

УТВЕРЖДАЮ

Директор

НПП “ЭЛЕМЕР”

_____ В.М.Окладников

“ ___ ” _____ 2003 г.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА
ПОВЕРКИ ТЕРМОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ
АСПТ

Программное обеспечение

Руководство оператора

НКГЖ.00001-01 34 01

ЛИСТ УТВЕРЖДЕНИЯ

Начальник отдела

теплофизических

измерений НПП “ЭЛЕМЕР”

_____ А.В. Крюков

“ ___ ” _____ 2003 г.

Исполнитель

_____ П.В. Епихин

“ ___ ” _____ 2003 г.

Утвержден

НКГЖ.00001-01 34 01 ЛУ

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА
ПОВЕРКИ ТЕРМОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ
АСПТ

Программное обеспечение

Руководство оператора

НКГЖ.00001-01 34 01

Листов _____

АННОТАЦИЯ

Настоящий документ является руководством оператора, содержащим сведения о назначении программного обеспечения, области применения, применяемых методах, классах решаемых задач, ограничениях для применения, минимальном составе аппаратных средств, а также сведения для обеспечения процесса общения оператора с программой автоматизированной поверки термопреобразователей АПТ (далее - АПТ) в процессе ее выполнения.

СОДЕРЖАНИЕ

1. НАЗНАЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ.....	4
2. УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОГРАММЫ	5
2.1. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ТРЕБОВАНИЯ К АППАРАТНОМУ И ПРОГРАММНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ	5
2.2. КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ	5
2.3. ПОРЯДОК УСТАНОВКИ	6
2.4. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ.....	7
3. ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОГРАММЫ.....	9
3.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....	9
3.2. НАСТРОЙКА СВЯЗИ С АСПТ И ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ.	10
3.3. НАСТРОЙКА “ОБЩИХ ДАННЫХ”	11
3.4. НАСТРОЙКА ПАРАМЕТРОВ СОХРАНЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ.....	12
3.5. НАСТРОЙКА ПРОГРАММЫ И ПРОЕКТА.....	13
3.6. ВЫБОР ОБРАЗЦОВЫХ ТЕРМОМЕТРОВ	14
3.6. НАСТРОЙКА КАНАЛОВ АСПТ.....	17
3.6.1. <i>Настройка канала АСПТ для поверки термопреобразователей сопротивления.</i>	19
3.6.2. <i>Настройка канала АСПТ для поверки термоэлектрических преобразователей.</i>	20
3.6.3. <i>Настройка канала АСПТ для поверки термопреобразователей с унифицированным выходным токовым сигналом.</i>	20
3.6.4. <i>Настройка канала АСПТ для измерения напряжения.</i>	20
3.6.5. <i>Настройка канала АСПТ для измерения температуры образцовым термопреобразователем сопротивления.</i>	21
3.6.6. <i>Настройка канала АСПТ для измерения температуры образцовым термоэлектрическим преобразователем.</i>	21
3.6.7. <i>Настройка канала АСПТ для измерения температуры образцовым унифицированным токовым выходом.</i>	21
3.5. ИЗМЕРЕНИЕ	21
3.7. ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ИЗМЕРЕНИЯ.....	25
3.7. РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЯ И ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ.	27
3.7.1. <i>Протокол поверки термопреобразователей сопротивления, термоэлектрических термопреобразователей и термопреобразователей с унифицированным выходным сигналом.</i>	27
3.7.2. <i>Протокол поверки комплекта термопреобразователей платиновых разностных для теплосчетчиков.</i>	27
3.8. КАЛИБРОВКИ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ.....	31
3.8.1. <i>Калибровка опорных сопротивлений.</i>	31
3.8.2. <i>Калибровка опорных напряжений.</i>	34
3.8.3. <i>Калибровка токовых кабелей.</i>	36
4. СООБЩЕНИЯ ОПЕРАТОРУ	38
4.1. СООБЩЕНИЯ О СОСТОЯНИИ ПРОЕКТА.....	38
4.2. СООБЩЕНИЯ О СОСТОЯНИИ ПРОГРАММЫ.....	38

1. НАЗНАЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

Программа “Автоматизированная поверка термопреобразователей АПТ” (далее – АПТ) в составе системы поверки термопреобразователей автоматизированной АСПТ (далее – АСПТ) выполняет функции автоматизации дистанционной настройки, конфигурации измерительных каналов, текущего управления, сбора оперативной информации и организацию ее хранения, обработки и анализа.

Программа АПТ предназначена для автоматизации с помощью ПЭВМ процесса поверки термопреобразователей сопротивления, термоэлектрических преобразователей и термопреобразователей с унифицированным выходным сигналом.

Программа АПТ позволяет ускорить процесс поверки, выполняя автоматизированное измерение величин с использованием АСПТ и автоматическую обработку результатов измерения, формируя на основе полученных данных протокол поверки.

Особенностью программы является удобный интерфейс, позволяющий пользователю изменять схему процесса поверки термопреобразователей, оперативно перестраивать систему, а также производить калибровку АСПТ, контролируя точностные характеристики всей системы.

2. УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОГРАММЫ

2.1. Технические характеристики, требования к аппаратному и программному обеспечению

Программа АПТ предназначена для работы на персональной ЭВМ типа IBM-PC/AT с процессором не ниже Intel486DX со встроенным сопроцессором плавающей точки, оперативной памятью не менее 16 Мбайт, жестким диском с емкостью не менее 500 Мбайт, видеоконтроллером PCI с памятью не менее 1 Мбайт, поддерживающего режим не менее 640*480 точек при числе цветов не менее 16.

Программа работает под управлением операционной системы Windows 9x/Me/2000/XP/NT 4.0, в которой должен быть установлен стандартный драйвер принтера или любого другого печатающего устройства, подключенного к этому компьютеру непосредственно или доступного по сети или удаленному соединению.

Рекомендуется использовать разрешение экрана компьютера - 1024x768 точек при числе цветов не менее 256.

2.2. Комплект поставки

В комплект поставки входят:

1. Руководство оператора НКГЖ.00001-01 34 01 1 экз.
2. Диск с программным обеспечением НКГЖ.00001-01 34 01 1 шт.

Состав программного обеспечения:

- \plug-ins\ – каталог с ресурсами, используемыми aspt.exe;
- borlndmm.dll – библиотека, используемая aspt.exe;
- ex_com.dll – библиотека, используемая aspt.exe;
- aspt.dll – библиотека, используемая aspt.exe;
- aspt.doc – руководство оператора в электронном виде;

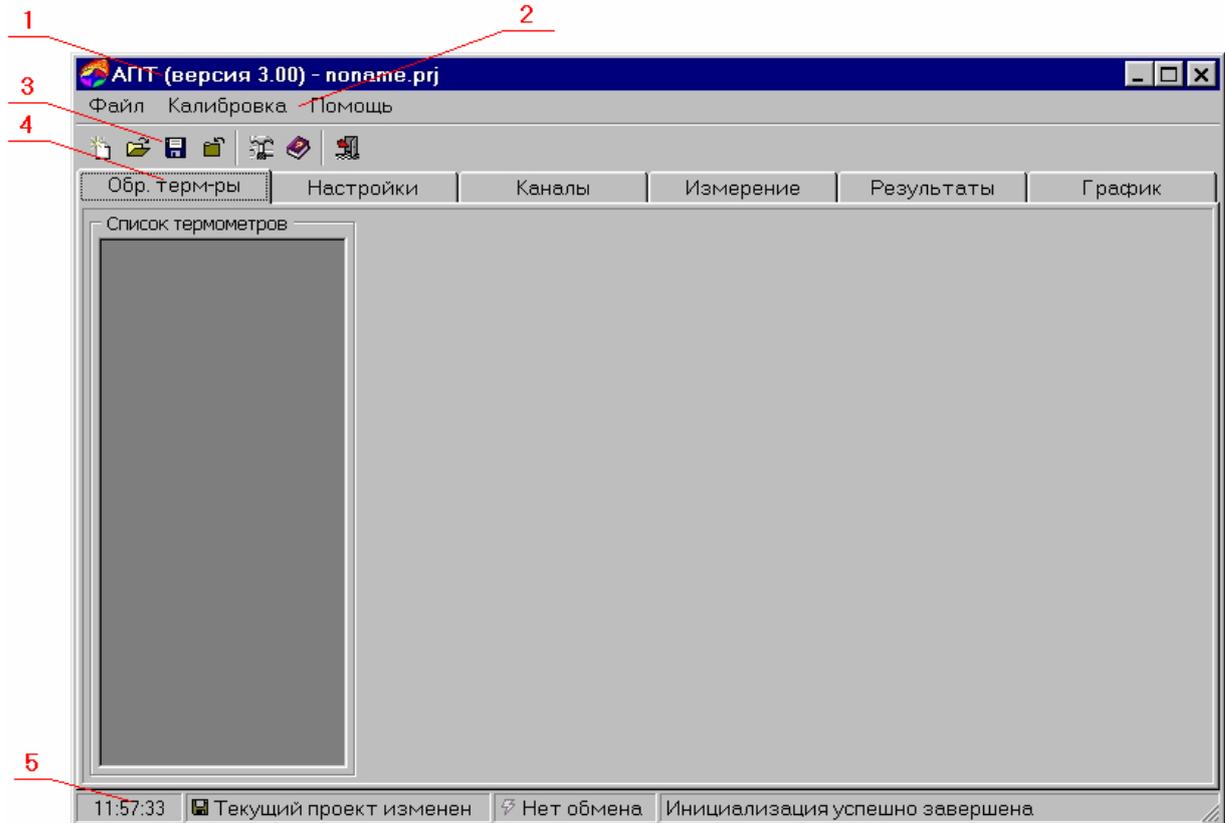
- aspt.exe – исполняемый файл;
- aspt.ini – файл настройки;
- aspt.txt – краткое описание программы.

