметром в таблице **«Константы поверки»**. Для вычисления средних значений используется значение из таблицы констант поверки: число замеров в точке поверки. Вычисляется столько точек, сколько указано в таблице констант поверки в значении числа точек поверки.

Команда **«Удалить замер»** приводит к удалению из таблицы данных столбца, в котором выбрана одна из ячеек. Выбранная ячейка таблицы данных отличается от обычной тем, что ее контур обведен штриховой линией. Данные, удаленные из таблицы, хранятся в специальном буфере удалений, в котором может размещаться до 10 столбцов данных.

Команда **«Отменить удаление замера»** приводит к тому, что из буфера удалений в таблицу данных возвращается последний удаленный столбец. Восстановить можно до 10 последних удаленных столбцов данных. Восстановление становится невозможным после выполнения команды **«Вычислить таблицу»**. Все данные в буфере удалений стираются.

Команда **«Очистить всё»** приводит к удалению из таблицы данных всех столбцов, но перед этим программа спросит у пользователя в диалоговом окне имя файла, в котором будут сохранены все столбцы.

Кнопка с иконкой записи в файл предназначена для формирования файла данных поверки. После ее нажатия открывается диалоговая панель записи в файл с уже сформированным именем файла. Имя файла данных поверки формируется следующим образом. Первые три цифры – номер узла учета, затем символ подчеркивания, далее номер измерительной линии, снова символ подчеркивания и шесть цифр текущей даты в формате «деньмесяцгод». Расширением файла данных поверки являются три символа «tbl». В результате может получиться, например, такое имя файла 448_2_250200.tbl. Если имя файла данных и его месторасположение устраивает оператора, то после нажатия кнопки **«Сохранить»** диалоговой панели сформируется файл данных поверки, который рекомендуется записывать в каталоге «c:\lvk\Tpu\Arhiv\».

В дальнейшем файл данных поверки используется программными модулями отчетов (ReportMaster.exe, lvkReports.exe) для формирования, просмотра и печати протокола поверки. Шаблоны протоколов поверки располагаются в подкаталоге «c:\lvk\Tpu\Shabl» в файлах PrtAbc.txt, PrtKdRab.txt, PrtKdKtr.txt, SlichTprPoTpu.txt. Они созданы с помощью программного модуля ReportMaster.exe и с его помощью могут корректироваться оператором.

С программой поставляется четыре шаблона. Это PrtAbc.txt – шаблон протокола поверки для вторичной аппаратуры с квадратичной аппроксимацией зависимости К-фактора расходомера от значений F/ν . PrtKdRab.txt и PrtKdKtr.txt - шаблоны протоколов поверки соответственно рабочего и контрольного расходомеров для вторичной аппаратуры, использующей одно значение К-фактора для всего диапазона расходов, SlichTprPoTpu.txt – шаблон сличения ТПП по ТПУ.

Файл данных поверки

В файле данных поверки записаны все данные, необходимые для формирования протокола поверки и просмотра, при необходимости, всех результатов поверки на экране в описываемом программном модуле (CmptTpu.exe).

Файл данных поверки – это текстовый файл, информация в котором разбита на несколько разделов при помощи следующих символических идентификаторов начала блока информации: «CstTpu:», «CstPvr:», «SrdZmr:», «TbIAbc:», «TbIZmr:». Каждый раздел заканчивается символическим идентификатором конца раздела информации, который сформирован по следующим правилам. Из идентификатора начала раздела удалено двоеточие, а к началу добавлено слово «End». Например, «EndCstTpu». В разделе с идентификатором «CstTpu:» расположены данные из таблицы «**Константы ТПУ**». В разделе с идентификатором «CstPvr:» расположены данные из таблицы «**Константы поверки**». В разделе с идентификатором «SrdZmr:» расположены: минимальное и максимальное за время поверки значения вязкости, средние за время поверки значения плотности при нормальных условиях, коэффициента сжимаемости и коэффициента объемного расширения нефти. В разделе с идентификатором «TbIAbc:» расположены данные из таблицы коэффициентов уравнений расходомера. Все вышеназванные таблицы расположены на вкладке «**Константы и уравнения**». В разделе с идентификатором «TbIZmr:» расположены данные из таблицы данных (замеров).

