

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ "СЕМИКО"

Преобразователи измерительные анализаторов жидкости
электрохимических лабораторных

МУЛЬТИТЕСТ ИПЛ

ОРГАНИЗАЦИЯ ОБМЕНА ДАННЫМИ С ЭВМ

НПКД.421598.100 Д1

Изм. 1

г. Новосибирск
2008

СОДЕРЖАНИЕ

1. Кабели связи.....	3
2. Физические параметры протокола	5
3. Общий алгоритм обмена данными.....	6
4. Формат пакета.....	6
4.1. Структура пакета.....	6
4.2. Заголовок пакета.....	7
4.3. Данные.....	9
4.4. Контрольная сумма пакета.....	11
4.5. Пакет запроса данных.....	11
4.6. Пакет передачи данных.....	11
4.7. Пакет записи данных.....	11
4.8. Пакет сообщения об ошибке.....	12
4.9. Пакет подтверждения приёма.....	13
5. Допустимые сочетания кодов K, Z и R	13
Примеры обмена данными.....	15

Настоящий документ распространяется на преобразователи измерительные анализаторов жидкости электрохимических лабораторных МУЛЬТИТЕСТ ИПЛ и на анализаторы жидкости кондуктометрические лабораторные МУЛЬТИТЕСТ КСЛ (далее приборы).

Приборы обеспечивают обмен данными с ЭВМ по последовательному интерфейсу Стык С2 (RS-232С) с использованием многоточечного подключения по ГОСТ 18145-81. Физические параметры обмена регламентирует ГОСТ 26.014–81.

При многоточечном подключении приборы обеспечивают работу в сети передачи данных (СПД). СПД подключается к одному последовательному порту ЭВМ. Количество приборов в одной СПД не должно превышать 20 штук.

Примеры обмена данными приведены в приложении А.

1. КАБЕЛИ СВЯЗИ

1.1. Для подключения одного прибора к ЭВМ используется кабель НПКД.421529.003-01. Схема кабеля приведена на рис. 1.

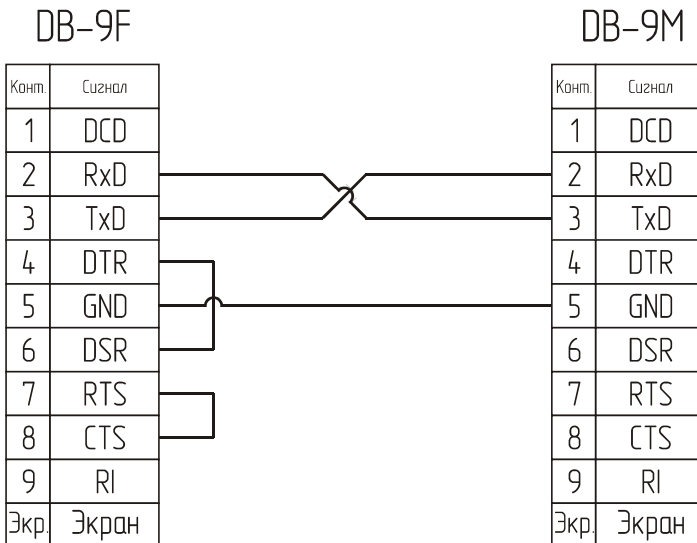


Рис. 1. Кабель связи НПКД.421529.003-01

1.2. Для подключения СПД к ЭВМ используется кабель НПКД.421529.003-02. Схема кабеля приведена на рис. 2.

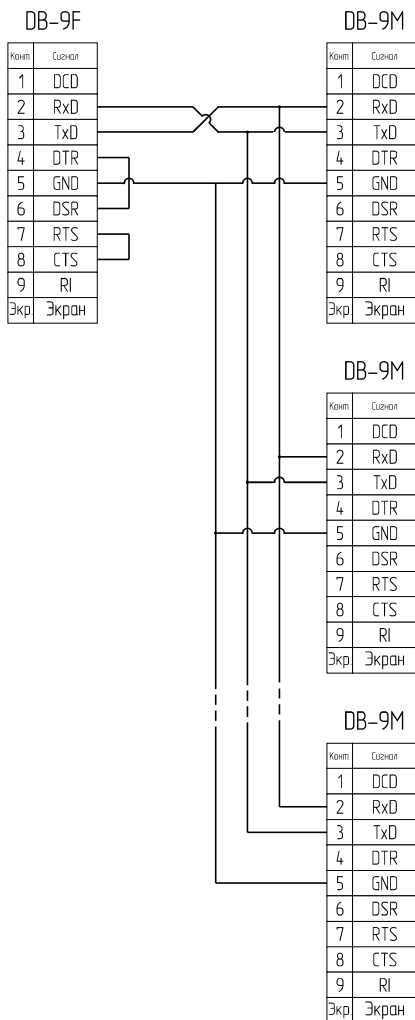


Рис. 2. Кабель связи НПКД.421529.003-02

Число разъёмов DB-9M выбирается в зависимости от количества приборов, объединяемых в СПД.