2.3. Порядок установки

Для установки программы АПТ запустите файл apt_install.exe с установочного диска и следуйте инструкциям программы-инсталляции. По умолчанию все программные файлы копируются в каталог “C:\Program Files\ELEMER\APT”. В меню ОС Windows “Пуск” создается папка с ярлыком программы, и на рабочий стол выносится иконка для запуска программы.

На завершающей стадии выполнения установки Вам будет предложено запустить программу. Убедитесь, что установка прошла успешно - окно программы АПТ должно иметь вид, показанный на рисунке 1.

**Программа АПТ.
Основное окно.**



- 1 - заголовок окна;
- 2 - меню программы;
- 3 - панель инструментов;
- 4 - закладки программы;
- 5 - строка статуса с индикацией системного времени, состояния программы и полем сообщений (см. раздел 4 “Сообщения оператору”).

Рисунок 1

Внимание! Для удаления программы с ПЭВМ необходимо использовать службу “Установка и удаление программ” (“Панель управления”) ОС Windows.

2.4. Подготовка к работе

Подготовьте к работе ПЭВМ в соответствии с ее руководством по эксплуатации. Подготовьте АСПТ к работе в соответствии с ее руководством по эксплуатации.

Подключите АСПТ с помощью соединительного кабеля из комплекта поставки к свободному СОМ-порту компьютера. Включите питание прибора и ЭВМ. Порядок включения питания значения не имеет. На передней панели АСПТ должны гореть два индикатора:

- Зеленый – сеть;
- Голубой – готовность к обмену информацией с ПЭВМ.

Запустите программу АПТ. Убедитесь, что основное окно программы, появляющееся после ее запуска, соответствует рисунку 1. Произведите настройку программы в соответствии с п. 3.2. руководства оператора. Настройка необходима для того, чтобы сообщить программе, по какому последовательному порту АСПТ подключена к ПЭВМ.

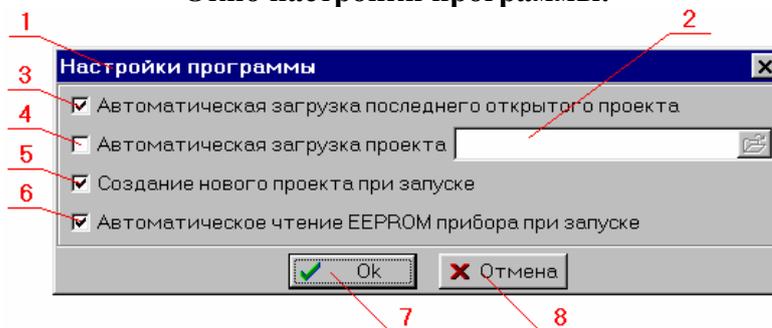
3. ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОГРАММЫ

3.1. Общие сведения

Программа АПТ осуществляет обмен данными с АСПТ, преобразует полученные данные и на их основе формирует протоколы поверки. Почти все настройки, производимые оператором в процессе эксплуатации программы (за исключением настроек образцовых термометров), записываются в файл-проект. Для того, чтобы начать работу с программой, необходимо открыть ранее созданный файл-проект или создать новый (меню “Файл”).

Проект можно загружать автоматически, используя сервисную функцию АПТ, доступную через меню “Файл/Настройка” (рисунок 2).

Программа АПТ.
Окно настройки программы.



- 1 - заголовок окна;
- 2 - файл проекта для автоматической загрузки при запуске программы;
- 3 - разрешение/запрет автоматической загрузки последнего открытого проекта;
- 4 - разрешение/запрет автоматической загрузки указанного проекта;
- 5 - разрешение/запрет создания нового проекта при запуске, если ни один другой проект не загружен;
- 6 - разрешение/запрет автоматического чтения EEPROM;
- 7 - завершение настройки с сохранением изменений;
- 8 - завершение настройки без сохранения внесенных изменений.

Рисунок 2

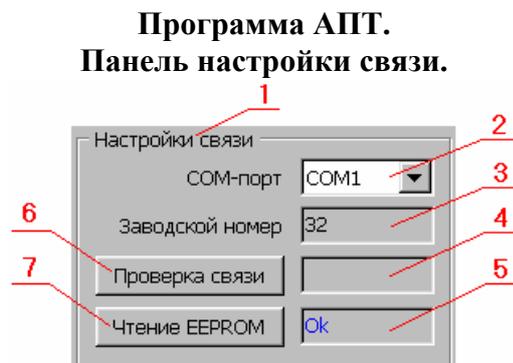
Процесс поверки термопреобразователей может быть разделен на три этапа:

1. Настройка системы, включающая в себя конфигурирование общих данных и установку каналов АСПТ;
2. Измерение характеристик поверяемых термопреобразователей;
3. Анализ измеренных характеристик и формирование протокола поверки.

3.2. Настройка связи с АСПТ и инициализация.

После инсталляции программы по п.2.3. и подготовке к работе по п.2.4. необходимо настроить связь с АСПТ и произвести инициализацию.

Настройка связи с прибором производится на панели “Настройки связи” закладки “Настройки” (рисунок 3).



- 1 - заголовок панели;
- 2 - используемый COM-порт;
- 3 - строка сообщений - заводской номер прибора;
- 4 - строка сообщений о состоянии связи с АСПТ;
- 5 - строка сообщений о состоянии чтения EEPROM АСПТ;
- 6 - тестирование связи;
- 7 - чтение содержимого EEPROM АСПТ.

Рисунок 3

При создании нового проекта по умолчанию устанавливаются настройки, используемые для связи с прибором. Поэтому необходимо лишь указать номер СОМ-порта, к которому подключена АСПТ.

Инициализацию АСПТ (чтение параметров, хранящихся в EEPROM АСПТ) необходимо производить каждый раз при открытии или создании проекта. Программа АПТ позволяет автоматически производить инициализацию при открытии проекта, если оператор уверен, что связь с АСПТ установлена. Установка режима автоматической инициализации производится в окне “Настройка программы” (рисунок 2, п.4).

3.3. Настройка “общих данных”.

Общие данные, панель настройки которых показана на рисунке 4 и доступна на закладке “Настройки”, используются для формирования протокола. На ход измерения не влияют.

**Программа АПТ.
Панель настройки общих данных поверки.**

Общие данные	
Время	18:38:21
Дата	06.02.03
ФИО поверителя	Иванов Иван Иванович
Кем представлен	нпп "Элемер"

Условия поверки	
Температура окружающей среды, °С	22
Атмосферное давление, мм.рт.ст.	740
Относительная влажность, %	69

Тип установки	КТ500		
Измерительная система	АСПТ	класс	0.005
		номер	1

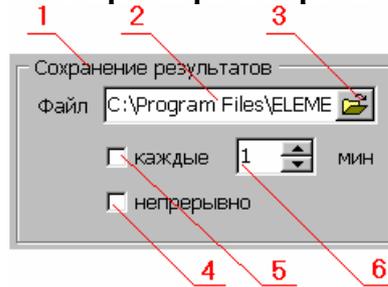
- 1 - заголовок панели;
- 2 - текущие дата и время;
- 3 - фамилия поверителя и название организации;
- 4 - условия поверки;
- 5 - описание системы поверки.