Данные внутри разделов с идентификаторами «TbIAbc:» и «TbIZmr:» разбиты на подразделы. Каждый подраздел составляют данные из одного столбца соответствующей таблицы. Поэтому каждый подраздел имеет символический идентификатор, в который входят часть идентификатора раздела и номер столбца таблицы, значения из которого составляют данный подраздел. Для разделов «TbIAbc:» и «TbIZmr:» идентификаторы подразделов выглядят следующим образом: «ColAbc_x» и «ColZmr_x», где x – номер столбца.

Заканчивается файл данных следующим блоком:

```
FilePrmName:  
c:\lvk\CmptTpu\TpuPrmNames.nme  
EndFilePrmName
```

Эти строчки означают, что список имён параметров, сопровождающий файл поверки, находится в файле с именем «TpuPrmNames.nme» в каталоге «c:\lvk\CmptTpu». Этот файл предназначен для помощи пользователю в составлении шаблонов отчетов для определения смещений данных в файле поверки. Зная формат данных, оператор с помощью программного модуля lvkReports.exe может создавать шаблоны для нестандартных видов протоколов на основе файла данных, например, протокол сличения ТПР по ТПУ. Описание работы с программным модулем генератора отчетов дано в отдельном документе, поставляемом вместе с комплексом.

Кнопка с иконкой открытия файла предназначена для считывания данных поверки из файла данных. После ее нажатия появляется диалоговая панель открытия файла, в которой показываются все файлы с расширением «.tbl», расположенные в каталоге «c:\lvk\CmptTpu\Arhiv\». После выбора нужного файла оператор должен нажать кнопку «Открыть» диалоговой панели.

Внимание! После считывания данных из файла обновляются все таблицы, расположенные на вкладке «**Результаты**».

Таблица данных

В таблицу данных во время поверки автоматически записываются результаты каждого цикла измерения. А после исполнения команды «**Вычислить таблицу**» таблица дополняется вычисленными значениями. В таблице данных оператор может редактировать значения в любых ячейках с клавиатуры компьютера.

Внимание! Редактирование должно обязательно завершаться нажатием клавиши «Enter».

Таблица данных состоит из 100 столбцов. Каждый столбец содержит данные одного измерения по ТПУ. Наименования параметров, значения которых входят в состав каждого столбца, располагаются в фиксированной части таблицы данных. Сверху вниз располагаются следующие наименования.

Q, м³/ч – средний за цикл измерения расход нефти через расходомер, м³/ч.

Q, % – средний за цикл измерения расход нефти через расходомер в процентах от максимального для данного типа расходомера.

F, Гц – средняя за цикл измерения частота импульсов, генерируемых расходомером, Гц.

nu, сСт – средняя за цикл измерения вязкость нефти, сСт.

T_{тпу}, °С – средняя за цикл измерения температура нефти в ТПУ, °С.

T_{тпр}, °С – средняя за цикл измерения температура нефти в расходомере, °С.

P_{тпу}, Мпа – среднее за цикл измерения давление нефти в ТПУ, МПа.

P_{тпр}, Мпа – среднее за цикл измерения давление нефти в расходомере, МПа.

F/nu, Гц/сСт – среднее за цикл отношение частоты импульсов с расходомера к вязкости нефти, Гц/сСт.

N, имп – число импульсов, сформированное расходомером за цикл измерения, имп.

K, имп/м³ – среднее за цикл значение K-фактора расходомера. K-фактор расходомера – число импульсов, формируемое расходомером при прохождении через него одного кубического метра нефти, имп/м³.

Примечание. Если в таблице «**Константы поверки**» значение параметра «**Вид K-фактора**» равно **1**, то «**K**» – это количество нефти, приходящееся на один импульс, сформированный расходомером. Единица измерения л/имп. Используется, например, при поверке ультразвуковых расходомеров типа «Altosonic».

F/nu ср., Гц/сСт – среднее для точки поверки отношение частоты импульсов с расходомера к вязкости нефти, Гц/сСт.

Kср., имп/м³ – среднее для точки поверки значение K-фактора расходомера, имп/м³.

ESIJ² – квадрат отклонения значений K-фактора за цикл поверки от среднего в точке поверки, %. Вычисляется по формуле

$$ESIJ^2 = (((K - K_{ср.}) / K_{ср.}) * 100)^2.$$

Kсв., имп/м³ – значение K-фактора расходомера, вычисленное по уравнениям из свидетельства о поверке, для значения **F/nu** из данного столбца, имп/м³.