1.3. Разъём DB-9F кабеля связи присоединяется к ЭВМ. Разъёмы DB-9M присоединяются к приборам.

В кабеле НПКД.421529.003-02 все разъёмы DB-9M подключены параллельно. Порядок подключения разъёмов к нескольким приборам может быть произвольным.

1.4. Наличие не подключенных к приборам разъёмов DB-9M кабеля НПКД.421529.003-02 не влияет на работу СПД. Наличие подключенных к СПД и выключенных приборов не влияет на работу других приборов в СПД.

2. ФИЗИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОТОКОЛА

2.1. Назначение сигналов:

TxD - передача данных;

RxD - приём данных;

GND - общий.

2.2. Формат передачи данных:

- | | |
|---------------------------|--------------|
| - скорость обмена, бит/с, | 9600; |
| - старт-бит, | 1; |
| - стоп-бит, | 1; |
| - число бит данных | 8; |
| - контроль чётности | отсутствует. |

2.3. Временные параметры:

- | | |
|--|------|
| - время задержки между байтами в пакете, мс, не более, | 5; |
| - время задержки между запросом-ответом, мс, не более | 100; |
| - время между двумя последовательными запросами, мс, не менее, | 100. |

3. ОБЩИЙ АЛГОРИТМ ОБМЕНА ДАННЫМИ

3.1. Обмен инициирует ЭВМ, подавая сообщение. Прибор возвращает сообщение в ответ на адресуемый ему запрос или команду. Обмен данными производится в симплексном режиме с разделением времени.

Для обеспечения работы в составе СПД каждый прибор обладает собственным адресом (сетевым номером), который должен быть уникален в пределах СПД.

3.2. Сообщения представляют собой пакеты переменной длины, содержащие поля адреса, длины пакета, кода команды, кода параметра, данных и контрольной суммы. Пакет передается в двоичном коде как последовательность байтов.

3.3. При обмене ЭВМ запрашивает данные из прибора или передает данные в него. В ответ прибор выдает запрошенные данные, подтверждение приема или сообщение об ошибке. Если формат принятого пакета не распознается и/или не совпадает контрольная сумма, прибор ответ не выдает.

4. ФОРМАТ ПАКЕТА

4.1. Структура пакета

4.1.1. Пакет состоит из заголовка, данных и контрольной суммы. Заголовок и контрольная сумма присутствуют во всех передаваемых пакетах. Структура пакета приведена в табл. 1.

Таблица 1

Обозначение	Длина, байт	Описание	Примечание
Заголовок			
NA	1	Адрес группы	Для связи с отдельным прибором или с прибором в составе СПД должен быть равен 0 (нулю).
A	1	Адрес	Сетевой номер прибора в СПД
L ₁	1	Мл. байт длины пакета	Длина пакета с заголовком, данными и контрольной суммой составляет $256 * L_2 + L_1 + 4$ байта.
L ₂	1	Ст. байт длины пакета	
K	1	Код типа пакета	

Продолжение табл. 1

Обозначение	Длина, байт	Описание	Примечание
Z	1	Код группы параметров	
R	1	Код параметра	
Данные			
D ₁ ...D _N	N	Данные	Формат определяется в зависимости от Z и R. Данные могут отсутствовать.
Контрольная сумма			
KS	1	Контрольная сумма	Арифметическая сумма заголовка и данных по модулю 256

4.2. Заголовок пакета

4.2.1. Заголовок состоит из обязательных полей адреса группы (NA), адреса (A), длины пакета (L₁, L₂), кода типа пакета (K), кода группы параметров (Z), кода параметра (R).

4.2.2. Адрес группы (NA) предназначен для подключения СПД к сетям более высокого уровня. Для связи с отдельным прибором или прибором в составе СПД должен быть равен 0 (нулю).