Рисунок 4

3.4. Настройка параметров сохранения результатов.

Параметры сохранения результатов, панель настройки которых показана на рисунке 5 и доступна на закладке “Настройки”, используются для сохранения результатов измерения.

**Программа АПТ.
Панель настройки параметров сохранения результатов.**



- 1 - заголовок панели;
- 2 - файл сохранения результатов измерения;
- 3 - вызов диалогового окна выбора файла сохранения;
- 4 - разрешение/запрет сохранения после каждого цикла измерений;
- 5 - разрешение/запрет сохранения через заданный интервал времени;
- 6 - периодичность, с которой происходит сохранение.

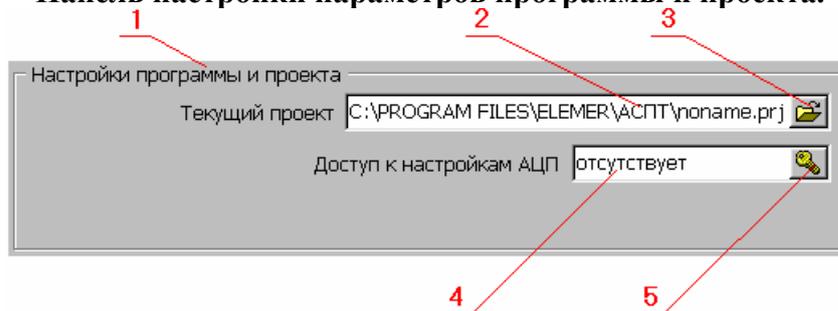
Рисунок 5

3.5. Настройка программы и проекта.

Панель с параметрами, описывающими текущий открытый проект и уровень доступа к настройкам АЦП АСПТ, показана на рисунке 6 и доступна на закладке “Настройки”. Изменение настроек АЦП используется исключительно при отладке программы и пользователю эта функция недоступна.

Остальные настройки программы производятся в окне “Настройки программы” (рисунок 2), которое вызывается через меню “Файл/Настройка”.

**Программа АЦП.
Панель настройки параметров программы и проекта.**



- 1 - заголовок панели;
- 2 - файл текущего открытого проекта;
- 3 - вызов диалогового окна открытия проекта;
- 4 - уровень доступа к настройкам АЦП;
- 5 - вызов диалогового окна изменения уровня доступа к настройкам АЦП.

Рисунок 6

3.6. Выбор образцовых термометров

Выбор образцовых термометров, использующихся при поверке, производится на закладке “Обр. терм-ры” (рисунок 7). Для этого в списке образцовых термометров (рисунок 7, п.8) следует поставить галочки рядом с именами соответствующих термометров (рисунок 7, п.9).

Чтобы изменить список термометров (задать новый термометр или удалить имеющийся):

- в поле списка термометров нажмите правую кнопку мыши и в появившемся меню (рисунок 7, п.12) выберите необходимый пункт;
- укажите вид образцового термометра: термометр сопротивления, термопара или токовый сигнал (рисунок 7, п.2);
- задайте имя термометра (рисунок 7, п.1), для чего нажмите кнопку “...” (рисунок 7, п.6). В появившемся диалоговом окне укажите имя термометра;
- в разделе “Характеристики” введите другую информацию о термометре (рисунок 7, пп.3,4,5);

- выберите способ описания характеристик термометра (рисунок 7, п.7);
- введите паспортные значения коэффициентов (рисунок 7, п.10).

В качестве образцовых термометров сопротивления могут использоваться платиновые термометры сопротивления. В этом случае способ задания их характеристик либо полином вида:

$$R = R_0 (1 + AT + BT^2 + \dots),$$

либо коэффициенты отклонения ΔW от стандартной функции МТШ-90:

$$\Delta W = a (W - 1) + b (W - 1)^2 + c (W - 1)^3 .$$

Если используется какой-либо иной термометр сопротивления, то возможен лишь первый способ.

В качестве образцовых термопар предусмотрено применение только ППО. Способ задания характеристик – полином вида:

$$U = A_0 + A_1T + A_2T^2 + \dots ,$$

или результаты градуировки в реперных точках: 419.527, 660.323 и 1084.62 °С.

Панель “Параметры измерения” (рисунок 7, п.13) задает величины, определяющие процесс измерения характеристик образцового термометра. Для термометров сопротивления следует ориентироваться на следующие параметры:

- измерение 100-омных термометров проводить с опорным резистором 150 Ом и значением тока 1 мА;
- измерение 10-омных термометров проводить с опорным резистором 15 Ом и значением тока 1-2 мА.

После проведения всех изменений и переходе на любую другую страницу происходит сохранение изменений.

**Программа АПТ.
Закладка выбора образцовых термометров.**

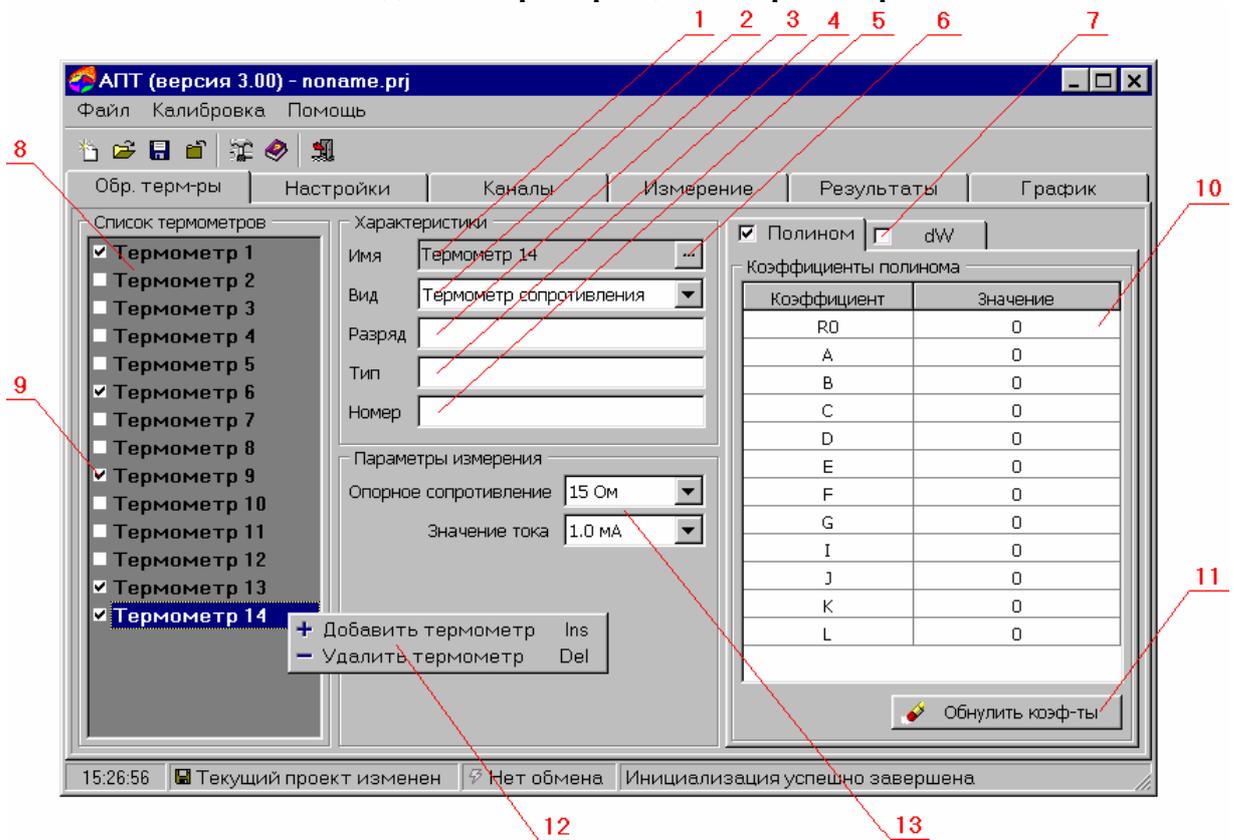
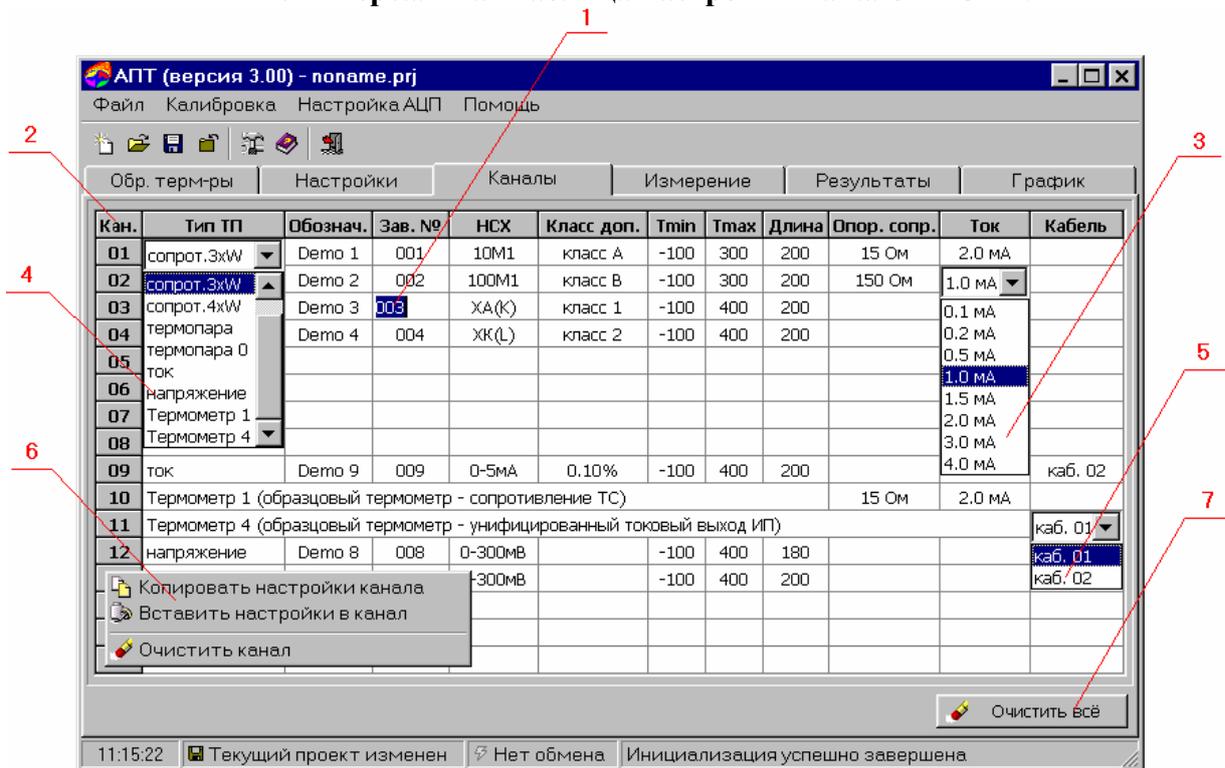