Примечание. Это значение используется при сличении расходомера по ТПУ и вычисляется автоматически, если в таблицу коэффициентов уравнений, расположенной на вкладке «**Константы и уравнения**», загружены коэффициенты сличаемого расходомера.

Откл., % – отклонение K-фактора расходомера из свидетельства о поверке от K-фактора, полученного при сличении по ТПУ, %. Вычисляется по формуле

$$Откл. = ((K - K_{св.}) / K_{св.}) * 100.$$

D_{тпу}, кг/м³ – средняя за цикл плотность нефти при рабочих условиях в ТПУ, кг/м³.

Вж, 1/°С – среднее за цикл значение коэффициента объемного расширения нефти, 1/°С. Если **Дтпу** не равна 0, то вычисляется автоматически, в противном случае задается с клавиатуры.

Фж, 1/МПа – среднее за цикл значение коэффициента сжимаемости нефти, 1/МПа. Если **Дтпу** не равна 0, то вычисляется автоматически, в противном случае задается с клавиатуры.

Ктр – среднее за цикл значение коэффициента, учитывающего влияние температуры и давления, разности температур и давления нефти у расходомера и в ТПУ на вместимость ТПУ.

Впр., м³ – среднее за цикл значение вместимости (объема калиброванного участка) ТПУ при условиях поверки, м³.

Тизм., с – длительность цикла поверки расходомера по ТПУ, т.е. суммарное время между срабатываниями детекторов при движении шарового поршня в прямом и обратном направлениях, с.

Вкладка «Константы и уравнения»

Вкладка «**Константы и уравнения**» является вкладкой из набора 2-го уровня. На ней расположен набор вкладок 3-го уровня: «**Константы ТПУ**», «**Константы поверки**» и «**Справочные данные**», а также таблица коэффициентов уравнений и линейка управления этой таблицей. Окно программы SmptTri.exe с открытыми вкладками «**Результаты**» и «**Константы и уравнения**» показано на рис. 3.

