

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по метрологии и качеству

ФГУП «СНИИМ»

Е.С. Коптев

2017 г.



**КОМПЛЕКСЫ СРЕДСТВ НАЗЕМНОГО КОНТРОЛЯ И
УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ БУРЕНИЯ
НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН
«ТМ КУБ»**

**Методика поверки
ГТША 2.701.001 МП**

с изменением №1

2017 г.

Содержание

Введение.....	3
1 Нормативные ссылки	3
2 Операции поверки.....	4
3 Средства поверки.....	4
4 Требования к квалификации поверителей и требования безопасности.....	5
5 Условия поверки.....	5
6 Подготовка к поверке.....	6
7 Проведение поверки.....	7
8 Определение (контроль) метрологических характеристик каналов	8
8.1 Определение метрологических характеристик канала измерения «Положение талевого блока».....	8
8.2 Определение метрологических характеристик канала измерения «Уровень бурового раствора».....	9
8.3 Определение метрологических характеристик канала измерения «Давление бурового раствора».....	11
8.4 Определение метрологических характеристик канала измерения «Плотность бурового раствора».....	12
8.5 Определение метрологических характеристик канала измерения «Изменение расхода бурового раствора на выходе».....	14
8.6 Определение метрологических характеристик канала измерения «Нагрузка на крюке».....	15
8.7 Определение метрологических характеристик канала измерения «Момент на ключе»	17
9 Оформление результатов поверки.....	18
Приложение А (обязательное) Таблица параметров.....	19
Приложение Б (обязательное) Расчетные формулы определения изменений расхода бурового раствора.....	20
Приложение В (справочное) Градуировка канала измерения «Положение талевого блока».....	24
Приложение Г (обязательное) Градуировка канала измерения «Момент на ключе»...	28
Приложение Д (справочное) Перечень эксплуатационных документов.....	29
Приложение Е (рекомендуемое) Устройство опроса датчиков по последовательному каналу «КВАДРАТ». Методика проверки.....	30

**КОМПЛЕКСЫ СРЕДСТВ НАЗЕМНОГО
КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ
ПРОЦЕССОМ БУРЕНИЯ
НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН
"ТМ КУБ"
МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

ГТША 2.701.001 МП

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок СИ «Комплексы средств наземного контроля и управления процессом бурения нефтяных и газовых скважин «ТМ КУБ» (далее - комплекс).

Допускается проведение поверки отдельных каналов измерения из состава комплексов, в соответствии с заявлением владельца комплекса, с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объёме проведённой поверки.

(Введен дополнительно, Изм. №1)

Интервал между поверками – 1 год.

Используемые сокращения:

б/р – буровой раствор

КРД – коробка распределительная

МК – микроконтроллер

СКИПТЬ – Стенд калибровки канала измерения «Положение талевого блока»

СКИД – Стенд калибровки канала измерения «Давление бурового раствора»

СКИУ – Стенд калибровки канала измерения «Уровень бурового раствора»

СС – Система силоизмерительная

ДО – датчик оборотов

АДС – адаптер дистанционной связи

РМТ – рабочее место технолога

ДНК-3 – датчик натяжения талевого каната

ДМК – датчик натяжения каната ключа

ДИР1 – датчик изменения расхода бурового раствора на выходе

(Изменённая редакция, Изм. №1)

1 Нормативные ссылки

В настоящей методике использованы ссылки на следующие нормативные документы:
ГОСТ Р 8.568-97 ГСОЕИ Аттестация испытательного оборудования. Основные положения
ГОСТ 12.3.019-80 Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности

ГОСТ 164-90 Штангенрейсмасы. Технические условия

ГОСТ 4682-84 Концентрат баритовый. Технические условия

ГОСТ 7502-98 Рулетки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ Р 55878-2013 Спирт этиловый технический гидролизный ректификованный. Технические условия.

ГОСТ 26798.1-96 Цементы тампонажные. Методы испытаний

ГОСТ Р 53228-2008 Весы неавтоматического действия. Часть 1. Метрологические и технические требования. Испытания.

Приказ Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015г. "Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке"

ТУ 25-2021.003-88 Термометры типа ТЛ-4. Технические условия

1 (Изменённая редакция, Изм. №1)

2 Операции поверки

Во время проведения первичной и периодической поверок выполняют операции, указанные в таблице 1.

Т а б л и ц а 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики
Внешний осмотр	7.1
Опробование	7.2
Проверка технических характеристик устройства опроса датчиков по последовательному каналу КВАДРАТ	Приложение Е
Определение метрологических характеристик канала измерения «Положение талевого блока»	8.1
Определение метрологических характеристик канала измерения «Уровень бурового раствора»	8.2
Определение метрологических характеристик канала измерения «Давление бурового раствора»	8.3
Определение метрологических характеристик канала измерения «Плотность бурового раствора»	8.4
Определение метрологических характеристик канала измерения «Изменение расхода бурового раствора на выходе»	8.5
Определение метрологических характеристик канала измерения «Нагрузка на крюке»	8.6
Определение метрологических характеристик канала измерения «Момент на ключе»	8.7

3 Средства поверки

3.1 Во время проведения поверки применяют средства поверки, приведенные в таблице 2.

Т а б л и ц а 2 – Средства поверки

Номер пункта методики	Наименование основного или вспомогательного средства поверки	Обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
8.6, 8.7	Силоизмерительная система СС-50т (Прибор измерительный тензометрический БУ 4263) (Разрывная машина «РМ»)	Диапазон измерений (0 - 500) кН; основная относительная погрешность измерений не более 0,25 %; (ГОСРЕЕСТР СИ № 13646-01) (ГТША 2.799.001 ПС)
8.1-8.7	Устройство опроса датчиков по последовательному каналу КВАДРАТ	ГТША 3.048.001 РЭ, количество адресов опроса 62, индикация чисел от 0 до 9999
8.2	Лента измерительная металлическая Р5УЗД (Стенд калибровки канала измерения «Уровень бурового раствора «СКИУ»)	ГОСТ 7502, диапазон до 3000 мм, КТЗ; (ГОСРЕЕСТР СИ № 46391-11) (ГТША 4.137.002 ПС)
8.1	Счетчик оборотов (Стенд калибровки канала измерения «Положение талевого блока «СКИПТЬ»)	Информационная емкость ≥ 99999 , (ГТША 2.777.001 ПС)

Продолжение таблицы 2

8.3	Манометр эталонный типа МО (Стенд калибровки канала измерения «Давление бурового раствора «СКИД») Гидропресс грузопоршневого манометра МП-600)	Предел измерений 40 МПа, КТ 0,15; (ГОСРЕЕСТР СИ № 43816-10) (ГТША 4.137.003 РЭ) Обеспечивает давление жидкости в системе стенда до 60 МПа)
8.5	Штангенрейсмас типа ШР (Стенд калибровки канала измерения «Изменение расхода бурового раствора на выходе «СКИИРБР»)	ГОСТ 164, ПГ ± 0,05 мм; (ГОСРЕЕСТР СИ № 41059-09) (ГТША 5.184.005 ПС)
8.4	Пикнометр	ПЖ-3, вместимость 50 см ³ , ПГ ± 5 см ³ ; ГОСРЕЕСТР СИ № 40214-08
8.4	Весы ВСТ	ГОСТ Р 53228, Максимальная нагрузка не меньше 600 г, КТ 2; (ГОСРЕЕСТР СИ № 25393-08)
5	Гигрометр ВИТ	Диапазон измерений температур от 0 до 25 °С, ПГ не больше 0,2 °С; (ГОСРЕЕСТР СИ № 42453-09)
8.4	Термометр ТЛ-4	ТУ 25-2021.003-88 Диапазон измерений от 0 до 30 °С, цена деления не более 0,2 °С; (ГОСРЕЕСТР СИ № 303-91)
<p>Примечания.</p> <p>1 Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью.</p> <p>2 Применяемые средства поверки должны иметь действующие свидетельства о поверке (сертификаты о калибровке).</p> <p>3 Испытательное оборудование, применяемое при поверке, должно быть аттестовано в соответствии с ГОСТ Р 8.568 и иметь бирку с указанием даты проведения аттестации и срока следующей периодической аттестации</p>		

4 Требования к квалификации поверителей и требования безопасности

4.1 К проведению поверки допускают лиц, имеющих квалификацию поверителя по ПР 50.2.012, аттестованных по технике безопасности на 3 группу допуска работы с электроустановками напряжением до 1000 В, ознакомившихся с эксплуатационными документами и настоящей Методикой поверки.

4.2 При проведении поверки соблюдают требования техники безопасности, действующие на предприятии, где проводится поверка и требования, установленные ГОСТ 12.3.019.

4.3 Осуществляют защитное заземление всех металлических корпусов оборудования и приборов, используемых во время поверки, медным изолированным проводом сечением не менее 1,5 мм².

5 Условия поверки

При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С.....(20 ± 5);
- относительная влажность окружающего воздуха, %.....(30÷80);
- атмосферное давление, кПа(84÷106);
- напряжение питания, переменное, В.....(220±4,4);

6 Подготовка к проверке

6.1 Проверяют наличие и состояние средств проверки согласно их эксплуатационной документации.

6.2 Включают персональную ЭВМ (ПЭВМ), ожидают загрузки операционной системы, после чего проверяют наличие установленного ПО.

- на ПЭВМ должна быть установлена база данных SQL PostgreSQL 9.0;
- программная платформа Microsoft.NET Framework 4.0;
- сервер ТМ КУБ – XregWinService;
- клиент ТМ КУБ – Xvision.