4.2.3. Адрес прибора (A) или сетевой номер предназначен для идентификации прибора в составе СПД. Для каждого прибора в составе СПД должен быть уникален. В приборе сетевой номер устанавливается оператором при настройке.

4.2.4. Длина пакета (L₁ и L₂), может принимать значение от 4 до 65535. При записи числа в поле учитывается длина полей K, Z, R, D₁...D_N и KS. Общая длина передаваемого пакета, с учётом NA, A, L₁ и L₂, при этом равна 256*L₁+L₂+4.

4.2.5. Код типа пакета (K) определяет назначение пакета. Используемые значения приведены в табл. 2. Здесь далее суффиксом h обозначены шестнадцатиричные числа.

Таблица 2

Код типа	Значение	Устройство, формирующее пакет
10h	Запрос данных	ЭВМ
20h	Передача данных	прибор
30h	Запись данных	ЭВМ
40h	Подтверждение приёма или сообщение об ошибке	прибор

4.2.6. Код группы параметров (Z) и код параметра (R) определяют назначение и формат передаваемых данных. Форматы используемых приборами данных приведены в п.4.3.

Допустимые сочетания значений кодов и описание соответствующих параметров приведены в табл. 3. Допустимые сочетания кодов для различных моделей приборов приведено в п.5.

Таблица 3

Z	R	Формат данных	Описание параметра
Общие параметры			
0	0	S	Наименование прибора, например "IPL101"
1	0	S	Дата последней модификации программы в формате ДДММГГ (строка 6 байт - день, месяц, год), например "010903"
2	0	S	Производитель - "SEMICO"
Первый измерительный канал			
10h	10h	D	ЭДС, мВ
10h	30h	D	pX, ед рХ
10h	31h	D	Молярная концентрация, моль/л
10h	32h	D	Массовая концентрация, г/л
10h	40h	D	УЭП, мСм/см
10h	41h	D	Расчетное значение концентрации NaCl, г/л
Второй измерительный канал			
11h	10h	D	ЭДС, мВ
11h	30h	D	pX, ед рХ
11h	31h	D	Молярная концентрация, моль/л
11h	32h	D	Массовая концентрация, г/л
Третий измерительный канал			
12h	10h	D	ЭДС, мВ
12h	30h	D	pX, ед рХ
12h	31h	D	Молярная концентрация, моль/л
12h	32h	D	Массовая концентрация, г/л
12h	50h	D	Процент насыщения раствора кислородом, %
12h	51h	D	Массовая концентрация растворённого кислорода, г/л
Термометрический канал			
1Ah	20h	D	Температура, °С
A0h	20h	D	Температура, °С (версии ПО до 2008 г.)

4.3. Данные

4.3.1. Данные ($D_1...D_N$) представляют собой набор байтов, содержащий информацию о параметре. Формат передаваемых в пакете данных зависит от кодов Z и R .

4.3.2. Данные могут передаваться в формате битовых полей, двоичных чисел, чисел в полулогарифмическом представлении и строк. Описание форматов приведено в табл. 4.

Таблица 4

Формат данных	Обозначение	Длина, байт	Примечание
Двоичное число	B	произвольная, от 1 до 65532	Поле битовых данных или двоичное число.
Число	D	5	Числовые данные в формате чисел в полулогарифмическом представлении
Строка	S	произвольная, от 1 до 65532	Строка символов в коде ASCII.

4.3.3. Формат B предназначен для передачи целых чисел, битовых полей и массивов данных. Целые числа передаются в нормальном двоичном коде, начиная с младшего байта (D_1). Формат остальных структур должен указываться при описании команды.

4.3.4. Формат D представляет собой числа в полулогарифмическом представлении (с плавающей запятой) с дополнительным байтом десятичного порядка.

Первые четыре байта: знак, двоичный порядок и мантисса - представляют собой число в стандартном формате (см. табл. 5). В языке Си этот формат называется "float". Байты передаются в порядке младший-старший (т.е. первым идёт последний байт мантиссы, последним – байт содержащий бит знака).

Пятый байт - десятичный порядок размерности (множитель $\times 10^{D_5}$), представлен в дополнительном коде. Используется для приведения размерности параметра в систему СИ. Например:

- а) милли– FDh (порядок равен минус 3);
- б) микро– FAh (порядок равен минус 6);
- в) кило– 03h (порядок равен 3).