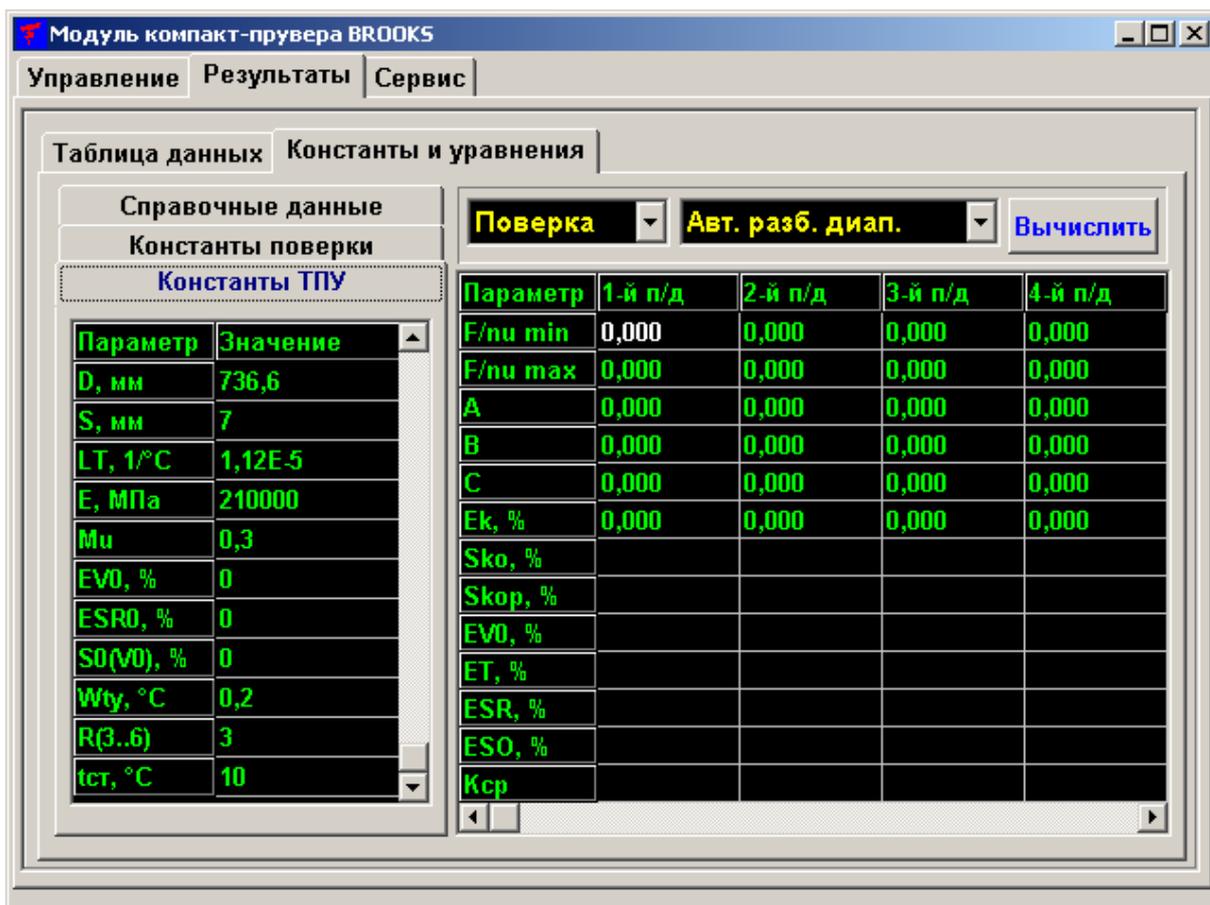


Рис. 3 – Окно программы SmptTri.exe с открытыми вкладками «Результаты», «Константы и уравнения» и «Константы ТПУ».

Вкладка «Константы ТПУ»

На вкладке «**Константы ТПУ**» расположена таблица, в которой отображаются значения констант ТПУ. Таблица состоит из двух столбцов: «**Параметры**» и «**Значения**». Все значения в этой таблице могут редактироваться оператором.

Внимание! Редактирование значений в ячейках таблицы должно заканчиваться нажатием клавиши «Enter» клавиатуры компьютера.

В столбце «Параметры» сверху вниз располагаются параметры со следующими сокращенными наименованиями.

V1св, м³ – объем калиброванного участка ТПУ (из свидетельства о поверке) для первой пары детекторов, м³.

D, мм – диаметр калиброванного участка ТПУ (из паспорта на ТПУ), мм.

S, мм – толщина стенок калиброванного участка ТПУ (из паспорта на ТПУ), мм.

LT, 1/°C – коэффициент линейного расширения материала стенок калиброванного участка ТПУ (из паспорта на ТПУ), 1/°C.

E, МПа – модуль упругости материала стенок калиброванного участка ТПУ (из паспорта на ТПУ), МПа.

Mu – коэффициент Пуассона, материала стенок калиброванного участка ТПУ (из паспорта на ТПУ).

EV0, % – граница погрешности определения среднего значения вместимости ТПУ (из свидетельства о поверке), %.

ESRo, % -граница суммарной систематической составляющей погрешности ТПУ (из свидетельства о поверке), %.

S0(V0), % – среднеквадратическое отклонение среднего значения вместимости ТПУ (из свидетельства о поверке), %.

Wty, °C – абсолютная погрешность измерения температуры в ТПУ (из паспорта на датчик температуры), °C.

R(3..6) – безразмерная константа для расчёта давления азота, необходимого для управления тарельчатым клапаном, которая принимает значения от 3 до 6.

tст, °C – температура инваровых стержней, °C.

Вкладка «Константы поверки»

На вкладке «**Константы поверки**» расположена таблица, в которой отображаются значения констант поверки. Таблица состоит из двух столбцов: «Параметры» и «Значения». Все значения в этой таблице могут редактироваться оператором.

Внимание! Редактирование значений в ячейках таблицы должно заканчиваться нажатием клавиши «Enter» клавиатуры компьютера.

В столбце «Параметры» сверху вниз располагаются параметры со следующими сокращенными наименованиями.

№ СИКН – номер СИКН, измерительная линия которого поверяется по ТПУ.

№ изм.линии – номер измерительной линии, расходомер которой поверяется по ТПУ.

Число точек – число точек расхода, в которых поверяется расходомер.

Замеров в точке – число измерений по ТПУ в каждой точке расхода.