В случае отсутствия любого из компонентов, осуществляют установку ПО с компакт-диска, входящего в комплект поставки комплекса, выполняя следующие действия:

- помещают компакт-диск, в привод компакт дисков ПЭВМ,
- запускают файл ТМКUB Server-2.0-0.exe. В инсталляционной программе указывают путь для установки сервера АРМ ТМ КУБ, а также выбирают место размещения ярлыков (раздел «Программы» меню «Пуск»);
- запускают файл ТМКUB Client-2.0-0.exe. В инсталляционной программе указывают путь для установки клиента АРМ ТМ КУБ, а также выбирают место размещения ярлыков (раздел «Программы» меню «Пуск», рабочий стол, панель быстрого запуска);

6.3 Проверяют целостность и подлинность установленного программного обеспечения, вычислив значение хэш-функции CRC32 для исполняемого файла XRegWinService.exe, находящегося в каталоге C:\TMKUB\TMKUB Server, если в процессе установки ПО не указано иное.

Полученные значения хэш-функции должно совпадать с приведенным в таблице 3, иначе проверку не проводят до тех пор, пока не будет предоставлено подлинное программное обеспечение.

Т а б л и ц а 3

Наименование программного обеспечения	Идентификационное наименование программного обеспечения	Значения хэш-функции (контрольная сумма исполняемого кода)
Сервер XRegWinService	XRegWinService.exe	CRC32: 71E5F350

6.4 Для проверки каналов измерения выполняют следующие операции:

- а) для проверки канала измерения «Положение талевого блока»
 - устанавливают датчик оборотов (ДО) проверяемого канала на стенд «СКИПТБ»;
 - соединяют составные части установки для проверки согласно рисунку 1;
 - концентратор подключают к сети питания,
- б) для проверки канала измерения «Уровень бурового раствора»
 - устанавливают датчик уровня проверяемого канала на стенд «СКИУ», фиксатор стенда закрепляют так, чтобы стрелка фиксатора была на уровне риски поплавка датчика;
 - соединяют составные части установки для проверки согласно рисунку 2;
 - концентратор подключают к сети питания,
- в) для проверки канала измерения «Давление бурового раствора»
 - устанавливают датчик давления проверяемого канала на стенд «СКИД»;
 - соединяют составные части установки для проверки электрическими кабелями согласно рисунку 3;
 - концентратор подключают к сети питания,
- г) для проверки канала измерения «Плотность бурового раствора»

- соединяют составные части установки для проверки согласно рисунку 4;
- концентратор подключают к сети питания,
- д) для проверки канала измерения «Изменение расхода бурового раствора на выходе»
 - закрепляют ДИР1 проверяемого канала на стенде «СКИИРБР»;
 - штангенрейсмас, из состава «СКИИРБР», устанавливают так, чтобы нижний край лопатки ДИР1, в свободно опущенном положении, был на уровне нулевой метки шкалы;
 - соединяют составные части установки для проверки согласно рисунку 5;
 - концентратор подключают к сети питания;
- е) для проверки канала измерения «Нагрузка на крюке»
 - устанавливают датчик натяжения каната проверяемого канала на разрывную машину «РМ»;
 - соединяют составные части установки для проверки канала согласно рисунку 6;
 - концентратор подключают к сети питания 220 В, 50 Гц,
- ж) для проверки канала измерения «Момент на ключе»
 - устанавливают датчик натяжения каната ключа ДМК проверяемого канала на разрывную машину «РМ»
 - соединяют составные части установки для проверки канала согласно рисунку 6;
 - концентратор подключают к сети питания 220 В, 50 Гц,

Устройство Квадрат устанавливают в режим опроса соответствующего канала по таблице 4.

Устанавливают ЭВМ, из состава РМТ комплекса, в режим отображения соответствующего параметра.

(Введен дополнительно, Изм. №1)

Т а б л и ц а 4

Наименование канала измерения	Датчик	Адрес* канала
Нагрузка на крюке	ДНК-3 (ДНК-3.1)	04
Момент на ключе	ДМК	05
Давление бурового раствора	ДД	07
Положение талевого блока	ДО	10
Плотность бурового раствора	ДП	03
Уровень бурового раствора	ДУ1	11
Изменение расхода бурового раствора на выходе	ДИР1	06 / 22

* адрес канала уточняют по паспорту на конкретный комплекс

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверяют:

- комплектность каналов комплекса;
- маркировку на корпусах составных частей комплекса;
- внешний вид комплекса.

Результат внешнего осмотра считают удовлетворительным, если:

- комплектность каналов комплекса соответствует 1.1.3 ГТША 2.701.001 РЭ;
- на корпусах составных частей комплекса есть необходимые маркировки в соответствии с 1.2.7 ГТША 2.701.001 РЭ;
- отсутствуют механические повреждения комплекса, препятствующие дальнейшему применению.

7.2 Опробование

При опробовании соединяют составные части комплекса согласно схеме электрической общей ГТША 2.701.001 Эб, включают концентратор, подают напряжение на все элементы схемы соединений.

При помощи стендов поочередно задают воздействие на датчики каналов измерения комплекса, в диапазоне изменения соответствующего параметра, и проверяют показания индикаторных устройств и ЭВМ из состава РМТ. Убеждаются в увеличении показаний КВАДРАТа и ЭВМ при увеличении физической величины, воздействующей на чувствительный элемент соответствующего датчика, и уменьшении показаний при уменьшении физической величины.

(Изменённая редакция, Изм. №1)

8 Определение (контроль) метрологических характеристик каналов

8.1 Определение метрологических характеристик канала измерения «Положение талевого блока»

8.1.1 Определение погрешности измерений канала.

При определении погрешности измерений проводят воздействие на ДО в соответствии с данными, приведенными в таблице 5.

(Исключен, Изм. №1)

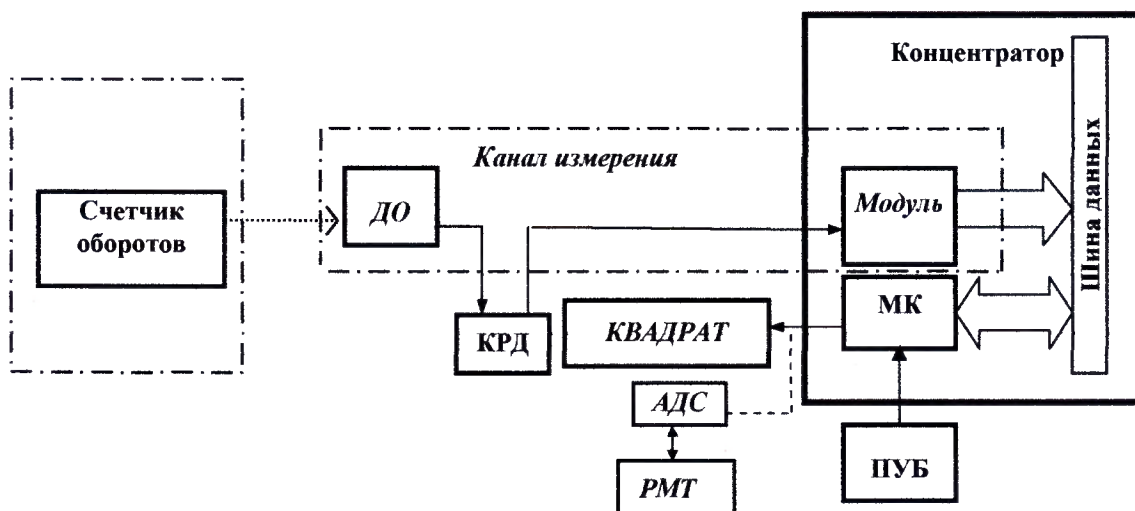


Рисунок 1 – Структурная схема соединений канала измерения «Положение талевого блока»

Т а б л и ц а 5

Показания счетчика, обороты	Расчетные значения длины перемещения талевого блока, м
27	7,78
57	17,08
87	27,04
117	37,66
123	39,92

Примечание:
- Расчетные значения длины перемещения талевого блока и количество оборотов приведены для талевого блока буровой установки БУ 3200/200;
- Расчетные значения длины перемещения талевого блока и количество оборотов для конкретной буровой установки приведены в паспорте на комплекс для данной БУ, в случае отсутствия данных в паспорте, проводят расчет в соответствии с Приложением В

(Введен дополнительно, Изм. №1)

Определение погрешности проводят в следующей последовательности:

- устанавливают вал «СКИПТБ» на «нулевую» отметку;
- нажимают кнопку ТАЛ. БЛОК на ПУБ;
- выставляют на счетчике оборотов нуль;
- записывают показания счетчика оборотов и цифрового индикатора устройства КВАДРАТ (или ЭВМ, из состава РМТ комплекса) в таблицу 6;

(Изменённая редакция, Изм. №1)

- включают электропривод «СКИПТБ» – вращение вала по часовой стрелке;
- останавливают электропривод при показаниях счетчика оборотов, соответствующих значениям таблицы 5 в момент выхода вала на «нулевую» отметку;
- записывают показания счетчика оборотов и устройства КВАДРАТ (или ЭВМ, из состава РМТ комплекса) в таблицу 6;

(Изменённая редакция, Изм. №1)

- при достижении показаний счетчика оборотов, соответствующих максимальной высоте, в соответствии с таблицей 5, включают электропривод «СКИПТБ» – вращение вала против часовой стрелки;
- останавливают электропривод при тех же показаниях счетчика оборотов, что и при движении по часовой стрелке;
- записывают показания счетчика оборотов и устройства КВАДРАТ (или ЭВМ, из состава РМТ комплекса) в таблицу 6.

(Изменённая редакция, Изм. №1)

Погрешность измерений вычисляют по формуле

$$\gamma = \frac{A_{И} - A_{Э}}{X_N} \times 100\%, \quad (1)$$

где $A_{И}$ – значения параметра по показаниям устройства КВАДРАТ (или ЭВМ, из состава РМТ комплекса), м;

(Изменённая редакция, Изм. №1)

$A_{Э}$ – расчетные значения длины перемещения талевого блока, в соответствии с таблицей 5, м;
 X_N – верхний предел измерений канала, м.