Рисунок 7

3.6. Настройка каналов АСПТ

Для того, чтобы настроить программу АПТ на поверку термопреобразователей, подключенных к определенным каналам АСПТ, используется универсальная таблица настройки каналов (рисунок 8) – закладка “Каналы”.

Программа АПТ.
Универсальная таблица настройки каналов АСПТ.



- 1 - строка ввода;
- 2 - таблица настройки каналов;
- 3 - выпадающее меню настройки;
- 4 - выпадающее меню настройки;
- 5 - выпадающее меню настройки;
- 6 - выпадающее меню настройки;
- 7 - очистка таблицы.

Рисунок 8

Универсальная таблица настройки каналов (рисунок 8, п.2) представляет мощное средство управления АСПТ и является основным элементом настройки.

Перечень сокращений, принятых в программе АПТ при настройке каналов АСПТ:

- **Кан.** – номер канала;
- **Тип ТП** – тип термопреобразователя;
- **Обознач.** – обозначение термопреобразователя;
- **Зав. №** – заводской номер;
- **НСХ** – номинальная статическая характеристика;
- **Класс доп.** – класс допуска термопреобразователя;
- **T_{min}** – минимальная температура;
- **T_{max}** – максимальная температура;
- **Длина** – длина погружаемой части термопреобразователя;
- **Опор. сопр.** – опорное сопротивление в АСПТ;
- **Ток** – ток через термопреобразователь сопротивления;
- **Кабель** – используемый для измерения тока кабель.

Изменение настройки канала осуществляется либо с использованием выпадающего меню (рисунок 8, п.2), либо строки ввода (рисунок 8, п.1).

Для настройки используемого канала кликните левой кнопкой мыши в столбце “Тип ТП”. В появившемся выпадающем меню (рисунок 8, п.4) выберите один из следующих вариантов:

- – – канал не измеряется;
- **сопрот.3xW** – измерение сопротивления по 3-х проводной схеме;
- **сопрот.4xW** – измерение сопротивления по 4-х проводной схеме;
- **термопара** – измерение термопары с использованием внешнего компенсатора холодного спая;
- **термопара 0** – измерение термопары без использования внешнего компенсатора холодного спая (с холодным спаем при 0°C);

- **ток** – измерение тока;
- **напряжение** – измерение напряжения;
- **Термометр N** – измерение температуры образцовым термометром с именем “Термометр N”, при условии его включения на закладке “Образцовые термометры”.

Дальнейшая настройка канала производится соответственно выбранному типу подключенного термопреобразователя и описана ниже отдельно для каждого типа термопреобразователя.

Параметры канала с образцовым термометром после ввода типа ТП настраиваются автоматически соответственно ранее заданным настройкам измерения для данного термометра (рисунок 7, п.13).

3.6.1. Настройка канала АСПТ для поверки термопреобразователей сопротивления.

Программа АПТ позволяет осуществлять поверку следующих типов термопреобразователей сопротивления: 10M1, 50M1, 100M1, 10M2, 50M2, гр.23, 100M2, 10П, гр.21, 50П, 100П, 500П, Pt10, Pt50, Pt100, Pt500, 100Н, подключенных по трех- и четырехпроводной схеме. Используемые условные обозначения 10M1, 50M1, 100M1 – соответствуют НСХ медных термометров сопротивления с $W_{100} = 1.428$, а 10M2, 50M2, 100M2 – с $W_{100} = 1.426$. При настройке термопреобразователей данного типа используются все поля таблицы, за исключением поля “Кабель”. Изменение поля “Кабель” в данном режиме настройки недоступно оператору.

Внимание! Величины “опорное сопротивление” и “ток” задаются видом НСХ термопреобразователей сопротивления. Их без веских на то причин изменять не рекомендуется.

3.6.2. Настройка канала АСПТ для поверки термоэлектрических преобразователей.

Программа АПТ позволяет осуществлять поверку термоэлектрических преобразователей со следующими типами НСХ: ХА(К), ХК(L), ЖК(J), МК(T), НН(N), ПП(R), ПП(S), ВР(А)-1, ВР(А)-2, ВР(А)-3, ПР(В), ХК(Е), подключенных согласно указанному в паспорте АСПТ способу. При настройке термопреобразователей данного типа используются все поля таблицы, за исключением полей “Опор. сопр.”, “Ток” и “Кабель”. Перечисленные поля недоступны к изменению в данном режиме настройки.

3.6.3. Настройка канала АСПТ для поверки термопреобразователей с унифицированным выходным токовым сигналом.

Программа АПТ позволяет осуществлять поверку термопреобразователей с унифицированным выходным сигналом, подключенных согласно указанному в паспорте АСПТ способу. При настройке термопреобразователей данного типа используются все поля таблицы, за исключением полей “Опор. сопр.” и “Ток”. Перечисленные поля недоступны к изменению в данном режиме настройки.

Внимание! При поверке ТП с унифицированным токовым сигналом ввод величин “Тmin” и “Тmax” обязателен.

Внимание! Перед первым измерением необходимо произвести калибровку токовых кабелей (п. 3.8.3).

3.6.4. Настройка канала АСПТ для измерения напряжения.

Программа АПТ позволяет измерять напряжение, подаваемое на вход любого из 16 каналов АСПТ. При настройке термопреобразователей данного типа используются все поля таблицы, за исключением полей “Класс доп.”, “Опор. сопр.”, “Ток” и “Кабель”. Перечисленные поля недоступны к изменению в данном режиме настройки.

3.6.5. Настройка канала АСПТ для измерения температуры образцовым термопреобразователем сопротивления.