Вид К-фактора – флаг вида К - фактора (коэффициента преобразования расходомера). Если значение в этой строке равно **0**, то программой вычисляется значение К - фактора, который измеряется в имп/м³ (например, для турбинных расходомеров), если – **1**, то вычисляется значение К - фактора, который измеряется в л/имп. (например, для ультразвуковых расходомеров «Altosonic»).

Qmax – максимальное (100%) значение расхода поверяемого расходомера, м³/ч.

Wtp, °C – абсолютная погрешность измерения температуры в поверяемой измерительной линии (из паспорта на датчик температуры), °C.

Вкладка «Справочные данные»

На вкладке «Справочные данные» расположено окно, в котором отображаются значения квантилей распределения Стьюдента для доверительных вероятностей **0,95** и **0,99** и некоторые другие справочные значения. Эти значения для редактирования недоступны.

Линейка управления таблицей коэффициентов уравнений

Линейка управления расположена непосредственно над таблицей коэффициентов уравнений. Включает в себя два выпадающих списка и кнопку, на которой в зависимости от выбранного пункта первого выпадающего списка появляется надпись «**Вычислить**» или «**Загрузить**».

Первый выпадающий список предназначен для выбора вида работы с расходомером и содержит два пункта: «**Поверка**» и «**Сличение**».

Если выбран пункт «**Поверка**», то предполагается, что проводится поверка расходомера по ТПУ, и в таблице коэффициентов уравнений будут записаны результаты поверки. В этом режиме работы с таблицей во втором выпадающем списке появляются два пункта с названиями: «**Авт. разб. диап.**» и «**Руч.разб.диап.**». Если выбран пункт «**Авт. разб. диап.**», то после нажатия кнопки «**Вычислить**» в таблице коэффициентов уравнений появятся значения коэффициентов для поддиапазонов значений F/nu , вычисленных автоматически. Если оператора не устраивают результаты, полученные при автоматическом разбиении рабочего диапазона значений F/nu на поддиапазоны, то он может выбрать пункт «**Руч.разб.диап.**» и ввести значения точек разбиения вручную, а затем нажать кнопку «**Вычислить**». В таблице коэффициентов уравнений появятся значения коэффициентов, вычисленные для поддиапазонов значений F/nu , введенных оператором.

Примечание. К-фактор турбинного расходомера зависит от значения комплексной величины, т.н. числа Рейнольдса (Re). Значение F/nu прямо пропорционально числу Рейнольдса, поэтому при определении градуировочной характеристики турбинного расходомера вместо значения числа Рейнольдса используется значение F/nu . Поскольку градуировочная характеристика расходомера может иметь сложный вид, для повышения точности аппроксимации рабочий диапазон значений F/nu нужно разбивать на поддиапазоны. Данная программа позволяет разбить рабочий диапазон значений F/nu максимально на четыре поддиапазона.

Ручной ввод точек разбиения рабочего диапазона значений F/nu на поддиапазоны может осуществляться либо в строке «**F/nu min**» через ячейки в столбцах «**2-й п/д**», «**3-й п/д**», «**4-й п/д**», либо в строке «**F/nu max**» через ячейки в столбцах «**1-й п/д**», «**2-й п/д**», «**3-й п/д**», и должен заканчиваться нажатием клавиши «Enter» клавиатуры компьютера.

Внимание! Манипуляции с таблицей коэффициентов уравнений должны проводиться только после того, как была вычислена таблица данных на вкладке «**Результаты**».

Если выбран пункт «**Сличение**», то предполагается, что проводится сличение расходомера по ТПУ, и в таблице коэффициентов уравнений должны находиться коэффициенты из свидетельства о поверке расходомера, необходимые для вычисления значений «**Ксв.**» и «**Откл.**» в таблице данных, расположенной на вкладке «**Результаты**». Ввод значений коэффициентов из свидетельства осуществляется вручную оператором с клавиатуры компьютера, при этом во втором выпадающем списке появляется пункт «**Руч. ввод коэфф.**».

Таблица коэффициентов уравнений

В **таблице коэффициентов уравнений** отображаются результаты метрологической обработки измерений по ТПУ, необходимые для формирования протоколов поверки расходомера.