Таблица 5

Биты числа	Значение	Примечание
31	Знак	0-положительное число, 1-отрицательное число
30-23*	Порядок	Двоичный порядок смещен на 127. Порядок числа 1 равен 7Fh.
22-0	Мантисса	Старший бит мантиссы не передается. Подразумевается, что он всегда равен 1.
* Примечание: размеры битовых полей не кратны байтам. Младший бит двоичного порядка находится в одном байте (D ₃) со старшими битами мантиссы.		

В табл. 6 представлены числа и соответствующая последовательность байт D₁...D₄.

Таблица 6

Десятичное число	Последовательность байт данных			
	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄
0	00h	00h	00h	00h
1	00h	00h	80h	3Fh
минус 1	00h	00h	80h	BFh
2	00h	00h	00h	40h
минус 2	00h	00h	00h	C0h
3	00h	00h	40h	40h
минус 3	00h	00h	40h	C0h
4	00h	00h	80h	40h
минус 4	00h	00h	80h	C0h
0,5	00h	00h	00h	3Fh
минус 0,5	00h	00h	00h	BFh

Для преобразования можно также воспользоваться следующим примером на языке Си:

```
float *f; /* Указатель на переменную типа float */
float ff; /* Принятое число */
```

unsigned char packet; /* Буфер, содержащий принятый и проверенный пакет с данными формата D */*
*f = packet + 7; ff = *f;*

4.3.5. Формат S представляет собой строку символов в коде ASCII. Символ конца строки не используется. Длина строки определяется по значению полей длины пакета (L_1 и L_2).

4.4. Контрольная сумма пакета

4.4.1. Контрольная сумма пакета (KS) вычисляется как арифметическая сумма всех байтов пакета по модулю 256.

4.5. Пакет запроса данных

4.5.1. Пакет запроса данных формируется ЭВМ и служит для получения от прибора с адресом N значения параметра, определяемого полями Z и R.

4.5.2. Структура пакета запроса данных, с учётом предопределённых значений полей, в общем случае следующая:
 0, A, 4, 0, 10h, Z, R, KS.

4.6. Пакет передачи данных

4.6.1. Пакет передачи данных формируется прибором в ответ на пакет запроса данных (п. 4.5) при условии возможности передачи корректного значения параметра. В противном случае формируется пакет сообщения об ошибке (см. п. 4.8).

4.6.2. Структура пакета передачи данных, с учётом предопределённых значений полей, в общем случае следующая:
 0, A, $(N+4) \bmod_{256}$, $(N+4)/256$, 20h, Z, R, D_1, \dots, D_N , KS.

Здесь символом "/" обозначена операция целночисленного деления.

4.7. Пакет записи данных

4.7.1. Пакет записи данных формируется ЭВМ и служит для записи в прибор с адресом N значения параметра, определяемого полями Z и R.

Если прибор корректно произвёл запись переданного параметра формируется пакет подтверждения приёма (см. п. 4.9). В противном случае формируется пакет сообщения об ошибке (см. п. 4.8).

Для записи параметра соответствующее действие должно быть разрешено.

4.7.2. Структура пакета записи данных, с учётом предопределённых значений полей, в общем случае следующая:

$$0, A, (N+4) \bmod_{256}, (N+4)/256, 30h, Z, R, D_1, \dots, D_N, KS.$$

Здесь символом "/" обозначена операция целночисленного деления.

4.8. Пакет сообщения об ошибке

4.8.1. Сообщение об ошибке формируется прибором в ответ на пакеты запроса (п. 4.5) или записи данных (п. 4.7) в случае, если прибор не может выполнить соответствующее действие.

4.8.2. Структура пакета сообщения об ошибке, с учётом предопределённых значений полей, в общем случае следующая:

$$0, A, 5, 0, 40h, Z, R, D_1, KS.$$

Байт данных D_1 пакета является кодом возникшей ошибки. Возможные значения кода ошибки приведены в табл. 7.

Таблица 7

Код ошибки	Описание
0	Нет ошибок. См. п. 4.9.
1	Зарезервировано
2	Неверный формат данных $D_1 \dots D_N$.
3	Ошибка в параметрах K, Z или R . Описание параметра в приборе отсутствует или операция над параметром (например, запись) не поддерживается.
4	Данные не готовы. Например, произведён запрос массовой концентрации, при этом в прибор не введено значение молярной массы.
5...254	Зарезервировано
255	Прибор не исправен. Выдаётся при срабатывании системы самодиагностики.