Т а б л и ц а 6

$A_{Э}$, м	$A_{И}$, м		Приведенная погрешность, %		Вариация показаний, %
	Прямой ход	Обратный ход	Прямой ход	Обратный ход	
0,00					-
7,78					
17,08					
27,04					
37,66					
39,92					-

8.1.2 Определение вариации показаний канала.

Вариацию показаний вычисляют при каждом проверяемом значении параметра кроме значений, соответствующих пределам измерений, по показаниям, полученным при определении погрешности, по формуле

$$b = \frac{|\Delta_{AM} - \Delta_{AB}|}{X_N} \times 100\%, \quad (2)$$

где Δ_{AM} – абсолютная погрешность в проверяемой точке диапазона измерений при подходе со стороны меньших значений - прямой ход, м;

Δ_{AB} – абсолютная погрешность в проверяемой точке диапазона измерений при подходе со стороны больших значений - обратный ход, м.

Результаты считают положительными, если:

- приведенная погрешность канала измерения не превышает 1,0 %;
- верхний предел измерений соответствует значению, приведенному в таблице А.1;
- вариация показаний не превышает допустимого значения.

8.2 Определение метрологических характеристик канала измерения «Уровень бурового раствора»

8.2.1 Определение погрешности измерений канала.

8.2.1.1 Перемещая поплавков по направляющей датчика, фиксируют его в точках измерений с помощью фиксатора станда. Задаваемое значение уровня считывают по измерительной ленте, а измеренное значение уровня – по индикатору устройства КВАДРАТ (или ЭВМ, из состава РМТ комплекса).

(Изменённая редакция, Изм. №1)

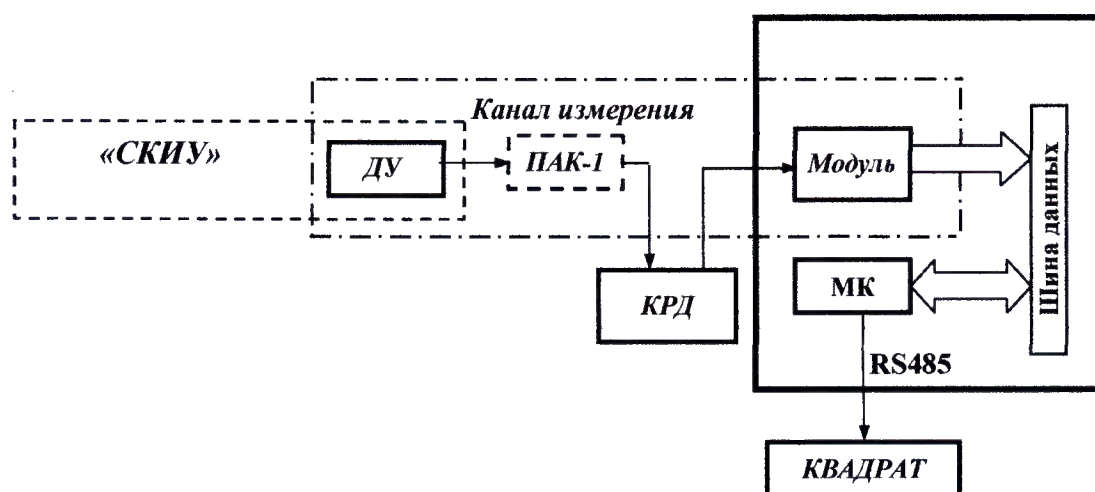


Рисунок 2 – Структурная схема соединений канала измерения «Уровень бурового раствора»

8.2.1.2 Проводят операции по 8.2.1.1 не менее, чем в пяти точках, примерно равномерно распределенных в диапазоне измерений, начиная с точки 0,2 м до точки, соответствующей верхней границе диапазона (прямой ход). Результаты заносят в таблицу 7.

Т а б л и ц а 7

$A_{Э}$, мм		$A_{И}$, мм		Приведенная погрешность, %		Вариация показаний, %
Прямой ход	Обратный ход	Прямой ход	Обратный ход	Прямой ход	Обратный ход	
						-
						-

8.2.1.3 Перемещая поплавков ДУ от верхней точки диапазона до точки 0,2 м, проводят измерения уровня (обратный ход) в тех же точках, что и в 8.2.1.2. Результаты заносят в таблицу 7.

Погрешность измерений вычисляют по формуле (1),

где $A_{Э}$ – значения параметра по измерительной ленте «СКИУ», мм;

$A_{И}$ – значения параметра по показаниям устройства КВАДРАТ, (или ЭВМ, из состава РМТ комплекса) мм;

(Изменённая редакция, Изм. №1)

X_N – верхнее значение диапазона измерений уровня, мм.

8.2.2 Определение вариации показаний канала.

Вариацию показаний вычисляют при каждом проверяемом значении параметра, кроме значений, соответствующих пределам измерений, по показаниям, полученным при определении погрешности измерений, по формуле (2),

где Δ_{AM} – абсолютная погрешность в точке диапазона измерений при подходе со стороны меньших значений - прямой ход, мм;

Δ_{AB} – абсолютная погрешность в той же точке измерений при подходе со стороны больших значений - обратный ход, мм;

X_N – верхний предел измерений уровня, мм.

Результаты считают положительными, если:

- приведенная основная погрешность канала измерения не превышает 1,0 %;
- диапазон измерений соответствует приведенному в таблице А.1;
- вариация показаний не превышает допускового значения.

8.3 Определение метрологических характеристик канала измерения «Давление бурового раствора»

8.3.1 Определение погрешности измерений канала.

С помощью гидропресса МП-600 из состава «СКИД» создают давление в системе высокого давления МП-600. Заданное давление устанавливают по эталонному манометру МО, а измеренное определяют по показаниям индикатора устройства КВАДРАТ (или ЭВМ, из состава РМТ комплекса).

(Изменённая редакция, Изм. №1)

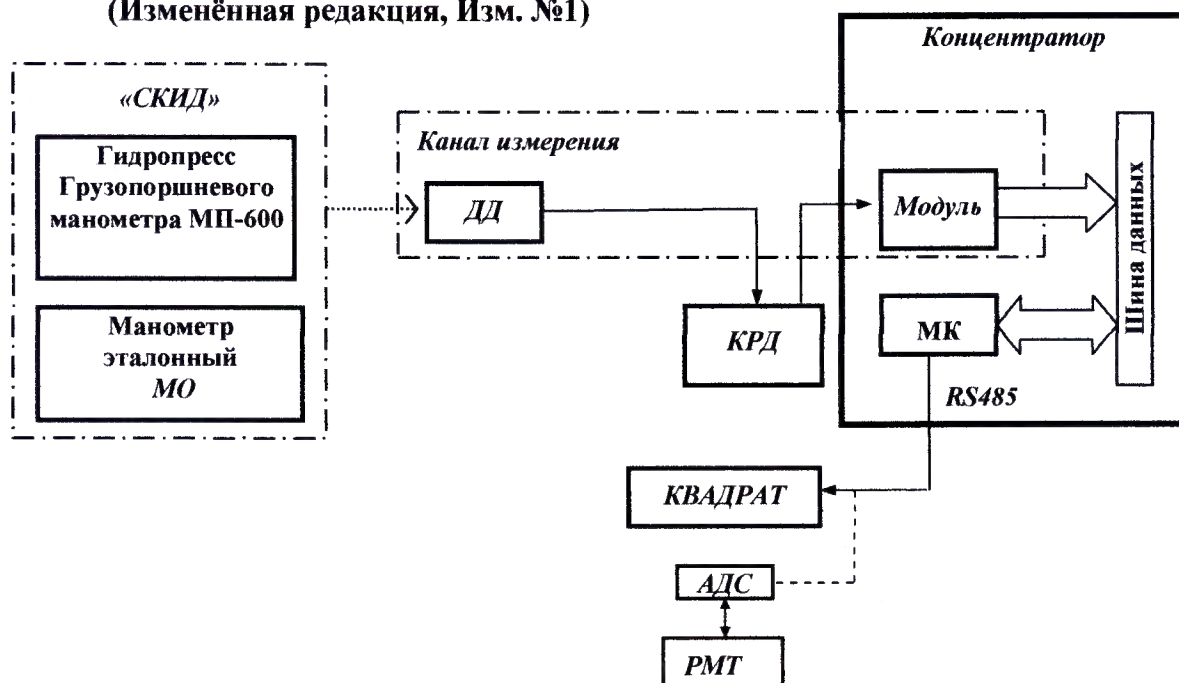


Рисунок 3 – Структурная схема соединений канала измерения «Давление бурового раствора»

Число проверяемых точек в диапазоне измерений канала должно быть не менее восьми, включая предельные значения давления.

Проверяемые точки должны быть распределены примерно равномерно в пределах всего диапазона.

Давление плавно повышают и снимают показания (прямой ход) КВАДРАТа (или ЭВМ, из состава РМТ комплекса) и МО. Затем канал выдерживают в течение 5 мин под давлением, равным верхнему пределу измерений. После чего давление плавно понижают и снимают показания (обратный ход) при тех же значениях давления, что и при повышении. Результаты измерений заносят в таблицу 8.

(Изменённая редакция, Изм. №1)

Погрешность измерений канала вычисляют по формуле (1),

где: $A_{И}$ – значения давления по показаниям устройства КВАДРАТ (или ЭВМ, из состава РМТ комплекса), МПа;

(Изменённая редакция, Изм. №1)

$A_{Э}$ – значения давления по эталонному манометру, МПа;

$X_{Н}$ – верхний предел измерений давления, МПа.

Т а б л и ц а 8

$A_{Э}$, МПа		$A_{И}$, МПа		Приведенная погрешность, %		Вариация показаний, %
Прямой ход	Обратный ход	Прямой ход	Обратный ход	Прямой ход	Обратный ход	
						—
						—

8.3.2 Определение вариации показаний канала.