Коэффициенты уравнений (полиномов) аппроксимации градуировочной характеристики расходомера, вычисленные программой, расположены в левом верхнем углу таблицы в ячейках на пересечении столбцов: «1-й п/д», «2-й п/д», «3-й п/д», «4-й п/д» и строк: «F/nu min», «F/nu max», «А», «В», «С», «Ек».

Примечание. Под уравнением аппроксимации градуировочной характеристики расходомера в программе понимается квадратичное уравнение следующего вида

$$K=A*\lg(F/nu)^2+B*\lg(F/nu)+C, \text{ где}$$

K – K-фактор расходомера,

F/nu – отношение частоты к вязкости, для которого вычисляется K-фактор расходомера,

A, B, C – коэффициенты квадратичного уравнения (полинома аппроксимации), вычисляющиеся по методу наименьших квадратов данной программой.

Наименования столбцов обозначают поддиапазон расходов, для которого вычислены значения коэффициентов A, B, C, которые располагаются в ячейках строк с одноименными наименованиями. Значения границ поддиапазонов F/nu отображаются в ячейках строк с обозначениями «F/nu min» и «F/nu max», где

F/nu min – минимальное для данного поддиапазона значение отношения частоты к вязкости, Гц/сСт,

F/nu max – максимальное для данного поддиапазона значение отношения частоты к вязкости, Гц/сСт.

В ячейках со строкой, обозначаемой как «Ек», отображаются значения погрешности аппроксимации градуировочной характеристики расходомера для соответствующего поддиапазона **F/nu**.

Примечание. В автоматическом режиме разбиения рабочего диапазона значений **F/nu** на поддиапазоны, для которых вычисляются значения коэффициентов уравнений аппроксимации, количество поддиапазонов **F/nu** зависит от количества точек поверки. Если точек поверки 3 или 4, то вычисляется только одно уравнение аппроксимации, и поддиапазон расхода совпадает с рабочим диапазоном значений **F/nu**. Если точек поверки 5 или 6, то рабочий диапазон значений **F/nu** разбивается на два поддиапазона, и вычисляются два уравнения аппроксимации. Если точек поверки 7 или 8, то рабочий диапазон значений **F/nu** разбивается на три поддиапазона, и вычисляются три уравнения аппроксимации. Если точек поверки 9 и больше, то рабочий диапазон значений **F/nu** разбивается на четыре поддиапазона, и вычисляются четыре уравнения аппроксимации.

При ручном режиме разбиения рабочего диапазона значений **F/nu** на поддиапазоны количество поддиапазонов регулируется оператором.

Метрологические характеристики

Результаты вычисления метрологических характеристик (значения погрешностей), необходимые для формирования протокола поверки, поверенного расходомера также отображаются в таблице коэффициентов уравнений. Причем для поверяемого расходомера вычисляются значения погрешностей как для варианта, когда он входит в состав СИКН, имеющего вторичную аппаратуру (ВА), осуществляющую вычисление K-фактора по градуировочной кривой, так и для варианта, когда ВА СИКН может работать только с одним значением K-фактора расходомера, обозначаемым в данной программе как **Kср**.

Примечание. **Kср** является усредненным для рабочего диапазона значений **F/nu** значением K-фактора расходомера.

В таблице также отображаются значения погрешностей, вычисленные из предположения, что поверенный расходомер является контрольным, и поэтому для каждой точки поверки вычисляются значения погрешностей в соответствии с МИ-1974-95.

Внимание! Если поверенный расходомер является контрольным, то значение квантиля Стьюдента для него необходимо брать для доверительной вероятности **0.99**.

Для расходомера, работающего с ВА, вычисляющей значение К-фактора по градуировочной кривой, значения погрешностей отображаются на пересечении столбца «**Квадр.**» и строк:

Ek, % – наибольшая погрешность аппроксимации в поддиапазонах **F/nu**, %;

Sko, % – среднеквадратическое отклонение случайной составляющей погрешности расходомера в рабочем диапазоне **F/nu**, %;

Skop, % – предел среднеквадратического отклонения случайной составляющей погрешности расходомера, %;

EVO, % – граница погрешности определения среднего значения вместимости ТПУ, %;

ET, % – граница не исключенного остатка систематической погрешности, обусловленной погрешностью измерения температуры, %;

ESR, % – граница суммарной систематической составляющей погрешности поверенного расходомера, %;

ESO, % – относительная погрешность поверенного расходомера, %.