4.9. Пакет подтверждения приёма

4.9.1. Сообщение об приёме формируется прибором в ответ на пакет записи данных (п. 4.7) в случае, если прибор корректно выполнил соответствующее действие.

4.9.2. Структура пакета подтверждения приёма, с учётом предопределённых значений полей, в общем случае следующая:

0, A, 5, 0, 40h, Z, R, 0, KS.

4.9.3. Пакет подтверждения приёма является частным случаем пакета сообщения об ошибке с кодом ошибки 0 (ноль).

5. ДОПУСТИМЫЕ СОЧЕТАНИЯ КОДОВ K, Z И R

5.1. В приборах используются не все возможные сочетания кодов K, Z и R. Для каждой модели прибора существует собственная таблица, аналогичная табл. 3.

5.2. Все приборы поддерживают запрос (K=10h) с кодами Z=1, 2 и 3 при R=0 для возможности идентификации прибора.

5.3. Перечень других используемых при запросе кодов Z и R для различных моделей приводится в табл. 8.

Таблица 8

Модель	Код Z	Коды R
ИПЛ-101, ИПЛ-111, ИПЛ-101-1, ИПЛ-111-1	10h	10h, 30h, 31h, 32h
	1Ah, A0h	20h
ИПЛ-102, ИПЛ-112	10h	10h, 30h, 31h, 32h
	11h	10h, 30h, 31h, 32h
	1Ah, A0h	20h
ИПЛ-103, ИПЛ-113	10h	10h, 30h, 31h, 32h
	11h	10h, 30h, 31h, 32h
	12h	10h, 30h, 31h, 32h
	1Ah, A0h	20h
ИПЛ-201, ИПЛ-211	10h	10h, 30h, 31h, 32h
	1Ah, A0h	20h
ИПЛ-301, ИПЛ-311	10h	10h, 30h
	1Ah, A0h	20h

Модель	Код Z	Коды R
ИПЛИ-513	10h	10h, 30h, 31h, 32h
	11h	10h, 30h, 31h, 32h
	12h	10h, 50h, 51h
	1Ah, A0h	20h
КСЛ-101, КСЛ-111	10h	40h, 41h
	1Ah, A0h	20h

5.4. Другие сочетания кодов Z и R зарезервированы. Запись данных (K=30h) в указанные параметры (см. п. 5.3) не поддерживается.

ПРИМЕРЫ ОБМЕНА ДАННЫМИ

А.1. Запрос из прибора с сетевым номером 61 (3Dh) значения рХ в первом измерительном канале.

Из ЭВМ в прибор передаётся пакет запроса данных:

0, 3Dh, 4, 0, 10h, 10h, 30h, 91h

От прибора в ЭВМ передаётся пакет передачи данных:

0, 3Dh, 9, 0, 20h, 10h, 30h, 0, 0, 0, 0, A6h

Измеренное значение рХ в первом измерительном канале прибора 61 равно 0 (нулю).

А.2. Запрос из прибора с сетевым номером 2 значения не существующего параметра (Z=19h, R=32h)

Из ЭВМ в прибор передаётся пакет запроса данных:

0, 2, 4, 0, 10h, 19h, 32h, 61h

От прибора в ЭВМ передаётся пакет сообщения об ошибке:

0, 2, 5, 0, 40h, 19h, 32h, 3, 95h

Код ошибки равен 3 - описание параметра в приборе отсутствует.

А.3. Запрос из прибора с сетевым номером 1 значения температуры.

Из ЭВМ в прибор передаётся пакет запроса данных:

0, 1, 4, 0, 10h, A0h, 20h, D5h.

От прибора в ЭВМ передаётся пакет передачи данных:

0, 1, 9, 0, 20h, A0h, 20h, 0, 0, C8h, 41h, 0, F3h.

Измеренное прибором 1 значение температуры равно 25°C.

Если на запрос принят ответ с кодом ошибки 3:

0, 1, 5, 0, 40h, A0h, 20h, 32h, 3, 3Bh,

следует передать пакет: 0, 1, 4, 0, 10h, 1Ah, 20h, 4Fh.

От прибора передаётся пакет:

0, 1, 9, 0, 20h, 1Ah, 20h, 0, 0, C8h, 41h, 0, 6Dh.

Измеренное прибором 1 значение температуры равно 25°C.