При настройке термопреобразователей данного типа используются поля “Тип ТП”, “Опор. сопр.” и “Ток”.

3.6.6. Настройка канала АСПТ для измерения температуры образцовым термоэлектрическим преобразователем.

При настройке термопреобразователей данного типа используется поле “Тип ТП”.

3.6.7. Настройка канала АСПТ для измерения температуры образцовым унифицированным токовым выходом.

При настройке термопреобразователей данного типа используются поля “Тип ТП” и “Кабель”.

3.5. Измерение

Для того, чтобы начать процесс измерений, необходимо перейти на закладку “Измерение” (рисунок 9). Основной задачей, решаемой на этом этапе поверки, является определение значений сопротивления, термоЭДС или тока при температуре, которая измеряется образцовым термопреобразователем.

Перед началом измерения требуются величины, определяющие появление сигнала готовности:

- допустимый дрейф (рисунок 9, п.2);
- время нахождения ТП при данном дрейфе (рисунок 9, п.3);
- количество точек, по которым происходит вычисление дрейфа и усреднение (рисунок 9, п.4).

Запуск/остановка измерения производится нажатием на кнопку “Вкл.”/”Выкл.” (рисунок 9, п.12).

Снятие или установка “галочки” в таблице позволяет оперативно, не останавливая измерений, выключить или вновь включить некоторые или все каналы.

В таблице измерений (рисунок 9, п.1) выводятся параметры настройки каналов и результаты измерений:

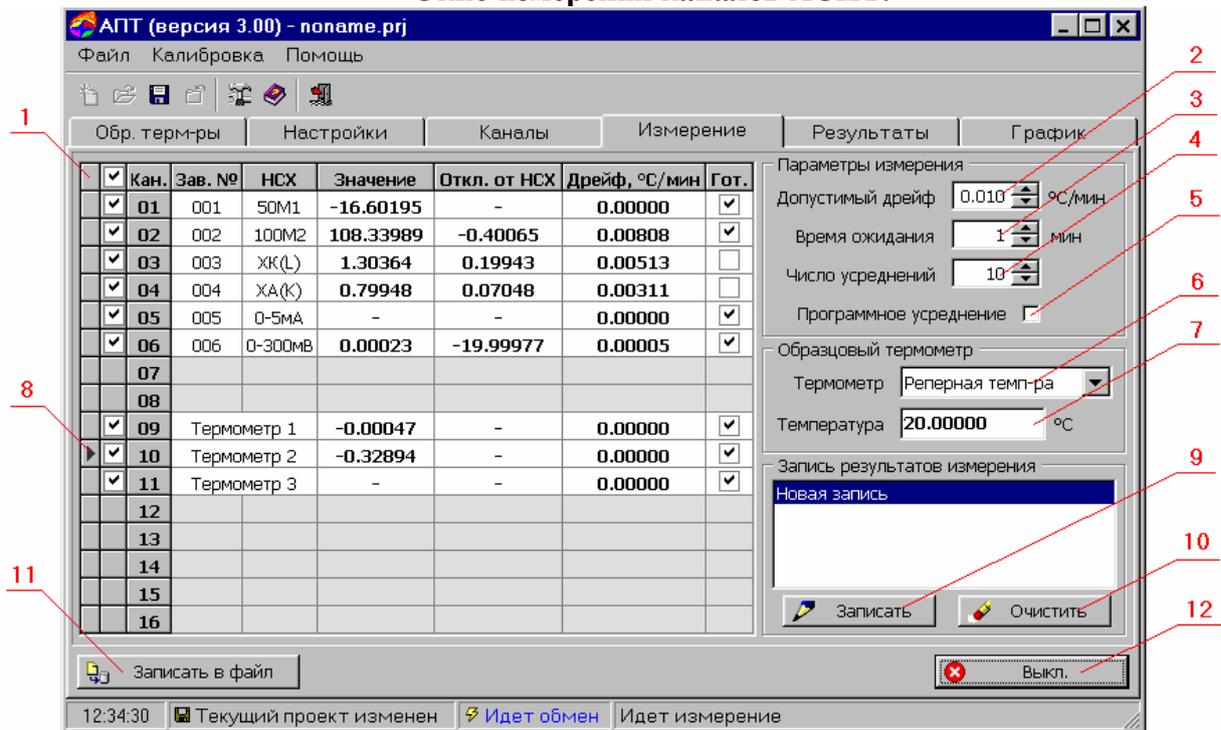
- **Кан.** – номер канала;
- **Зав. №** – заводской номер;
- **НСХ** – номинальная статическая характеристика;
- **Значение** – значение измеряемой величины (сопротивление, термоэдс, и т.д.)
- **Откл. от НСХ** – отклонение от НСХ, определяемая как разность температуры ТП, рассчитанной по его НСХ, и температуры образцового термометра (рисунок 9, п.7), выбранного в строке “Термометр” поля “Образцовый термометр” (рисунок 9, п.6);
- **Дрейф, °С/мин.** – дрейф температуры ТП;
- **Гот.** – флаг готовности, определяемый по дрейфу и устанавливающийся тогда, когда дрейф температуры поверяемого ТП и образцового термометра в течение заданного времени ожидания не превышает допустимого значения.

Если в строке “Термометр” (рисунок 9, п.6) выбран режим “Реперная температура”, то образцовую температуру надо ввести вручную в строке “Температура” (рисунок 9, п.7). Такой режим используется при измерениях в нулевом и паровом термостатах, в тройных точках, в точках затвердевания, а также в других случаях, когда образцовая температура измеряется не АСПТ, а с помощью других средств измерения.

При необходимости можно включить программное усреднение (рисунок 9, п.5). Тогда в соответствующих столбцах таблицы и на графике будут выводиться значения, усредненные по последним N точкам.

После появления сигнала готовности нажмите кнопку “Записать” (рисунок 9, п.9). Данные будут сохранены на закладке “Результаты”. После нажатия на кнопку “Записать в файл” результаты сохраняются в текстовый файл, задаваемый на закладке “Настройки” (п.3.4). Возможна также периодическая или непрерывная запись в этот файл.

Программа АПТ.
Окно измерения каналов АСПТ.



- 1 - таблица измерения;
- 2 - допустимый дрейф термопреобразователей и образцового термометра.
- 3 - время, по истечении которого определяется готовность термопреобразователя, если текущий дрейф был меньше допустимого;
- 4 - число усреднений;
- 5 - разрешение/запрет усреднения измеряемых значений;
- 6 - выбор используемого образцового термометра;
- 7 - температура используемого образцового термометра;
- 8 - указатель измеряемого канала АСПТ;
- 9 - запись значений в текущую условную точку;
- 10 - удаление всех условных точек;
- 11 - сохранение значений в файл;
- 12 - включение/выключение измерения.

Рисунок 9

3.7. Визуализация измерения.