Вариацию показаний вычисляют при каждом значении параметра, кроме значений, соответствующих пределам измерений, по показаниям, полученным при определении погрешности, по формуле (2),

где b – вариация показаний, %;

$\Delta_{АМ}$ – абсолютная погрешность в проверяемой точке диапазона измерений при подходе со стороны меньших значений - прямой ход, МПа;

$\Delta_{АБ}$ – абсолютная погрешность в проверяемой точке диапазона измерений при подходе со стороны больших значений - обратный ход, МПа;

$X_{Н}$ – верхний предел измерений давления, МПа.

Результаты считают положительными, если:

- приведенная погрешность канала измерения не превышает 1,0 %;
- верхний предел измерений соответствует значению, приведенному в таблице А.1;
- вариация показаний не превышает допускаемого значения.

8.4 Определение метрологических характеристик канала измерения «Плотность бурового раствора»

Определение погрешности измерений канала.

8.4.1 Приступая к измерениям, пикнометр тщательно промывают и просушивают.

Заполняют пикнометр буровым раствором и закрывают его крышкой, при этом раствор должен заполнить канал в крышке пикнометра. Избыток раствора, выступивший из отверстия в крышке, удаляют тканью.

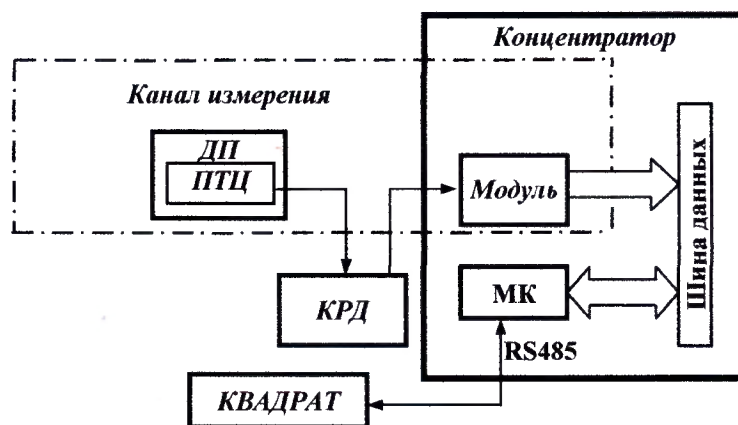


Рисунок 4 – Структурная схема соединений канала измерения «Плотность бурового раствора»

8.4.2 Измеряют массу пикнометра, заполненного буровым раствором.

8.4.3 Плотность бурового раствора, г/см³, вычисляют по формуле

$$\rho_{\text{э}} = \frac{m_2 - m_1}{V},$$

где m_1 – масса пустого пикнометра, г;

m_2 – масса пикнометра с буровым раствором, г;

V – вместимость пикнометра см³.

Операции 8.4.1-8.4.3 повторяют три раза и среднее из найденных таким образом значений округляют до 0,001 г/см³, принимают его за действительное значение плотности раствора ($\rho_{\text{э}}$).

8.4.4 Буровой раствор*, плотность которого определена в 8.4.1 - 8.4.3, заливают в емкость объемом не меньше 20 дм³, наполняя емкость до середины, опускают груз ГТША 6.392.001 датчика плотности ГТША 5.184.001 в раствор. Проводят измерения плотности раствора комплексом, снимая показания с индикатора устройства КВАДРАТ (или ЭВМ, из состава РМТ комплекса).

(Изменённая редакция, Изм. №1)

Т а б л и ц а 9

$\rho_{\text{э}}, \text{г/см}^3$	$\rho_{\text{и}}, \text{г/см}^3$	Погрешность измерений $\Delta, \text{г/см}^3$

Измерения плотности повторяют три раза и среднее из найденных таким образом значений округляют до 0,001 г/см³, принимают за измеренное значение плотности бурового раствора ($\rho_{\text{и}}$).

Результаты измерений заносят в таблицу 9.

8.4.5 Операции 8.4.1 - 8.4.4 проводят для бурового раствора плотностью приблизительно соответствующей минимальному, максимальному и среднему значению диапазона измерений в соответствии с таблицей А.1.

Температура раствора при измерениях по 8.4.1 - 8.4.2 и 8.4.4 - 8.4.5 должна быть одинаковой, различие возможно не более чем на 0,2 °.

Результаты измерений заносят в таблицу 9.

8.4.6 Вычисляют погрешности измерений плотности для каждого бурового раствора по формуле

$$\Delta = \rho_{\text{и}} - \rho_{\text{э}}$$

Результаты заносят в таблицу 9.

За погрешность измерений канала принимают максимальную из $\Delta, \text{г/см}^3$.

8.4.7 Вычисляют приведенную погрешность канала измерения по формуле

$$\gamma = \frac{\Delta_{\text{max}}}{X_N} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где X_N – диапазон измерений канала, г/см³, вычисленный по формуле

$$X_N = \rho_{\text{в}} - \rho_{\text{н}}, \quad (4)$$

где $\rho_{\text{в}}$ – верхний предел измерений плотности, г/см³;

$\rho_{\text{н}}$ – нижний предел измерений плотности, г/см³.

Результаты определения погрешности измерений канала считают положительными, если:

- погрешность канала измерения не превышает 1,0 %;
- диапазон измерений соответствует приведённому в таблице А.1.

*вместо бурового раствора в качестве поверочных жидкостей можно использовать приведенные в таблице 10

Таблица 10

Значения плотности поверочной жидкости, приблизительно, кг/м ³	Наименование и состав поверочных жидкостей	Приблизительное соотношение компонентов поверочных жидкостей (водно-спиртовые/водно-солевые растворы)		
		объем воды, мл	масса соли, г	объем спирта, мл
800	Спирт этиловый ректификованный технический по ГОСТ Р 55878	30	-	970
900	Водно-спиртовой раствор спирта этилового технического по ГОСТ Р 55878 и воды	360	-	640
1000	Вода	1000	-	-
1200	Водно-солевой раствор (NaCl)	1000	350	-
св. 1200 до 2200	Буровой раствор на водно-солевом растворе (NaCl) с добавлением утяжелителя, например, баритового по ГОСТ 4682	-		

8.5 Определение метрологических характеристик канала измерения «Изменение расхода бурового раствора на выходе»

Определение погрешности измерений и вариации показаний канала проводят при расчетных значениях изменений расхода б/р для круглого желоба диаметром 300* мм.

(Исключен, Изм. №1)

Лопатку ДИР1 поворачивают на угол, соответствующий высоте подъема равной 125 мм по шкале штангенрейсмаса, и фиксируют.

Кратковременно нажимают кнопку РАСХОД на ПУБ, тем самым фиксируют выбранное для контроля значение расхода. Убеждаются, что индикатор устройства КВАДРАТ (или ЭВМ, из состава РМТ комплекса) показывает 0 %.

(Изменённая редакция, Изм. №1)



Рисунок 5 – Структурная схема соединений канала измерения «Изменение расхода бурового раствора на выходе»

8.5.1 Определение погрешности измерений канала.

Лопатку ДИР1 устанавливают в положения, соответствующие значениям таблицы 11, начиная с нулевой отметки, по шкале штангенрейсмаса, до верхней, соответствующей значению + 100 % изменения расхода по таблице 11, (прямой ход).

Считывают** показания индикатора устройства Квадрат (или ЭВМ, из состава РМТ комплекса) и заносят их в таблицу 11.

(Изменённая редакция, Изм. №1)

* данные о диаметре желоба-из паспорта на конкретный комплекс

** считывание измеренных значений при высоте подъема лопатки ниже выбранной точки контроля (в данном случае 125 мм) - по адресу 22, а при высотах выше точки контроля - по адресу 6

Т а б л и ц а 11

A _э , %	Положение лопатки, мм	A _и , %		Приведенная погрешность, %		Вариация показаний, %
		Прямой ход	Обратный ход	Прямой ход	Обратный ход	
- 94	0,0					—
- 80	25,5					
- 60	54,0					
- 40	79,0					
- 20	102,5					
0	125,0					
19	147,0					
39	170,0					
59	193,0					
77	217,5					
96	245,5					
98	250,0					
100	254,0					

- Значения положений лопатки при изменении расхода б/р определены для желоба диаметром 300 мм.
- Значения положений лопатки, для любых значений изменений расхода из диапазона измерений изменения расхода, рассчитанные с учетом диаметра желоба конкретной буровой установки, приведены в паспорте на комплекс для данной БУ, в случае отсутствия данных в паспорте, проводят расчет в соответствии с Приложением Б

(Изменённая редакция, Изм. №1)

При достижении лопаткой верхней точки по шкале штангенрейсмаса положение лопатки изменяют сверху вниз, проводя измерения (обратный ход) в тех же точках, что и при прямом ходе. Считывают показания устройства КВАДРАТ (или ЭВМ, из состава РМТ комплекса) и заносят их в таблицу 11.

(Изменённая редакция, Изм. №1)

Погрешность измерений вычисляют по формуле (1),

где $A_{и}$ – измеренные значения параметра канала измерения, %;

$A_{э}$ – расчетные значения изменений расхода б/р, в соответствии с таблицей 11, %;

X_N – нормирующее значение изменений расхода б/р, принятое равным 200 %.

8.5.2 Определение вариации показаний канала.

Вариацию показаний вычисляют при каждом проверяемом значении параметра кроме значений, соответствующих пределам измерений, по показаниям, полученным при определении погрешности измерений, по формуле (2),

где Δ_{AM} – абсолютная погрешность в точке диапазона измерений при подходе со стороны меньших значений - прямой ход, %;

Δ_{AB} – абсолютная погрешность в той же точке диапазона измерений при подходе со стороны больших значений - обратный ход, %.

