

УТВЕРЖДЕН
КШЮЕ.421451.001ПО–УЛ

421000



СИСТЕМА ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ
«СТРУНА»

Протокол обмена “Кедр”
КШЮЕ.421451.001ПО

Содержание

Введение	3
1 Параметры канального уровня соединения.....	4
2 Правила транспортного уровня соединения.....	4
3 Обзор версий и спецификаций протокола	5
4 Спецификация 1.4	6
5 Спецификация 2.0	9
6 Спецификация 2.1	14
Приложение А Перечень ссылочных документов	16

Внимание!

В данной редакции исправлены ошибки, допущенные в предыдущих версиях документа:

Спецификация протокола	Исправление
2.1	Уточнён формат OBJCFG.

Настоящий протокол обмена «Кедр» (далее по тексту – протокол) предназначен для изучения правил взаимодействия с системой измерительной "Струна" (далее по тексту - система) при подключении к информационному выходу системы «Порт 1».

В настоящем протоколе приняты следующие сокращения:

БВ - блок вычислительный;

ДД - датчик давления;

ДТ - датчик температуры;

ППП - первичный преобразователь параметров.

канал - измерительный канал БВ.

1 Параметры канального уровня соединения

Число стартовых бит (лог.0)	1 бит
Длина информационной посылки	8 бит
Число стоповых бит (лог.1)	1 бит
Контрольный разряд	Четность
Скорость обмена	9600 бод

2 Правила транспортного уровня соединения

Байты данных передаются младшим разрядом (битом) вперёд.

Параметры, имеющие длину более байта, передаются младшим байтом вперёд.

Структуры или массивы параметров передаются младшим параметром вперёд.

Обмен данными между системой и устройством пользователя осуществляется в два этапа:

- система принимает команду (1 байт);
- система передаёт ответ (1 байт) и данные ответа (длина данных зависит от команды).

Данные ответа передаются только в случае подтверждения приёма команды (код ответа - 00). Время задержки выдачи ответа менее 100 мс.

Ответные посылки дополняются байтом контрольной суммы при условии: суммарное количество байт “ответа” и “данных ответа” - больше или равно 3. Контрольная сумма формируется в результате сложения байт “данных ответа” по правилу “исключающее или” (“MOD2”).

Формат ответной посылки

Байт 1	Байт 2	...	Байт N
Код ответа	Данные (опционально)		Контр. сумма (опционально)

Варианты ответа:

Код ответа (hex)	Содержание ответа
00	Подтверждение приёма и выполнения команды
04	Неисправность канала или параметра
06	Ошибка связи
0C	Неопознанная команда
FE	Инициализация (режим инициализации системы)
FF	Отсутствие канала или параметра в конфигурации системы

Минимальное время между командами – 100 миллисекунд.

Примеры ответной посылки

	Байт 1	Байт 2	Байт 3	Байт 4
Два байта данных + контр. сумма	00	5F	79	25
Ответ с кодом ошибки	0C			

3 Обзор версий и спецификаций протокола

Процесс развития функциональных возможностей системы привёл к появлению нескольких версий протокола.

Базовая версия – 1.4. Описание команд — в рамках спецификации 1.4.

Версия 2.0 дополнительно поддерживает передачу измерительных данных от «длинномерных» ППП. В связи с ограничениями транспортного уровня протокола введены команды предварительной установки номера канала и номера группы параметров. Введен новый формат представления измерительных параметров и данных диагностики. Введена возможность читать настройку функций контроля системы. Новые команды представлены в спецификации 2.0.

Версия 2.1 дополнительно поддерживает передачу измерительных данных от датчиков давления ДД. Новые команды представлены в спецификации 2.1.

Спецификация представляет группу команд протокола, форматы передаваемых данных и рекомендует алгоритм сбора измерительной информации. Новые спецификации не противоречат предыдущим.