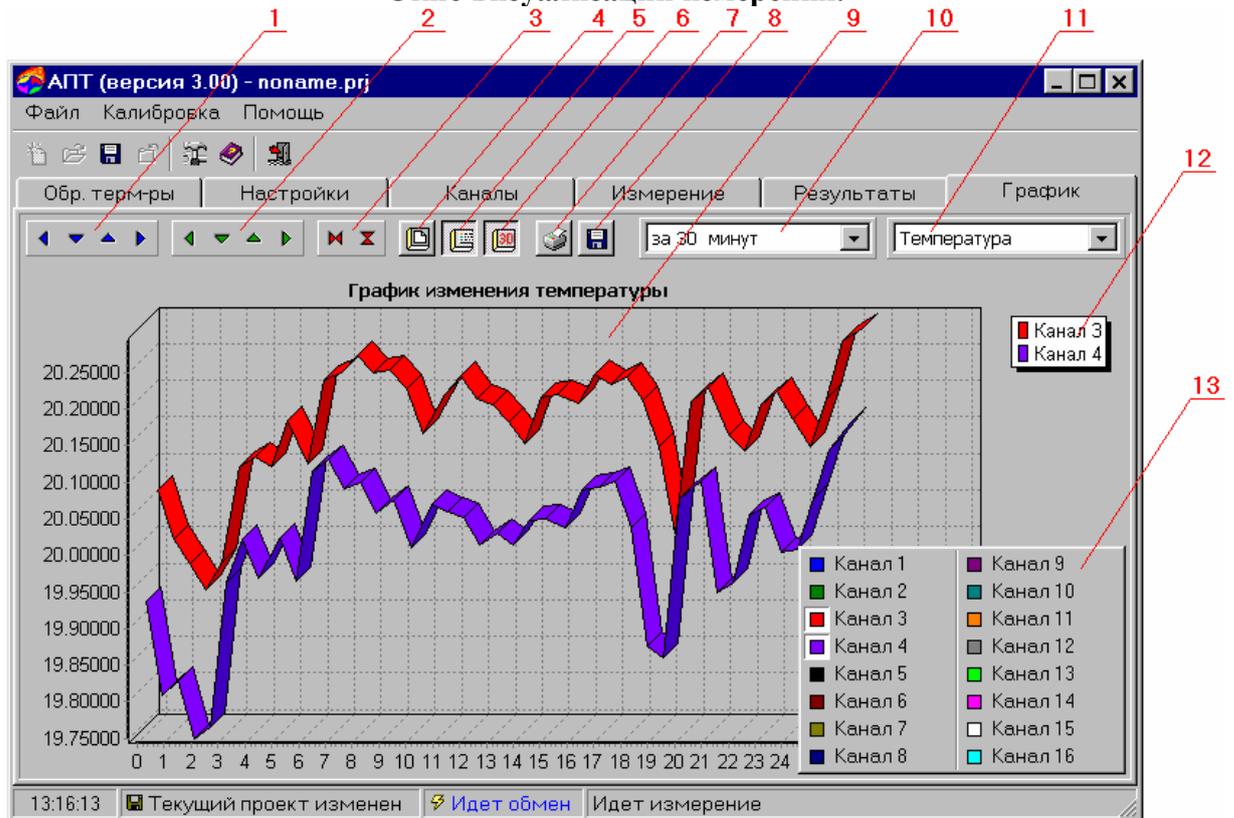
Для того, чтобы можно было наблюдать картину измерения во времени, необходимо перейти на закладку “График”, на которой возможно одновременно выводить до 16 зависимостей (по числу каналов АСПТ). Включение и выключение отображения каналов производится с использованием выпадающего меню (рисунок 11, п.13). Изменение цвета графика каждого канала (рисунок 11, п.12.) также производится с использованием выпадающего меню, но при нажатой клавише <Ctrl>.

Изменение масштаба производится либо с использованием групп кнопок (рисунок 11, п.1 и п.3), либо непосредственным выделением мышью той области на графике, которую необходимо увеличить. Сдвиг осей производится с помощью группы кнопок (рисунок 11, п.2).

Одновременно можно отображать одну из четырех основных величин (рисунок 9, п.11):

- измеряемое значение;
- температуру;
- отклонение от НСХ;
- дрейф.

Программа АПТ.
Окно визуализации измерения.



- 1 - масштабирование координатных осей;
- 2 - сдвиг координатных осей;
- 3 - автоматическое масштабирование координатных осей;
- 4 - сброс значений;
- 5 - включение/выключение вывода списка отображаемых каналов;
- 6 - переключение режима отображения;
- 7 - вывод на печать;
- 8 - сохранение в файл;
- 9 - график;
- 10 - выбор временного отрезка с начала измерения;
- 11 - выбор выводимой величины;
- 12 - легенда;
- 13 - выбор отображаемых каналов.

Рисунок 10

3.7. Результаты измерения и протокол поверки.

Для просмотра результатов измерения и формирования протокола необходимо перейти на закладку “Результаты”.

Путем выбора строк списка “Измеренные точки” можно просмотреть результаты (рисунок 11, п.1) и выбрать необходимые для формирования протокола точки (рисунок 11, п.4).

Внимание! Протокол формируется только для однотипных ТП (все ТП – или термопреобразователи сопротивления или термоэлектрические преобразователи или ТП с токовым выходным сигналом).

3.7.1. Протокол поверки термопреобразователей сопротивления, термоэлектрических термопреобразователей и термопреобразователей с унифицированным выходным сигналом.

Следует выбрать необходимые для формирования протокола точки (рисунок 11, п.4). Далее требуется произвести выбор от одного до четырех термопреобразователей (ограничение связано с размерами листа бумаги А4) для формирования протокола (рисунок 11, п.2), убрать галочку с опции “КТПР” (рисунок 11, п.5) и нажать кнопку “Протокол” (рисунок 11, п.6). Будет сформирован протокол в виде документа Excel.

3.7.2. Протокол поверки комплекта термопреобразователей платиновых разностных для теплосчетчиков.

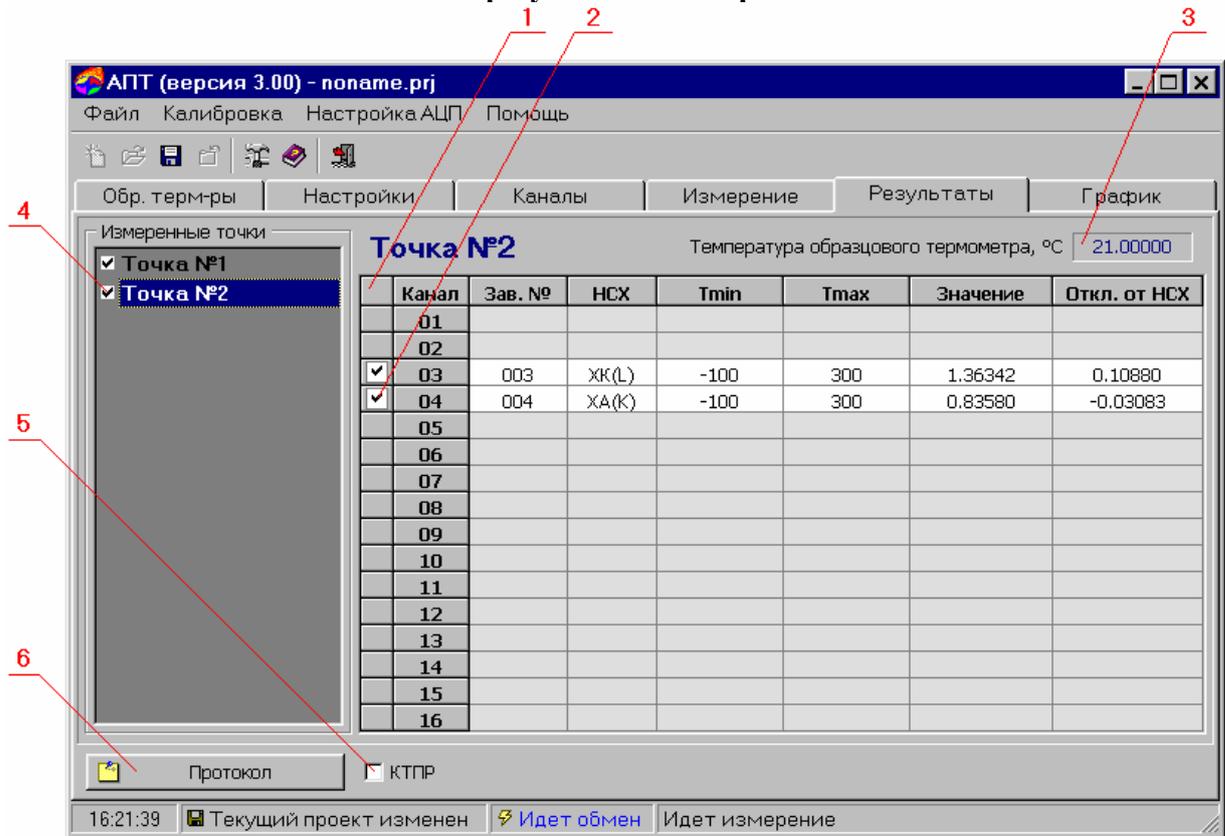
Следует выбрать две или три точки (рисунок 11, п.4) на основании которых будет сформирован протокол. Далее требуется произвести выбор двух термопреобразователей сопротивления, входящих в комплект (ограничение связано с размерами листа бумаги А4) для формирования протокола (рисунок 11, п.2), поставить галочку в опции “КТПР” (рисунок 11, п.5) и нажать кнопку “Протокол” (рисунок 11, п.6).