Результаты считают положительными, если:

- погрешность измерений канала не превышает 2,0 %;
- диапазон измерений соответствует значению, приведенному в таблице А.1;
- вариация показаний не превышает допустимого значения.

8.6 Определение метрологических характеристик канала измерения «Нагрузка на крюке»

8.6.1 Определение погрешности измерений канала.

При определении погрешности измерений создают натяжение каната разрывной машины «РМ», значения силы натяжения каната устанавливают по показаниям Силоизмерительной системы (СС) из состава «РМ». Снимают показания по цифровому индикатору устройства КВАДРАТ (или ЭВМ, из состава РМТ комплекса).

(Изменённая редакция, Изм. №1)

Измерения проводят не менее чем при пяти различных значениях силы натяжения каната во всем диапазоне измерений, включая - крайние.

Силу натяжения каната повышают и снимают показания, по достижении верхнего предела измерений силу натяжения понижают и снимают показания при тех же значениях, что и при повышении.

Проверяемые точки должны быть распределены примерно равномерно в пределах всего диапазона.

Полученные данные заносят в таблицу 12.

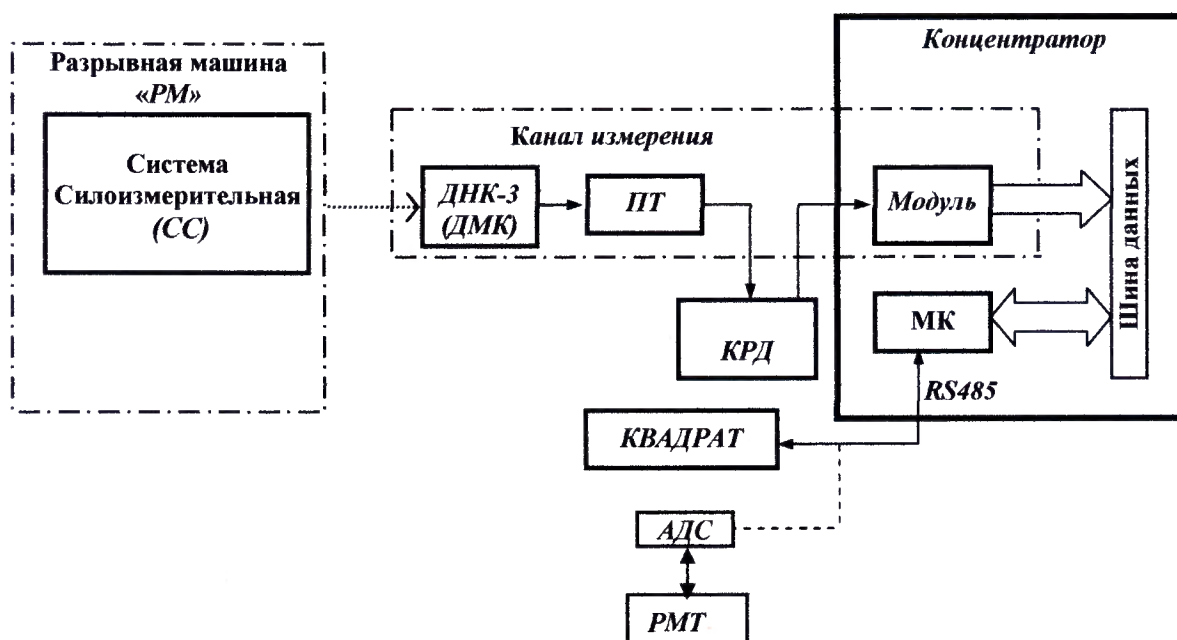


Рисунок 6 – Структурная схема соединений каналов измерения «Нагрузка на крюке», «Момент на ключе»

Т а б л и ц а 12

$A_{Э}$, кН		$A_{И}$, кН		Приведенная погрешность, %		Вариация показаний, %
Прямой ход	Обратный ход	Прямой ход	Обратный ход	Прямой ход	Обратный ход	
						-
						-

Погрешность измерений вычисляют по формуле (1),

где γ – приведенная погрешность измерений канала, %;

$A_{И}$ – значения силы натяжения каната по показаниям устройства КВАДРАТ (или ЭВМ, из состава РМТ комплекса), кН;

(Изменённая редакция, Изм. №1)

$A_{Э}$ – значения силы натяжения каната по индикатору СС, кН;

X_{N} – верхний предел измерений силы, кН (с учетом кратности талевой оснастки).

8.6.2 Определение вариации показаний канала.

Вариацию показаний определяют при каждом проверяемом значении параметра кроме значений, соответствующих пределам измерений, по показаниям, полученным при определении погрешности измерений, по формуле (2), где b – вариация показаний, %;

Δ_{AM} – абсолютная погрешность в проверяемой точке диапазона измерений при подходе со стороны меньших значений - прямой ход, кН;

Δ_{MB} – абсолютная погрешность в проверяемой точке диапазона измерений при подходе со стороны больших значений - обратный ход, кН.

Результаты считают положительными, если:

- приведенная погрешность измерений канала не превышает 1,0 %;
- верхний предел измерений соответствует значению, приведенному в таблице А.1;
- вариация показаний не превышает допустимого значения.

8.7 Определение метрологических характеристик канала измерения «Момент на ключе»

Определение погрешности измерений канала.

При определении погрешности измерений создают натяжение каната разрывной машины «РМ», обеспечивающее заданный крутящий момент в соответствии с приложением Г, значения силы натяжения каната устанавливают по показаниям Силоизмерительной системы (СС) из состава «РМ». Снимают показания измеренного значения крутящего момента - по цифровому индикатору устройства КВАДРАТ (или ЭВМ, из состава РМТ комплекса).

(Изменённая редакция, Изм. №1)

Измерения проводят не менее чем при пяти различных значениях силы натяжения каната во всем диапазоне измерений канала, включая крайние.

Проверяемые точки должны быть распределены примерно равномерно в пределах всего диапазона измерений.

Полученные данные заносят в таблицу 13.

Т а б л и ц а 13

$A_{Э}$, кН·м	$A_{И}$, кН·м	Приведенная погрешность, %

Погрешность измерений канала вычисляют по формуле (1),

где $A_{И}$ – измеренное значение момента, кН·м;

$A_{Э}$ – значения момента, вычисленное в соответствии с приложением Г, соответствующее установленной и измеренной по индикатору СС силе, кН·м;

X_N – верхний предел измерений момента на ключе, кН·м.

Результаты считают положительными, если:

- приведенная основная погрешность измерений канала не превышает 1,0 %;
- верхний предел измерений соответствует значению, приведенному в таблице А.1;


9 Оформление результатов поверки

9.1 Положительные результаты поверки оформляют свидетельством о поверке установленной формы, с указанием информации об объеме проведенной поверки, в которое вписывают максимальные значения погрешности каналов измерений.

9.2 При отрицательных результатах поверки выписывают извещение о непригодности к применению установленной формы с указанием причин непригодности.

9 (Изменённая редакция, Изм. №1)

Разработчики:

Гл. метролог АО НПФ «ТЕТРАН»  Л.П. Штейн

Зав. отделом УПБ АО НПФ «ТЕТРАН»  А.И. Барабышкин

**Приложение А
(обязательное)
Таблица параметров**

Таблица А.1

№ п/п	Канал измерения комплекса	Измеряемая физическая величина	Диапазон измерений (верхний предел измерений)	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности, %	Вариация показаний, %
комплекса					
1	Нагрузка на крюке: с ДНК-3; с ДНК-3.1	Сила натяжения каната	375* кН 225,5* кН	±1,0	±1,0
2	Положение Талевого блока	Длина перемещения талевого блока	40* м	±1,0	±1,0
3	Давление бурового раствора	Давление бурового раствора	40* МПа	±1,0	±1,0
4	Плотность бурового раствора	Плотность бурового раствора	от 0,8 до 2,2* г/см ³ (от 800 до 2200* кг/м ³)	±1,0	
5	Изменение расхода бурового раствора на выходе	Изменение расхода бурового раствора на выходе	от - 100 % до + 100 %	±2,0	±2,0
6	Момент на ключе	Момент на ключе	100* кН·м	±1,0	
7	Уровень бурового раствора	Уровень бурового раствора	от 0,2 до 2,5* м	±1,5	±1,5
устройства КВАДРАТ					
1	Количество опрашиваемых адресов		64		
2	Диапазон индикации чисел		От 0 до 9999		

* по данным паспорта на конкретный комплекс

Приложение Б
(обязательное)

Расчетные формулы определения изменений расхода бурового раствора

Метод измерений изменения расхода б/р относится к косвенным методам, определяет изменение расхода жидкости за период проходки (бурения) по геометрическим параметрам трубы растворопровода и изменению уровня жидкости в трубе при условии:

- б/р самотеком течет по трубе (рисунок Б.1).
- плотность бурового раствора за период проходки не меняется.
- расстояние между нижним краем лопатки в свободно опущенном положении и нижней точкой сечения трубы ($20^{\pm 1}$ мм (h_0)).

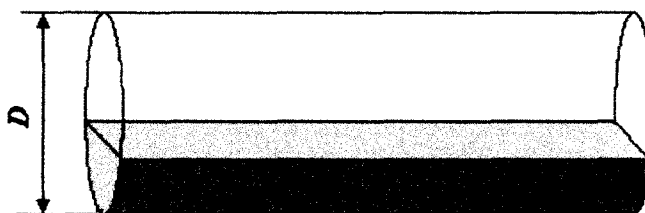


Рисунок Б.1 – продольное сечение трубы растворопровода

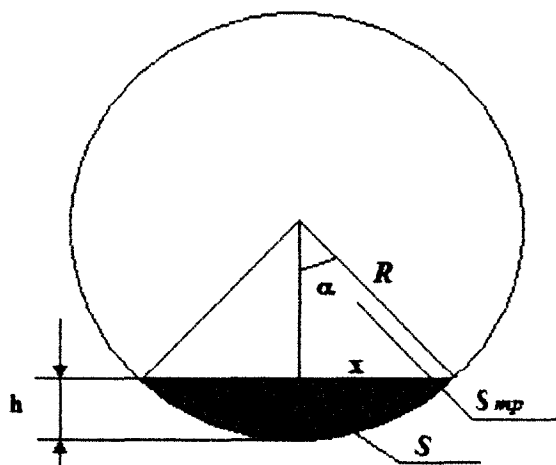


Рисунок Б.2 – поперечное сечение трубы растворопровода

- D – диаметр трубы,
- R – радиус трубы,
- α – угол между вертикалью трубы и радиусом, проведенным в "точку касания" трубы с поверхностью потока жидкости,
- x – половина длины основания треугольника.
- h – высота сегмента, заполненного б/р.