Соответствие версии программного обеспечения БВ и поддерживаемой версии протокола представлено в таблице:

Версия ПО БВ	Версия протокола	Спецификации
521...9545	1.4	1.4
9600...9618	2.0	1.4, 2.0
9620 и выше	2.1	1.4, 2.0, 2.1

Программа пользователя может определить версию БВ с помощью команды «Запрос версии ПО». Код команды – 7. Значение версии передаётся тремя байтами. Структура данных:

Позиция байта в посылке	Обозначение	Формат
1	X	Целое число без знака
2	Y	
3	Z	

Алгоритм расчёта значения версии:

Условие	Формула расчёта версии
$Z < 10$	$X \cdot 1000 + Y \cdot 100 + Z \cdot 10$
$Z \geq 10$	$X \cdot 1000 + Y \cdot 100 + Z$

Пример расшифровки значения версии 9634 (dec)

Позиция байта в посылке	Значение (dec)	Значение (hex)
1	9	9
2	6	6
3	34	22h

4 Спецификация 1.4

4.1 Список команд

Название команды	Код команды (hex)	Кол-во байт данных в ответе	Формат и содержание данных
Проверка связи	10	1	Hex-код 55
Конфигурация	11	16	См. пункт 4.2
Состояние	14	1	См. пункт 4.3
Параметр уровня *	20...2F	3	См. пункт 4.4
Параметр плотности *	50...5F		
Параметр объёма *	80...8F		
Параметр массы *	B0...BF		
Параметры температуры *	30...3F	4	См. пункт 4.6
Параметр подтоварной воды *	40...4F	1	См. пункт 4.5
Параметр температуры верхнего ДТ *	60...6F	1	См. пункт 4.7

(*) - команда передаёт индекс запрашиваемого канала в 4-х младших разрядах кода. Диапазон индексации канала – 0...15. Нулевой индекс соответствует первому каналу с точки зрения структуры БВ

4.2 Конфигурация.

Данные передаются 16 байтами, по байту на каждый канал. Структура одного байта (нулевое значение бита означает “нет”, ненулевое – “да”):

Номер бита	Характеристика
1	Измерение уровня продукта
2	Измерение температуры продукта
3	Наличие информации по объему
4	-
5	Измерение уровня подтоварной воды
6	Измерение плотности продукта
7	-
8	Наличие канала

4.3 Состояние.

Данные определены одним байтом, следующей структуры:

Номер бита	Характеристика
1-6	Биты не определены
7	-
8	1/0 - БВ готов/не готов к работе

4.4 Запрос параметров уровня, объёма, плотности, массы.

В данных возвращается значение параметра. Значение параметра передаётся тремя байтами в виде комбинации двоичной целой части и двоично-десятичной дробной части. Единица измерения уровня – мм, объема - литр, плотности - кг/м³, массы - кг.

Структура передаваемой информации:

Номер байта	Номер разряда							
	8	7	6	5	4	3	2	1
1	C7	C6	C5	C4	C3	C2	C1	C0
2	C15	C14	C13	C12	C11	C10	C9	C8
3	C19	C18	C17	C16	D3	D2	D1	D0

C0...C7 - младшие разряды целой части; C8...C15 - старшие разряды целой части;
C16...C19 - старшие разряды целой части; D0...D3 - дробная часть.

Пример расшифровки значения параметра (уровень, объем, плотность).

Позиция байта в посылке	Формат байта (bin)	Значение (hex)	Содержимое
1	0 0 1 0 1 0 0 1	29	Младший байт целой части
2	1 1 1 0 0 1 1 1	E7	Старший байт целой части
3	0 0 0 1 1 0 0 0	18	Старшая тетрада целой части; дробная часть ≤ 9

Значение целой части: 1E729 (hex) или 124713 (dec)

Значение дробной части: 8

Значение параметра: 124713.8 (dec)

4.5 Запрос параметра подтоварной воды

В данных возвращается значение параметра. Значение уровня подтоварной воды в миллиметрах передаётся в виде однобайтового целого двоичного числа.

4.6 Запрос параметров температуры

В данных возвращается значение параметров. Значения 3-х датчиков температуры передаются в виде однобайтовых целых двоичных чисел.

Единица измерения – 0.5 °С. Первый байт содержит значение нижнего датчика. Четвертый байт содержит среднюю температуру продукта. Структура одного байта:

Номер бита	Характеристика
1-7	Двоичное значение температуры
8	знак: 1 – отрицательный, 0 – положительный.

Пример расшифровки значения температуры:

Формат байта (bin) D7.. D0	Значение (hex)
1 0 1 0 1 0 0 1	A9h

Знак: минус
Код: 29h (hex) или 41 (dec)
Значение параметра: -20.5 °C.

4.7 Запрос параметра температуры верхнего ДТ

В данных возвращается значение параметра. Показание самого верхнего датчика температуры передается в виде однобайтового целого двоичного числа. Единица измерения – 0.5 °C. Структуру байта смотри в пункте 4.6.