В появившемся окне “Формирование протокола поверки КТПР” (рисунок 12) необходимо выполнить следующие действия:

- определить “горячий” и “холодный” термометры (рисунок 12, п.1) с помощью кнопки “Изменить” (рисунок 12, п.5);
- задать сопротивление кабеля (рисунок 12, п.2);
- выбрать формулу для расчета максимальной допустимой погрешности КТПР (рисунок 12, п.4) и задать коэффициенты X_0 и X_1 (рисунок 12, п.3 и п.6);
- задать значения температуры “горячего” термометра T_g , в которых необходима проверка КТПР на удовлетворение максимальным допустимым погрешностям, значения параметра dT для расчета погрешности в данных точках и максимальные допустимые погрешности в этих точках (рисунок 12, п.7);
- при необходимости произвести вычисление максимальных допустимых погрешностей в заданных точках нажатием на кнопку “Вычислить” (рисунок 12, п.11);
- при необходимости добавить новую точку или удалить ранее созданную (рисунок 12, п.9 и п.8 соответственно).

После завершения ввода в окне “Формирование протокола поверки КТПР” (рисунок 12) всех необходимых данных следует нажать на кнопку “Протокол” (рисунок 12, п.10). Будет сформирован протокол в виде документа Excel.

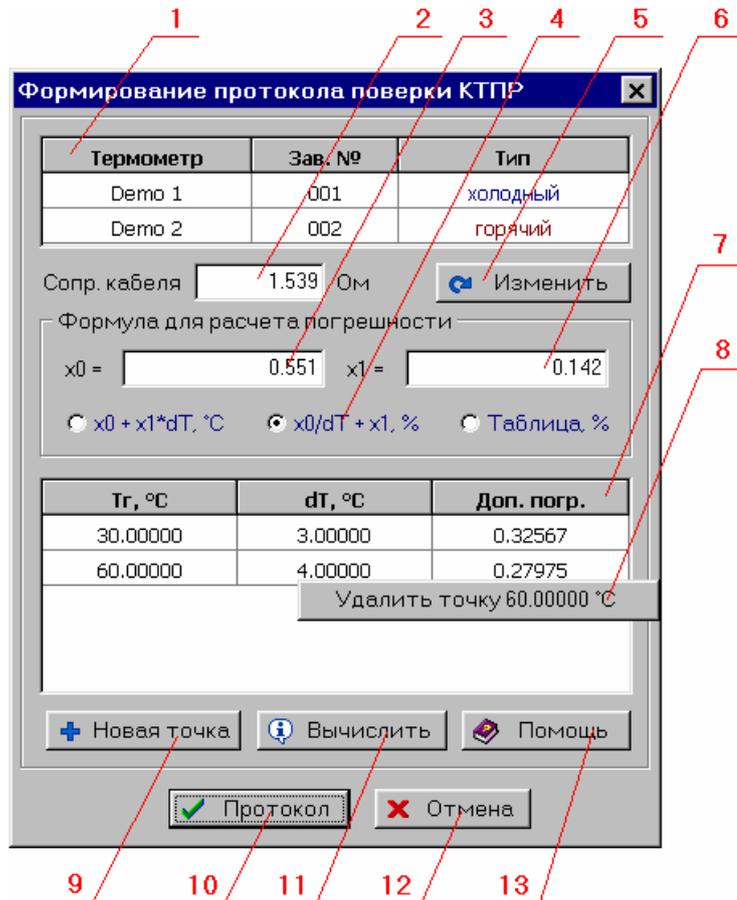
**Программа АПТ.
Окно результатов измерения.**



- 1 - таблица с результатами;
- 2 - выбор термопреобразователя для формирования протокола;
- 3 - температура образцового термометра в момент записи значений;
- 4 - выбор точки;
- 5 - выбор вида протокола;
- 6 - формирование протокола.

Рисунок 11

**Программа АПТ.
Окно формирования протокола поверки КТПР.**



- 1 - таблица задания "горячего" и "холодного" термометров;
- 2 - сопротивление кабеля;
- 3 - значение коэффициента X_0 ;
- 4 - выбор формулы для расчета погрешности;
- 5 - кнопка задания "горячего" и "холодного" термометров;
- 6 - значение коэффициента X_1 ;
- 7 - таблица температурных точек, в которых проверяется погрешность;
- 8 - удаление ранее созданной точки;
- 9 - добавление новой точки;
- 10 - формирование протокола;
- 11 - вычисление максимальной допустимой погрешности;
- 12 - отмена формирования протокола;
- 13 - вызов справки.

Рисунок 12

3.8. Калибровки параметров системы.

Внутренние источники напряжения и сопротивления, используемые в АСПТ, с течением времени изменяют свои характеристики. Для минимизации основной допускаемой погрешности необходимо производить калибровку.

Предусмотрена возможность калибровки следующих параметров системы:

- внутренних опорных сопротивлений;
- опорных напряжений;
- кабелей, используемых для измерения тока.

Калибровка внутренних опорных сопротивлений и опорных напряжений производится на предприятии-изготовителе, но при необходимости может происходить и на месте эксплуатации в соответствии с пп. 3.8.1, 3.8.2.

Калибровка кабелей, используемых для измерения тока, производится только пользователем в соответствии с пп. 3.8.3.

Значения опорных сопротивлений и напряжений хранятся в EEPROM АСПТ, параметры же токовых кабелей записаны в файле настройки программы.

3.8.1. Калибровка опорных сопротивлений.

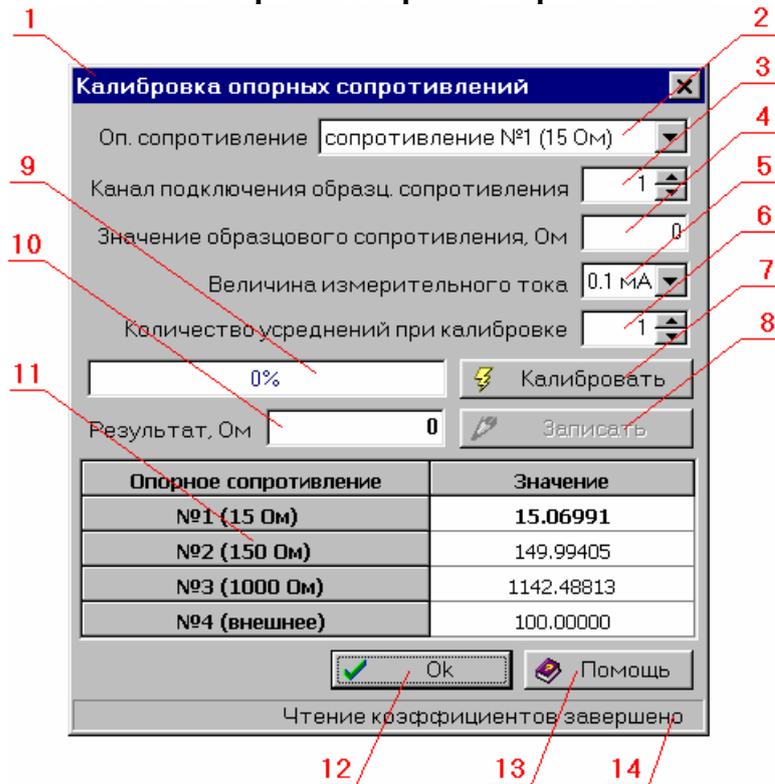
Вызов окна калибровки опорных сопротивлений – “Калибровка/Калибровка опорных сопротивлений” (рисунок 12).

Для того, чтобы произвести калибровку:

- подключите к свободным каналам АСПТ образцовые сопротивления класса не ниже 0,002 и номинальным значением 15 (10), 150 (100) и 1000 Ом для калибровки опорных сопротивлений №1, 2 и 3 соответственно;

- поочередно для каждого из калибруемых сопротивлений установите:
 - № калибруемого опорного сопротивления (рисунок 12, п.2);
 - № канала, к которому подключено образцовое сопротивление (рисунок 12, п.3);
 - значение образцового сопротивления (рисунок 12, п.4);
 - величину измерительного тока: 2, 1 и 0.2 мА соответственно (рисунок 12, п.5);
 - количество усреднений: 6-10 (рисунок 12, п.6).
- после настройки каждого из калибруемых сопротивлений нажмите кнопку “Калибровать” (рисунок 12, п.7), дождитесь завершения процесса калибровки, и при удовлетворительном результате (рисунок 12, п.10) запишите его в EEPROM (рисунок 12, п.8).