Расход жидкости, протекающей в трубопроводе, определяют по формуле

$$Q = S \cdot V, \quad (\text{Б.1})$$

где S – площадь поперечного сечения трубопровода, заполненная жидкостью,
V – скорость течения жидкости.

* обеспечивают при монтаже

Относительное изменение расхода б/р за период проходки определяют по формуле

$$Q_{0\pm K} = \frac{Q_K - Q_0}{Q_0} \cdot 100 \% \quad (\text{Б.2})$$

где Q_K – значение расхода в текущий момент времени,
 Q_0 – значение расхода перед началом проходки.

Подставляя (Б.1) для Q_K и Q_0 в (Б.2), получают формулу

$$Q_{0\pm K} = \frac{S_K \cdot V - S_0 \cdot V_0}{S_0 \cdot V_0} \cdot 100 \% \quad (\text{Б.3})$$

При $V = V_0$ (скорость потока б/р не меняется за промежуток времени измерений), формула (Б.3) примет вид

$$Q_{0\pm K} = \frac{S_K - S_0}{S_0} \cdot 100 \% \quad \text{или}$$

$$Q_{0\pm K} = \left(\frac{S_K}{S_0} - 1 \right) \cdot 100 \% \quad (\text{Б.4})$$

где S_K – площадь поперечного сечения трубопровода, заполненная жидкостью, после произведенного расхода.

S_0 – площадь поперечного сечения трубопровода, заполненная жидкостью, до произведенного расхода.

Поперечное сечение трубопровода, заполненного б/р, представляет собой сегмент, образованный стенками трубы и поверхностью жидкости, на которой лежит лопатка датчика ДИР (рисунок Б.2).

Площадь поперечного сечения трубопровода, заполненного б/р, определяют как разность площадей сектора и треугольника

$$S = S_{\text{сект}} - S_{\text{тр}}, \quad (\text{Б.5})$$

где площадь сектора определяют по формуле

$$S_{\text{сект}} = \alpha \cdot \frac{R^2}{2}, \quad \text{или в виде: } S_{\text{сект}} = \alpha \cdot \frac{D^2}{8}. \quad (\text{Б.6})$$

Угол α определяют из треугольника, гипотенуза которого равна R или $D/2$, а прилежащий катет угла равен $(R-h)$ или $(\frac{D}{2}-h)$. Получают формулу

$$\frac{\alpha}{2} = \arccos \frac{\frac{D}{2} - h}{\frac{D}{2}}. \quad (\text{Б.7})$$

Преобразуя формулу (Б.7), определяют угол α по формуле

$$\alpha = 2 \cdot \arccos \left(1 - \frac{2h}{D} \right). \quad (\text{Б.8})$$

Подставляя (Б.8) в (Б.6), получают площадь сектора в виде

$$S_{\text{сект}} = \frac{D^2}{4} \cdot \arccos \left(1 - \frac{2h}{D} \right). \quad (\text{Б.9})$$

Определяют половину длины основания треугольника по формуле

$$x = \sqrt{R^2 - (R-h)^2}. \quad (\text{Б.10})$$

Преобразуя (Б.10), получают: $x = \sqrt{h \cdot (D - h)}$.

Площадь треугольника определяют по формуле

$$S_{mp} = \left(\frac{D}{2} - h\right) \cdot \sqrt{h \cdot (D - h)}. \quad (\text{Б.11})$$

Подставив (Б.9) и (Б.11) в (Б.5), определяют площадь сегмента по формуле

$$S = \left(\frac{D^2}{4} \cdot \arccos 1 - \frac{2h}{D}\right) - \left(\frac{D}{2} - h\right) \cdot \sqrt{h \cdot (D - h)}. \quad (\text{Б.12})$$

Датчик ДИР устанавливают в трубу растворопровода, внутренний диаметр которой заранее известен с относительной погрешностью не больше 1 %.

В электронную память модуля канала измерения изменения расхода при тарировке датчика заложена таблица, устанавливающая зависимость высоты подъема лопатки (код положения лопатки) от расчетной площади сегмента.

Высоту подъема лопатки измеряют штангенрейсмасом с погрешностью измерений 0,05 мм.

Расчетные формулы погрешности измерений

1) Расчетные формулы погрешности определения площади поперечного сечения трубопровода, заполненного б/р.

Из формулы (Б.12) следует, что площадь сегмента является функцией двух независимых переменных

$$S = f(D; h).$$

Погрешность определения площади поперечного сечения трубопровода зависит от погрешностей измерений D и h .

Следовательно, погрешность определения S вычисляют по формуле

$$\Delta S = \sqrt{\left(\frac{dS(D, h)}{dD}\right)^2 \cdot (\Delta D)^2 + \left(\frac{dS(D, h)}{dh}\right)^2 \cdot (\Delta h)^2} \quad (\text{Б.13})$$

Находят частные производные функции $S = f(D; h)$, имеющей вид (Б.12)

$$\frac{dS(D, h)}{dD}, \text{ при } h = \text{const}, \text{ и } \frac{dS(D, h)}{dh}, \text{ при } D = \text{const}.$$

Получают
$$\frac{dS(D, h)}{dD} = \frac{D}{2} \left[\pi - \arccos \left(1 - \frac{2h}{D} \right) - \sqrt{h \cdot (D - h)} \right] \quad (\text{Б.14})$$

$$\frac{dS(D, h)}{dh} = 2\sqrt{h \cdot (D - h)} \quad (\text{Б.15})$$

Подставляя (Б.14) и (Б.15) в (Б.13), получают формулу

$$\Delta S = \sqrt{\frac{D}{2} \left[\left(\pi - \arccos \left(1 - \frac{2h}{D} \right) - \sqrt{h \cdot (D - h)} \right) \cdot (\Delta D) \right]^2 + \left(2\sqrt{h \cdot (D - h)} \cdot \Delta h \right)^2} \quad (\text{Б.16})$$

2) Расчетные формулы погрешности определения изменения расхода б/р.

Из формулы (Б.3) следует, что при $V=\text{const}$ изменение расхода является функцией, зависящей от S_0 и S_K

$$Q_{0\pm K} = f(S_0, S_K).$$

Погрешность определения изменений расхода б/р $Q_{0\pm K}$ зависит от погрешности определения S_0 и S_K .

Следовательно, погрешность определения изменений расхода вычисляют по формуле

$$\Delta Q_{0\pm K} = \sqrt{\left(\frac{dQ(S_0; S_K)}{dS_K}\right)^2 \cdot (\Delta S_K)^2 + \left(\frac{dQ(S_0; S_K)}{dS_0}\right)^2 \cdot (\Delta S_0)^2} \quad (\text{Б.17})$$

Продифференцировав функцию (Б.4), по S_0 при $S_K = \text{const}$ и по S_K при $S_0 = \text{const}$, получают

$$\frac{dQ_K(S_0; S_K)}{dS_K} = \frac{100}{S_0} \quad (\text{Б.18})$$

$$\frac{dQ_K(S_0; S_K)}{dS_0} = -\frac{100 \cdot S_K}{S_0^2} \quad (\text{Б.19})$$

Подставив (Б.18) и (Б.19) в (Б.17), и проведя математическую обработку, получают формулу

$$\Delta Q_{0\pm K} = \frac{100 \cdot \sqrt{(S_0 \cdot \Delta S_K)^2 + (S_K \cdot \Delta S_0)^2}}{S_0^2} \% \quad (\text{Б.20})$$

Приложение В
(обязательное)
Градуировка канала измерения «Положение талевого блока»

В контроллер модуля канала помещают данные о высоте талевого блока, зависящей от параметров талевой системы, и от количества оборотов барабана буровой лебедки.

При определении данных, необходимых для градуировки канала, учитывают следующее:

- первый слой с барабана буровой лебедки никогда не сматывают, с целью защиты его от истирания,

- три витка первого слоя являются страховочными ($n_c=3$).

В.1 Определяют параметры талевого каната, намотанного на барабан талевой системы:

а) длину одного витка каната на барабане вычисляют по формуле

$$L_{\sigma} = \pi [D_{\sigma} + D_m + (\kappa - 1) \times D_{\sigma} \times 2 \times D_m], \quad (B.1)$$

где D_{σ}^* – диаметр бочки барабана,
 D_m^* – диаметр талевого каната,
 κ – номер слоя каната на барабане;

б) длину одного слоя каната на барабане вычисляют по формуле

$$L_c = L_{\sigma} \times \frac{\pi [D_{\sigma} + D_m + (\kappa - 1) \times D_{\sigma} \times 2 \times D_m]}{D_m}, \quad (B.2)$$

где L_{σ}^* – длина бочки барабана.

В.2 Количество витков каната в каждом слое вычисляют по формуле

$$n = \frac{L_{\sigma}}{D_m}; \quad (B.3)$$

для последнего слоя количество витков каната зависит от максимальной высоты талевого блока.