4.8 Алгоритм работы

4.8.1 Выполнить один раз в начале сеанса работы с системой:

- команду «Состояние» (14h). Определить готовность БВ (бит 8). При неготовности БВ – сбор измерительных данных невозможен;
- команду «Конфигурация» (11h). Определить список включённых каналов и, для каждого канала, список доступных параметров (биты 1-6, 8);

4.8.2 Периодически для каждого включённого канала выполнять пакет команд:

- «Параметр...» (коды 2Xh, 5Xh, 8Xh, VXh, 3Xh, 4Xh, 6Xh) в зависимости от конфигурации канала.

Период обновления данных в БВ для канала приблизительно (1,5*N) секунды, где N – количество включённых каналов.

Внимание!

При взаимодействии с БВ версий 9600 и выше для запросов измерительных параметров рекомендуется использовать доступные спецификации команд 2.x.

Форматы передачи данных в спецификации 1.4 не позволяют:

- в полной мере отображать диагностику измерительных параметров;
- отображать параметры температуры с требуемой точностью, отображать показания более трёх ДТ;
- правильно отображать показания датчика воды для «длинномерных» ППП.

5 Спецификация 2.0

5.1 Обзор новых команд:

Тип команды	Код команды (hex)	Формат и содержание данных
Установка номера группы	A0...AF	См. п. 5.2
Установка номера канала	C0...CF	
Конфигурация канала *	D2	См. п. 5.3
Смещения ДТ *	D3	См. п. 5.4
Параметры основные *	D4	См. п. 5.5
Параметры плотности *	D5	
Параметры температуры *	D6	
Конфигурация функций контроля *	DA	См. п. 5.6

(*) – предполагается предварительная установка номера канала и (или) номера группы с помощью команд «Установка номера...».

5.2 Установка номера канала, установка номера группы

Индекс установки указан в 4-х младших разрядах кода. Диапазон индексации – 0...15. Данные отсутствуют. Нулевой индекс соответствует первому каналу с точки зрения структуры БВ или начальной группе параметров.

Система запоминает индекс канала и использует его при подготовке данных в последующих запросах до тех пор, пока индекс не будет переустановлен. В исходном состоянии системы индекс канала равен нулю.

Система запоминает индекс группы для подготовки данных только в одном последующем запросе. По умолчанию индекс группы считается равным нулю.

5.3 Запрос конфигурации канала

Данные формируются для установленного канала (см. пункт 5.2).

Формат данных:

Номер поля	Имя	Размер [байт]	Характеристика
1	CONF	1	Конфигурация канала
2	TNUM	1	Количество датчиков температуры (максимум - 21)
3	NN	2	Резерв (нулевое значение)

Поле TNUM представлено целым однобайтовым числом.

Формат поля CONF (нулевое значение бита означает “нет”, ненулевое – “да”):

Номер бита	Характеристика
1	Измерение уровня продукта
2	Измерение температуры продукта
3	Наличие информации по объему
4	-
5	Измерение уровня подтоварной воды
6	Измерение плотности продукта
7	-
8	Наличие канала

5.4 Запрос смещений ДТ

Данные формируются для установленного канала и группы (см. пункт 5.2).

Датчики рассредоточены по длине ППП и характеризуются смещением относительно основания ППП. Смещение S датчика передаётся в виде целого двухбайтового числа, младшим байтом вперед.

Данные представлены в виде массива S [9]. Младший элемент массива (смещение нижнего датчика группы) передаётся первым. Смещения несуществующих датчиков - нулевые.

Индекс группы	Формат данных	Содержание данных*	Единица измерения
0	S[9]	S1 ... S9	мм
1	S[9]	S10 ... S18	
2	S[9]	S19 ... S21	

(*) - первый параметр в списке соответствует младшему элементу массива

5.5 Запрос измерительных параметров

Обзор измерительных параметров:

Символьное обозначение	Описание параметра	Единица измерения
L	Уровень продукта	мм
V	Объём продукта	литр
H	Уровень подтоварной воды	мм
Tsr	Средняя температура продукта	°C
Ti	Температура в i-той точке замера	°C
Tr	Температура плотномера	°C
DLpv	РУ поверхностного плотномера (технологич.)	мм
P	Плотность продукта, измеренная	кг/м ³
P20	Измеренная плотность, приведенная к 20 гр.Ц	кг/м ³
Psr	Средняя плотность	кг/м ³
M	Масса продукта	кг