Для расходомера, работающего в ВА, использующей одно значение К-фактора для всего рабочего диапазона значений **F/nu**, значения погрешностей и К-фактора находятся на пересечении столбца «**Кд**» и тех же строк, что перечислены выше, без строки «**Ek**», но со строкой «**Кср**».

Для контрольного расходомера значения погрешностей и К-фактора точки находятся на пересечении столбцов с названиями от «**Точка 1**» до «**Точка 19**» и строк, перечисленных выше, для расходомера с ВА, использующей одно значение К-фактора.

3.3.2.3. Вкладка «Сервис»

Вкладка «**Сервис**» предназначена для просмотра градуировочной кривой поверенного расходомера на графике и сравнения ее с точками поверки, полученными при предыдущих поверках этого же расходомера, хранящимися в файлах с данными поверки.

Как видно из рис. 4, на вкладке «**Сервис**» расположена одна вкладка 2-го уровня «**Графики**».

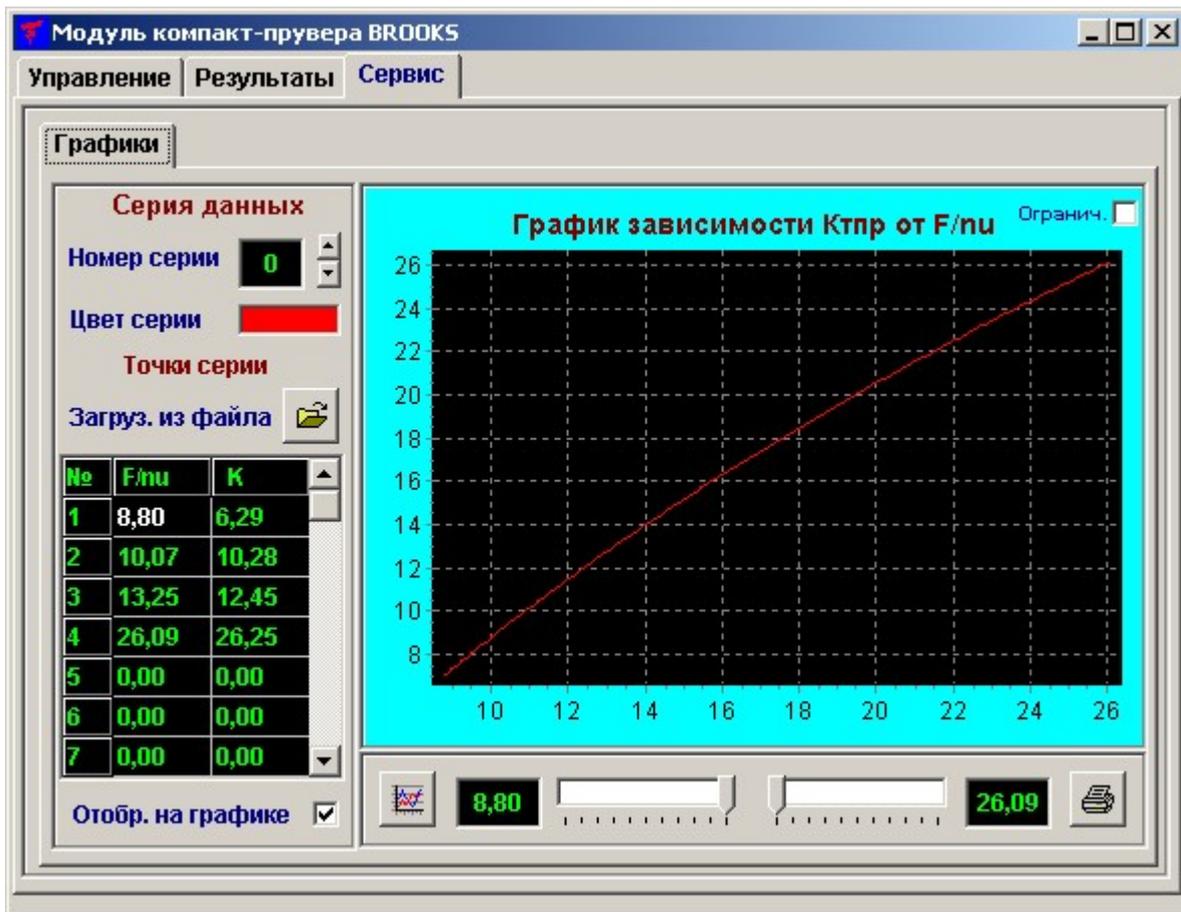


Рис. 4 – Окно программы SmpTpu.exe с открытыми вкладками «Сервис» и «Графики».