В.3 Высоту подъема талевого блока с учетом оснастки талевой системы вычисляют

а) для первого слоя по формуле

$$H_1 = \frac{(L_{c2} - L_{\sigma 2} \times n_c)}{K_m}, \quad (B.4)$$

где: L_{c2} – длина 2-го слоя каната, мм,
 $L_{\sigma 2}$ – длина одного витка 2-го слоя каната, мм
 n_c – количество страховочных витков,
 K_m^* – кратность оснастки талевой системы.

б) для последующих слоев по формуле

$$H_n = \frac{L_{c(n+1)}}{K_m} + H(n-1). \quad (B.5)$$

* параметры талевой оснастки определяют по техническим требованиям заказчика

В.4 Погрешности измерений при градуировке канала измерения
«Положение талевого блока»

В.4.1) Для определения длины одного витка используют формулу

$$L_{\sigma} = \pi [D_{\sigma} + D_m + (\kappa - 1) \times 2 \times D_m], \quad (\text{B.6})$$

где D_{σ} и D_m измеренные параметры:

D_{σ} – диаметр бочки барабана;

D_m – диаметр талевого каната.

Следовательно, $L_{\sigma}(D_{\sigma}; D_m) = \pi [D_{\sigma} + D_m + (\kappa - 1) \times 2 \times D_m].$ (B.7)

Погрешность определения длины витка вычисляют по формуле

$$\Delta_{L_{\sigma}} = \sqrt{\left(\frac{dL_{\sigma}(D_{\sigma}; D_m)}{dD_{\sigma}}\right)^2 \cdot (\Delta D_{\sigma})^2 + \left(\frac{dL_{\sigma}(D_{\sigma}; D_m)}{dD_m}\right)^2 \cdot (\Delta D_m)^2} \quad (\text{B.8})$$

Находят* производные (1) по D_{σ} при $D_m = \text{const}$ и по D_m при $D_{\sigma} = \text{const}$

$$\frac{dL_{\sigma}(D_{\sigma}; D_m)}{dD_{\sigma}} = \pi, \quad (\text{Г.9})$$

$$\frac{dL_{\sigma}(D_{\sigma}; D_m)}{dD_m} = \pi \cdot [1 + 2 \cdot (\kappa - 1)]. \quad (\text{B.10})$$

Подставляют (Г.9) и (Г.10) в (Г.8).

$$\Delta_{L_{\sigma}} = \sqrt{(\pi)^2 \cdot (\Delta D_{\sigma})^2 + (\pi \cdot [1 + 2 \cdot (\kappa - 1)])^2 \cdot (\Delta D_m)^2}$$

или в виде: $\Delta_{L_{\sigma}} = \pi \sqrt{(\Delta D_{\sigma})^2 + (1 + 2 \cdot (\kappa - 1))^2 \cdot (\Delta D_m)^2}.$ (B.11)

В.4.2) Длину одного слоя каната на барабане вычисляют по формуле

$$L_c = L_{\sigma} \times \frac{\pi [D_{\sigma} + D_m + (\kappa - 1) \times 2 \times D_m]}{D_m} \quad (\text{B.12})$$

где L_{σ} – длина бочки барабана.

Вычисляют погрешность длины одного слоя

$$\Delta_{L_c} = \sqrt{\left(\frac{dL_c(D_{\sigma}; D_m; L_{\sigma})}{dD_{\sigma}}\right)^2 \cdot (\Delta D_{\sigma})^2 + \left(\frac{dL_c(D_{\sigma}; D_m; L_{\sigma})}{dD_m}\right)^2 \cdot (\Delta D_m)^2 + \left(\frac{dL_c(D_{\sigma}; D_m; L_{\sigma})}{dL_{\sigma}}\right)^2 \cdot (\Delta L_{\sigma})^2} \quad (\text{B.13})$$

Находят производные (5) по D_{σ} при $D_m = \text{const}$, $L_{\sigma} = \text{const}$, по D_m при $D_{\sigma} = \text{const}$, $L_{\sigma} = \text{const}$, и по L_{σ} при $D_{\sigma} = \text{const}$, $D_m = \text{const}$.

Получают формулы

$$\frac{dL_c(D_{\sigma}; D_m; L_{\sigma})}{dD_{\sigma}} = \frac{\pi \cdot L_{\sigma}}{D_m}, \quad (\text{B.14})$$

$$\frac{dL_c(D_{\sigma}; D_m; L_{\sigma})}{dD_m} = -\pi \cdot L_{\sigma} \cdot \frac{D_{\sigma}}{D_m^2}, \quad (\text{B.15})$$

$$\frac{dL_c(D_{\sigma}; D_m; L_{\sigma})}{dL_{\sigma}} = \frac{\pi \cdot [D_{\sigma} + D_m + 2 \cdot (\kappa - 1) \cdot D_m]}{D_m}. \quad (\text{B.16})$$

Подставляют (B.8), (B.9), (B.10) в (B.7), получают формулу

$$\Delta_{L_c} = \sqrt{\left(\frac{\pi \cdot L_{\sigma}}{D_m}\right)^2 \cdot (\Delta D_{\sigma})^2 + \left(-\pi \cdot L_{\sigma} \cdot \frac{D_{\sigma}}{D_m^2}\right)^2 \cdot (\Delta D_m)^2 + \left(\frac{\pi \cdot [D_{\sigma} + D_m + 2 \cdot (\kappa - 1) \cdot D_m]}{D_m}\right)^2 \cdot (\Delta L_{\sigma})^2}$$

* для нахождения производных пользуются программой Mat CAD

или в виде

$$\Delta_{Lc} = \pi \cdot \sqrt{\left(\frac{L_6}{D_m}\right)^2 \cdot (\Delta D_6)^2 + \left(L_6 \cdot \frac{D_6}{D_m^2}\right)^2 \cdot (\Delta D_m)^2 + \left(\frac{[D_6 + D_m + 2 \cdot (k-1) \cdot D_m]}{D_m}\right)^2 \cdot (\Delta L_6)^2} \quad (B.17)$$

В.4.3) количество витков каната в слое определяют по формуле

$$n = \frac{L_6}{D_m}. \quad (B.18)$$

Вычисляют погрешность количества витков в слое по формуле

$$\Delta_n = \sqrt{\left(\frac{dn(L_6; D_m)}{dD_m}\right)^2 \cdot (\Delta D_m)^2 + \left(\frac{dn(L_6; D_m)}{dL_6}\right)^2 \cdot (\Delta L_6)^2}. \quad (B.19)$$

Находят производные (12) по D_m при $L_6 = const$, и по L_6 при $D_m = const$.

Получают формулы

$$\frac{dn(L_6; D_m)}{dD_m} = \frac{-L_6}{D_m^2}, \quad (B.20)$$

$$\frac{dn(L_6; D_m)}{dL_6} = \frac{1}{D_m}. \quad (B.21)$$

Подставляют (B.14) и (B.15) в (B.13), получают

$$\Delta_n = \sqrt{\left(\frac{-L_6}{D_m^2}\right)^2 \cdot (\Delta D_m)^2 + \left(\frac{1}{D_m}\right)^2 \cdot (\Delta L_6)^2}, \quad \text{или} \quad (B.22)$$

$$\Delta_n = \frac{1}{D_m} \sqrt{\left(\frac{L_6}{D_m} \cdot \Delta D_m\right)^2 + (\Delta L_6)^2},$$

В.4.4 Высоту подъема (спуска) талевого блока с учетом оснастки талевой системы вычисляют по формуле

а) для первого слоя

$$H1 = \frac{(L_{c2} - L_{62} \times n_c)}{K_m}, \quad (B.23)$$

где L_{c2} - длина 2-го слоя каната, мм,

L_{62} - длина одного витка 2-го слоя каната, мм

n_c - количество страховочных витков,

K_m - кратность оснастки талевой системы.

б) для последующих слоев

$$Hn = \frac{L_{c(n+1)}}{K_m} + H(n-1), \quad (B.24)$$

k - номер слоя каната на барабане.

Погрешности высоты подъема (спуска) талевого блока вычисляют по формуле

а) для первого слоя

$$\Delta_{H1} = \sqrt{\left(\frac{dH_1(L_{c2}; L_{62})}{dL_{c2}}\right)^2 \cdot (\Delta L_{c2})^2 + \left(\frac{dH_1(L_{c2}; L_{62})}{dL_{62}}\right)^2 \cdot (\Delta L_{62})^2}. \quad (B.25)$$

Находят производные (17) по L_{c2} при $L_{62} = const$, и по L_{62} при $L_{c2} = const$.

Получают формулы

$$\frac{dH_1(L_{c2}; L_{e2})}{dL_{c2}} = \frac{1}{K_m}, \quad (\text{B.26})$$

$$\frac{dH_1(L_{c2}; L_{e2})}{dL_{e2}} = \frac{-n_c}{K_m}. \quad (\text{B.27})$$

Подставляют (B.20) и (B.21) в (B.19), получают

$$\Delta_{H1} = \sqrt{\left(\frac{1}{K_m}\right)^2 \cdot (\Delta L_{c2})^2 + \left(\frac{-n_c}{K_m}\right)^2 \cdot (\Delta L_{e2})^2} \quad \text{или}$$

$$\Delta_{H1} = \frac{1}{K_m} \sqrt{(\Delta L_{c2})^2 + (n_c \cdot \Delta L_{e2})^2}. \quad (\text{B.28})$$

б) для последующих слоев

$$\Delta_{Hn} = \sqrt{\left(\frac{dH_n(L_{c(n+1)}; H_{(n-1)})}{dL_{c(n+1)}}\right)^2 \cdot (\Delta L_{c(n+1)})^2 + \left(\frac{dH_n(L_{c(n+1)}; H_{(n-1)})}{dH_{(n-1)}}\right)^2 \cdot (\Delta H_{(n-1)})^2}. \quad (\text{B.29})$$

Находят производные (B.18) по $L_{c(n+1)}$ при $H_{(n-1)} = \text{const}$, и по $H_{(n-1)}$ при $L_{c(n+1)} = \text{const}$.