Параметр передаётся в формате VLVAL:

Номер поля	Имя	Размер [байт]	Характеристика
1	ERR	1	Код фатальной ошибки (беззнаковое целое число) Ненулевое значение фатальной ошибки означает невозможность оценки значения параметра. Значение фатальной ошибки ERR=1 означает отсутствие параметра в конфигурации канала (смотри элемент CONF конфигурации канала).
2	EPR	1	Код признака недостоверности (беззнаковое целое число) Ненулевое значение признака недостоверности означает увеличение пределов допускаемой погрешности параметра
3	VAL	4	Значение параметра Знаковое целое число, передается младшим байтом вперед. Для представления параметра использовать преобразование: VAL делить на 10. Точность представления 0.1

Обзор кодов ошибок параметров представлен в руководстве оператора КШЮЕ.421451.001ПО1 или КШЮЕ.421451.001ПО3 на систему.

Группы параметров передаются в массивах формата VLVAL [9]. Массив заполняется начиная с младшего элемента, который передаётся первым. Неиспользуемые элементы массива имеют ERR=1.

Данные формируются для установленного канала и номера группы (см. пункт 5.2).

Команды передачи измерительных параметров:

Тип команды	Индекс группы	Формат данных	Содержание данных*
Параметры основные	0	VLVAL[9]	L, V, H, Tsr, Psr, M
Параметры плотности (поверхностный плотномер)	0	VLVAL[9]	P, Tr, P20, dLpv
Параметры температуры	0	VLVAL[9]	T1 ... T9
	1	VLVAL[9]	T10 ... T18
	2	VLVAL[9]	T19 ... T21

(*)- первый параметр в списке соответствует младшему элементу массива

5.6 Конфигурация функций контроля в системе.
Данные формируются для установленного канала (см. пункт 5.2).
Формат данных:

Элемент	Размер [байт]	Формат	Диапазон значений
Тип контроля параметра уровня	1		0 – выключен, 1 – максимум/минимум, 2 – отклонение, 3 – приём
Конфигурация объектов сигнализации	45	OBJCFG [5]	См. ниже

где формат OBJCFG:

Элемент	Размер [байт]	Диапазон значений
Тип объекта сигнализации	1	0 – выключен, 1 – консоль, 2 – насос, 3 – свеча, 4 – звонок
Верхний предел “нормального диапазона” значений параметра	4	Знаковое целое число, передается младшим байтом вперед. Значение представлено в единицах контролируемого параметра.
Нижний предел “нормального диапазона” значений параметра	4	

5.7 Алгоритм работы

5.7.1 Выполнить один раз в начале сеанса работы с системой:

Команда	Код	Примечание
" Состояние"	14h	Определить готовность БВ (бит 8). При неготовности БВ – сбор измерительных данных невозможен
" Конфигурация"	11h	Определить список включённых каналов и, для каждого канала, список доступных параметров (биты 1-6, 8)
для каждого включённого канала		
" Установка номера канала "	CXh	Установка номера канала
" Конфигурация канала "	D2h	Определить количество доступных датчиков
" Смещения ДТ "	D3h	для ДТ1...ДТ9
" Установка номера группы ", " Смещения ДТ "	A1h, D3h	для ДТ10...ДТ18
" Установка номера группы ", " Смещения ДТ "	A2h, D3h	для ДТ19...ДТ21

5.7.2 Выполнять периодически для каждого включённого канала пакет команд в зависимости от конфигурации канала. Период обновления данных в БВ для канала приблизительно $(1,5 \cdot N)$ секунды, где N – количество включённых каналов.

Команда	Код	Примечание
" Установка номера канала "	CXh	Установка номера канала
" Параметры основные "	D4h	
" Параметры плотности "	D5h	
" Параметры температуры "	D6h	для ДТ1...ДТ9
" Установка номера группы ", " Параметры температуры "	A1h, D6h	для ДТ10...ДТ18
" Установка номера группы ", " Параметры температуры "	A2h, D6h	для ДТ19...ДТ21

6 Спецификация 2.1

6.1 Обзор новых и дополненных команд:

Тип команды	Код команды (hex)	Формат и содержание данных	Примечание
Конфигурация канала	D2	См. п. 6.2	Совместима с 2.0
Смещения плотномеров	D8	См. п. 6.3	Новая
Параметры плотности	D5	См. п. 6.4	Совместима с 2.0
Параметры давления	D7		Новая

6.2 Запрос конфигурации канала

Данные формируются для установленного канала (команда «Установка номера канала» в спецификации 2.0).