Вкладка «Графики»

На вкладке расположены: панель «**Серия данных**» и график с панелью управления.

Панель «Серия данных»

Панель предназначена для числового отображения серии точек поверки, которые выводятся на график. Номер серии точек для отображения выбирается с помощью комбинированной кнопки «Вверх/вниз», а отображается в расположенном рядом окошечке.

Примечание. Номер серии точек поверяемого в данный момент расходомера всегда равен **0**. Номера остальных серий точек зависят от того, какой номер серии был выбран перед их загрузкой. Всего из файлов данных поверки может быть загружено 9 серий точек.

Значения точек поверки отображаются в таблице «**Точки серии**». В столбце «**F/nu**» отображаются значения **F/nu**, а в столбце «**K**» отображаются соответствующие значения K-фактора расходомера. Максимально в серии могут отображаться значения двадцати точек поверки.

Цвет точек серии при выводе их на график отображен в окошечке «**Цвет серии**».

Будут ли выводиться точки серии на график, зависит от состояния выключателя «**Отобр.на графике**». Если выключатель включен («галочка» установлена), то точки серии выводятся на график, если не включен, точки не выводятся.

Точки серии можно ввести в таблицу точек серии вручную с клавиатуры или загрузить из файла данных поверки. Для загрузки точек серии из файла данных служит кнопка «**Загруз.из файла**». После ее нажатия появляется диалоговая панель, в которой можно выбрать нужный файл данных поверки. После нажатия кнопки «**Открыть**»

диалоговой панели, точки поверки из выбранного файла данных автоматически загружаются в таблицу точек поверки. Загруженная из файла серия точек поверки получает тот номер серии, который был установлен перед загрузкой.

Внимание! Если номер серии равен **0**, то кнопка загрузки точек серии из файла данных поверки не действует.

График с панелью управления

Заголовок графика «**График зависимости Ктпр от F/nu**» отражает назначение графика: графическое отображение градуировочной кривой расходомера и расположения точек поверки на ней.

После нажатия кнопки с иконкой графиков, расположенной слева на панели управления графиком, на графике появится градуировочная кривая поверенного расходомера. Отобразятся также точки из тех серий, у которых установлен переключатель «**Отобр.на графике**».

Примечание. На график можно одновременно вывести только одну градуировочную кривую, построенную по данным из таблицы данных и таблицы коэффициентов уравнений, описанных в предыдущих разделах. Если оператор хочет просмотреть калибровочную кривую, построенную на основе файла данных поверки, то он должен загрузить этот файл так, как описано в п. 3.3.2.2.

Значения К-фактора откладываются на левой вертикальной оси графика, а значения **F/nu** – на нижней горизонтальной. Начальное и конечное значения диапазона **F/nu** выводятся на линейке управления в левом и правом окошечках соответственно. Изменения градуировочной кривой за пределами поверенного диапазона можно наблюдать, если изменять крайние значения **F/nu** с помощью левого и правого ползунков панели управления графиком. Левый ползунок уменьшает нижнюю границу значений **F/nu**, а правый увеличивает верхнюю.

Если оператор хочет наблюдать изменение градуировочной кривой расходомера, работающего с ВА типа ИВК-Н, то он должен включить (установить «птичку») переключатель «**Огранич.**», расположенный в правом верхнем углу графика.

Если оператор хочет наблюдать изменение градуировочной кривой расходомера, работающего с ВА «Ничимен», то переключатель «**Огранич.**» должен быть выключен.

Примечание. Различие в алгоритмах вычисления К-фактора расходомера ВА «Ничимен» и ВА ИВК-Н заключается в том, что при выходе значения **F/nu** во время работы расходомера за пределы поверенного диапазона ВА ИВК-Н ограничивает значения К-фактора значениями, полученными при поверке в крайних точках диапазона, а ВА «Ничимен» – не ограничивает.

Содержимое графика можно распечатать на принтере, если нажать правую кнопку панели управления графиком с иконкой принтера.