Получают формулы

$$\frac{dH_n(L_{c(n+1)}; H_{(n-1)})}{dL_{c(n+1)}} = \frac{1}{K_m}, \quad (\text{B.30})$$

$$\frac{dH_n(L_{c(n+1)}; H_{(n-1)})}{dH_{(n-1)}} = 1. \quad (\text{B.31})$$

Подставляют (B.24) и (B.25) в (B.23), получают

$$\Delta_{Hn} = \sqrt{\left(\frac{1}{K_m}\right)^2 \cdot (\Delta L_{c(n+1)})^2 + (\Delta H_{(n-1)})^2}. \quad (\text{B.32})$$

Приложение Г
(обязательное)
Градуировка канала измерения «Момент на ключе»

В контроллере модуля канала измерения заложена функциональная зависимость крутящего момента, который создает сила натяжения каната ключа, воздействующее на ключ, от значения силы и длины плеча

$$M_{кр} = F \times L_{к} \quad (\text{Г.1})$$

где F – значение силы натяжения каната ключа, кН·м,
 $L_{к}^*$ – длина ключа, м.

Значение длины плеча, которое используют при градуировке, должно быть измерено с погрешностью $\Delta L_{к}$ не больше, чем 5 мм.

Значения силы, используемые при градуировке, измеряют с относительной погрешностью δF не больше, чем 0,25 %.

(Исключен. Изм. №1)

* информацию о длине ключа предоставляет Заказчик

**Приложение Д
(справочное)
Перечень эксплуатационных документов**

Т а б л и ц а Д.1

Наименование документа	Обозначение
Комплекс средств наземного контроля и управления процессом бурения «ТМ КУБ». Руководство по эксплуатации.	ГТША 2.701.001 РЭ
Концентратор. Руководство по эксплуатации	ГТША 2.131.001 РЭ
Датчик давления ДД. Руководство по эксплуатации	ГТША 5.183.004 РЭ
Датчик изменения расхода бурового раствора на выходе ДИР1. Руководство по эксплуатации	ГТША 5.178.006 РЭ
Датчик натяжения талевого каната ДНК-3. Руководство по эксплуатации	ГТША 5.178.005 РЭ
Датчик натяжения талевого каната ДНК-3.1. Руководство по эксплуатации	ГТША 5.178.029 РЭ
Датчик оборотов (ДО). Руководство по эксплуатации	ГТША 5.178.003 РЭ
Датчик плотности бурового раствора ДП. Руководство по эксплуатации	ГТША 5.184.001 РЭ
Датчик уровня бурового раствора ДУ. Руководство по эксплуатации	ГТША 5.183.003 РЭ
Модуль м002 . Руководство по эксплуатации	ГТША 5.103.002 РЭ
Модуль м017. Руководство по эксплуатации	ГТША 5.121.017 РЭ
Модуль м019. Руководство по эксплуатации	ГТША 5.121.019 РЭ
Модуль м021. Руководство по эксплуатации	ГТША 5.121.021 РЭ
Преобразователь тензометрический ПТ. Руководство по эксплуатации	ГТША 5.121.007 РЭ
Преобразователь тензометрический цифровой ПТЦ. Руководство по эксплуатации	ГТША 5.121.015 РЭ
Преобразователь аналог-код ПАК-1. Руководство по эксплуатации	ГТША 3.036.001 РЭ
Преобразователь аналог-код ПАК-2. Руководство по эксплуатации	ГТША 3.036.002 РЭ
Разрывная машина «РМ». Паспорт	ГТША 2.799.001 ПС
Стенд калибровки канала измерения «Положения талевого блока «СКИПТБ». Паспорт	ГТША 2.777.001 ПС
Стенд калибровки канала измерения «Давления бурового раствора «СКИД». Руководство по эксплуатации	ГТША 4.137.003 РЭ
Стенд калибровки канала измерения «Уровня бурового раствора в емкости «СКИУ». Паспорт	ГТША 4.137.002 ПС
Стенд калибровки канала измерения «Изменения расхода бурового раствора «СКИИРБР». Паспорт	ГТША 5.184.005 ПС
Устройство опроса датчиков по последовательному каналу КВАДРАТ. Руководство по эксплуатации	ГТША 3.048.001 РЭ

Приложение Е
(рекомендуемое)
Устройство опроса датчиков по последовательному каналу КВАДРАТ.
Методика проверки

Настоящая методика распространяется на Устройство опроса по последовательному каналу КВАДРАТ ГТЩА 3.048.001 (далее - КВАДРАТ), предназначенное для тестирования и контроля цифровых информационных каналов комплекса.

Е.1 Операции проверки

При проведении проверки выполняют операции, указанные в таблице Е.1.

Т а б л и ц а Е.1

Наименование операции	Номер пункта методики
Внешний осмотр	Е.5.1
Опробование	Е.5.2
Проверка технических характеристик	Е.6

Е.2 Средства проверки

При проведении проверки применяют средства проверки, приведенные в таблице Е.2.

Т а б л и ц а Е.2

Наименование и тип основного или вспомогательного средства проверки	Обозначение нормативного документа, устанавливающего технические требования и (или) основные технические характеристики средства проверки
Концентратор	ГТЩА 2.131.001 РЭ
Формирователь кодовых вставок ФКУ	ГТЩА 5.140.001 РЭ

Примечание - Допускается применять другие средства проверки, обеспечивающие проверку соответствующих характеристик

Е.3 Требования безопасности

При проведении проверки соблюдают требования безопасности, указанные в ГТЩА 2.701.001 РЭ и разделе 8 ГТЩА 3.048.001 РЭ.

Е.4 Подготовка к проверке

Перед проведением проверки проводят подготовительные работы по размещению КВАДРАТА и средств проверки в соответствии с 9.1 ГТЩА 3.048.001 РЭ.

Е.5 Проведение проверки

Е.5.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре устанавливают:

- соответствие комплектности ГТЩА 3.048.001 РЭ;
- отсутствие повреждений и дефектов, ухудшающих внешний вид КВАДРАТА и препятствующих его применению.

Е.5.2 Опробование

Опробование КВАДРАТА проводят, подав напряжение питания на концентратор и КВАДРАТ в соответствии с 9.2 ГТЩА 3.048.001 РЭ.

На КВАДРАТЕ должны зажечься индикаторы адреса и данных.

Нажимая поочередно кнопки А и D, убеждаются, что в левом знакоместе появляются буквы А и d.

Выключают напряжение питания концентратора и КВАДРАТа.

Е.6 Проверка технических характеристик

Е.6.1 Характеристики Квадрата проверяют путем сличения показаний Квадрата с заданными на ФКУ значениями чисел по заданным на ФКУ адресам.

Е.6.2 Собирают схему в соответствии с рисунком 1, подают напряжение питания на концентратор и КВАДРАТ.

Е.6.3 Задают адрес №1 переключателями АДРЕСА на ФКУ, выставляют все нули переключателями ДАННЫХ на ФКУ. На КВАДРАТЕ в соответствии с 5 ГТША 3.048.001 РЭ выставляют также адрес №1, на индикаторах КВАДРАТА должны также появиться все нули.

Е.6.4 Проводят проверку показаний индикаторов КВАДРАТА по Е.6.3 при выставленных значениях ДАННЫХ ФКУ: все 1, все 2.... все 9.

Индикаторы КВАДРАТА должны показывать те же значения чисел, что и выставленные на переключателях ДАННЫХ ФКУ.

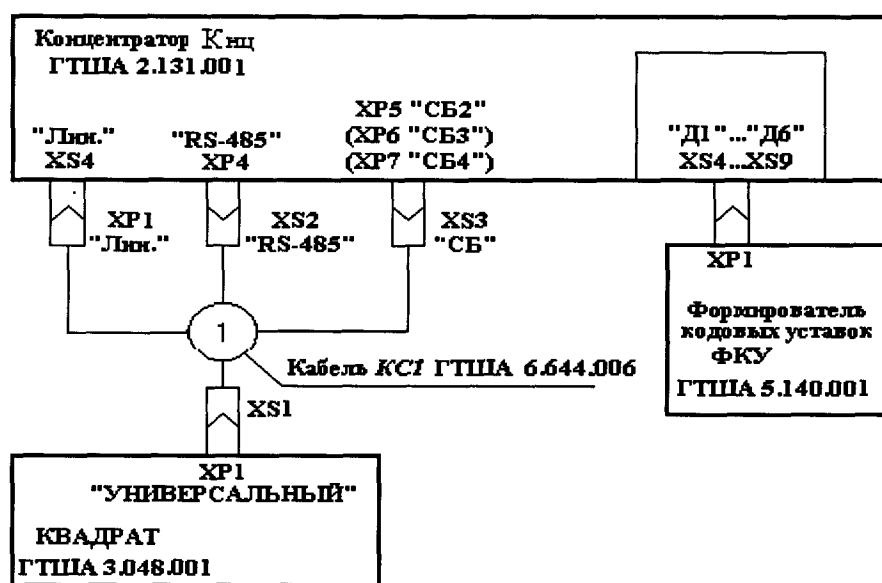


Рисунок Е.1 – Схема проверки Устройства КВАДРАТ

Е.6.5 Проводят проверку соответствия адреса КВАДРАТА адресу, заданному переключателями АДРЕСА на ФКУ по Е.6.3 при выставленных любых значениях ДАННЫХ ФКУ, значения ДАННЫХ ФКУ не изменяют. Переключая номер адреса ФКУ от 1 до 31, проверяют показания индикаторов КВАДРАТА на тех же адресах, что и на ФКУ.

Е.6.6 Результаты проверки устройства КВАДРАТ считают положительными, если номера адреса его совпадают с номером адреса ФКУ, индикаторы КВАДРАТА показывают те же числа, что заданы переключателями ДАННЫХ ФКУ.