Формат данных:

Номер поля	Имя	Размер [байт]	Характеристика
1	CONF	1	Конфигурация
2	TNUM	1	Количество датчиков температуры (максимум - 21)
3	PNUM	1	Количество плотномеров (максимум - 8)
4	QNUM	1	Количество датчиков давления (максимум - 9)

Поля TNUM, PNUM, QNUM представлены целым однобайтовым числом.

Формат битового поля CONF (нулевое значение бита означает “нет”, ненулевое – “да”):

Номер бита	Характеристика
1	Измерение уровня продукта
2	Измерение температуры продукта
3	Наличие информации по объему
4	Измерение давления
5	Измерение уровня подтоварной воды
6	Измерение плотности продукта
7	—
8	Наличие канала

6.3 Запрос смещений плотномеров

Данные формируются аналогично команде «Смещения ДТ» спецификации 2.0 с учётом количества плотномеров.

6.4 Запрос измерительных параметров

Обзор измерительных параметров:

Символьное обозначение	Описание параметра	Единица измерения
Tr	Температура плотномера	°C
DLpv	Технологический	мм
P	Плотность продукта, измеренная	кг/м ³
P20	Измеренная плотность, приведенная к 20 гр.Ц	кг/м ³
P15	Измеренная плотность, приведенная к 15 гр.Ц	кг/м ³
Qi	Измеренное давление для i-го ДД	кПа

Параметр передаётся в формате VLVAL (смотри пункт «Запрос измерительных параметров» спецификации 2.0).

Команды передачи измерительных параметров:

Тип команды	Индекс группы	Формат данных	Содержание данных*
Параметры плотности	i, где i=0...7 **	VLVAL[9]	Параметры плотномера: P, Tr, P20, dLpg, P15
Параметры давления	0	VLVAL[9]	Q1 ... Q9

(*)- первый параметр в списке соответствует младшему элементу массива

(**) - нулевой индекс группы соответствует первому плотномеру

6.5 Алгоритм работы

6.5.1 Выполнить один раз в начале сеанса работы с системой:

Команда	Код	Примечание
" Состояние "	14h	Определить готовность БВ (бит 8). При неготовности БВ – сбор измерительных данных невозможен
" Конфигурация "	11h	Определить список включённых каналов и, для каждого канала, список доступных параметров (биты 1-6, 8)
для каждого включённого канала		
" Установка номера канала "	CXh	Установка номера канала
" Конфигурация канала "	D2h	Определить количество доступных датчиков
" Смещения ДТ "	D3h	для ДТ1...ДТ9
" Установка номера группы ", " Смещения ДТ "	A1h, D3h	для ДТ10...ДТ18
" Установка номера группы ", " Смещения ДТ "	A2h, D3h	для ДТ19...ДТ21
" Смещения плотномеров "	D8h	

6.5.2 Выполнять периодически для каждого включённого канала пакет команд в зависимости от конфигурации канала. Период обновления данных в БВ для измерительного канала приблизительно $(1,5 \cdot N)$ секунды, где N – количество включённых каналов.

Команда	Код	Примечание
" Установка номера канала "	CXh	Установка номера канала
" Параметры основные "	D4h	
" Параметры плотности "	D5h	для плотномера 1
" Установка номера группы ", " Параметры плотности "	A1h, D5h	для плотномера 2
...
" Установка номера группы ", " Параметры плотности "	A7h, D5h	для плотномера 8
" Параметры температуры "	D6h	для ДТ1...ДТ9
" Установка номера группы ", " Параметры температуры "	A1h, D6h	для ДТ10...ДТ18
" Установка номера группы ", " Параметры температуры "	A2h, D6h	для ДТ19...ДТ21
" Параметры давления "	D7h	

Приложение А
(справочное)
Перечень ссылочных документов

Обозначение	Наименование	Пункты
КШЮЕ.421451.001РО1	Система измерительная "СТРУНА". Руководство оператора.	5.5
КШЮЕ.421451.001РО3	Система измерительная "СТРУНА". Руководство оператора.	5.5