**Программа АПТ.
Окно калибровки опорных сопротивлений.**



- 1 - заголовок окна;
- 2 - калибруемое опорное сопротивление;
- 3 - номер канала, к которому подключено образцовое сопротивление;
- 4 - значение образцового сопротивления;
- 5 - величина тока;
- 6 - количество программных усреднений;
- 7 - запуск калибровки;
- 8 - запись результата калибровки в EEPROM АСПТ;
- 9 - индикатор выполнения калибровки;
- 10 - результат калибровки;
- 11 - таблица опорных сопротивлений АСПТ;
- 12 - завершение калибровки;
- 13 - вызов справки;
- 14 - строка сообщений.

Рисунок 13

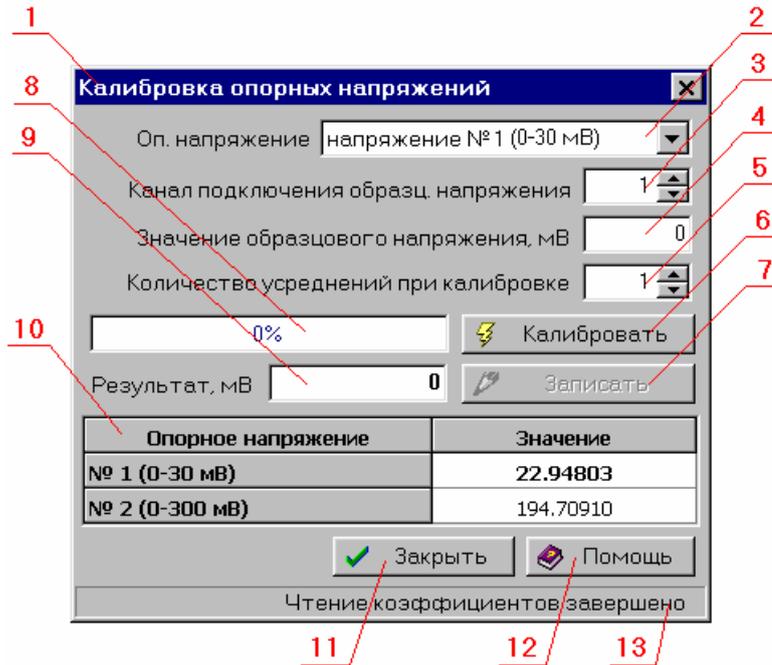
3.8.2. Калибровка опорных напряжений.

Вызов окна калибровки опорных напряжений –
“Калибровка/Калибровка опорных напряжений” (рисунок 13).

Для того, чтобы произвести калибровку:

- подключите к свободным каналам АСПТ источник образцового напряжения;
- установите:
 - № калибруемого опорного напряжения (рисунок 13, п.2);
 - № канала, к которому подключен источник образцового напряжения (рисунок 13, п.3);
 - значение образцового напряжения: 30 и 300 мВ (рисунок 13, п.4);
 - количество усреднений: 6-10 (рисунок 13, п.5).
- нажмите кнопку “Калибровать” (рисунок 13, п.6), дождитесь завершения процесса калибровки, и при удовлетворительном результате (рисунок 13, п.9) запишите его в EEPROM (рисунок 13, п.7).

**Программа АПТ.
Окно калибровки опорных напряжений.**



- 1 - заголовок окна;
- 2 - калибруемое опорное напряжение;
- 3 - номер канала, к которому подключено образцовое напряжение;
- 4 - значение образцового напряжения;
- 5 - количество программных усреднений;
- 6 - запуск калибровки;
- 7 - запись результата калибровки в EEPROM АСПТ;
- 8 - индикатор выполнения калибровки;
- 9 - результат калибровки;
- 10 - таблица опорных сопротивлений АСПТ;
- 11 - завершение калибровки;
- 12 - вызов справки;
- 13 - строка сообщений.

Рисунок 14

3.8.3. Калибровка токовых кабелей.

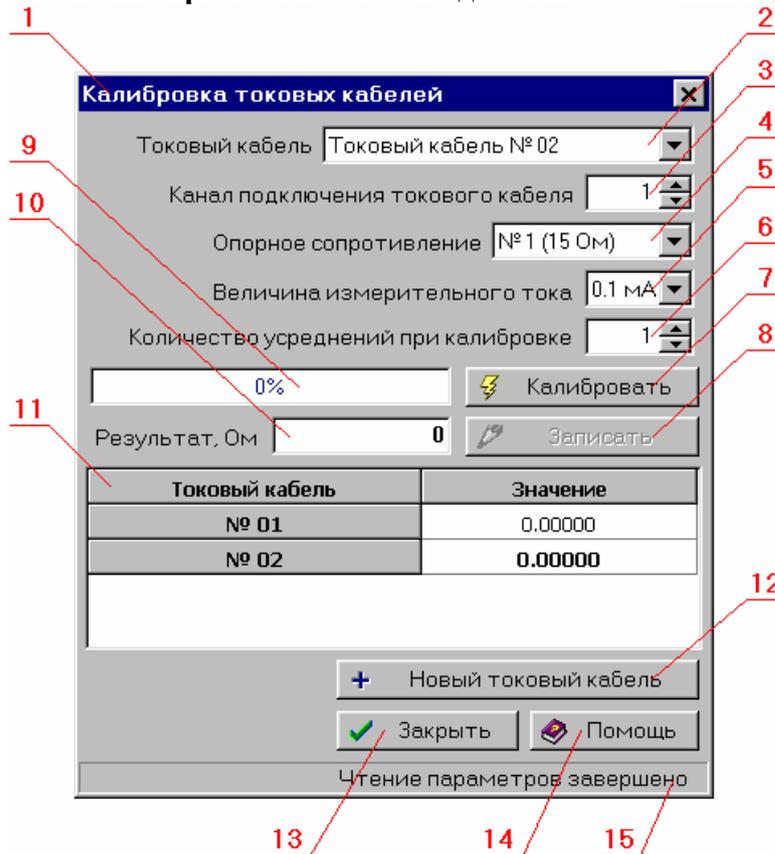
Вызов окна калибровки токовых кабелей – “Калибровка/Калибровка токовых кабелей” (рисунок 14).

Для того, чтобы произвести калибровку:

- поочередно для каждого из калибруемых токовых кабелей установите:
 - № калибруемого токового кабеля (рисунок 14, п.2);
 - № канала, к которому подключен кабель (рисунок 14, п.3);
 - № опорного сопротивления: № 1 – 15 Ом (рисунок 14, п.4);
 - величину измерительного тока: 4 мА (рисунок 14, п.5);
 - количество усреднений: 6-10 (рисунок 14, п.6).
- после настройки каждого из калибруемых токовых кабелей, нажмите кнопку “Калибровать” (рисунок 14, п.7), дождитесь завершения процесса калибровки, и при удовлетворительном результате (рисунок 14, п.10) запишите его в EEPROM (рисунок 14, п.8).

Программа АПТ.

Окно калибровки токовых соединительных кабелей.



- 1 - заголовок окна;
- 2 - калибруемый кабель;
- 3 - номер канала, к которому подключен калибруемый кабель;
- 4 - используемое опорное сопротивление;
- 5 - величина тока;
- 6 - количество программных усреднений;
- 7 - запуск калибровки;
- 8 - запись результата калибровки в EEPROM АСПТ;
- 9 - индикатор выполнения калибровки;
- 10 - результат калибровки;
- 11 - сводная таблица токовых кабелей;
- 12 - создать новый токовый кабель;
- 13 - завершение калибровки;
- 14 - вызов справки;
- 15 - строка сообщений.

Рисунок 15

4. СООБЩЕНИЯ ОПЕРАТОРУ

Среди сообщений, генерируемых программой АПТ в процессе работы, можно выделить две основные группы:

- сообщения о состоянии проекта, отображаемые в строке статуса основного окна (рисунок 1, п.5).
- сообщения о состоянии программы, отображаемые в строке статуса основного окна (рисунок 1, п.5).

Помимо этого, разные окна программы содержат свои собственные сообщения и поля их отображения. Эти сообщения отображаются аналогично и не требуют дополнительных пояснений.

4.1. Сообщения о состоянии проекта.

Сообщения этой группы необходимы для того, чтобы оператор мог контролировать состояние текущего проекта и фиксировать изменения. Среди этих сообщений можно выделить:

- Нет открытого проекта;
- Текущий проект сохранен;
- Текущий проект изменен.

Имя файла текущего проекта выводится в заголовке окна (рисунок 1, п.1).

4.2. Сообщения о состоянии программы.

Сообщения этой группы необходимы для того, чтобы оператор мог контролировать состояние обмена данными с прибором и получать информацию о выполняемых программой действиях.