

**ЦИФРОВОЙ ИНКЛИНОМЕТР**

**ZET 7054, ZET 7154**

**РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

**ЭТМС.421425.001-54 РЭ**

## СОДЕРЖАНИЕ

1 НАЗНАЧЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ .....	3
1.1 Введение .....	3
1.2 Назначение инклинометров.....	4
1.3 Условия эксплуатации .....	4
1.4 Технические характеристики .....	5
1.5 Комплектация .....	6
2 ВНЕШНИЙ ВИД, МАРКИРОВКА КОНТАКТОВ И СХЕМА ПОДКЛЮЧЕНИЯ .....	7
2.1 Внешний вид инклинометров промышленного исполнения .....	7
2.2 Внешний вид инклинометров взрывозащищённого исполнения.....	8
2.3 Обозначение контактов цифровых инклинометров.....	9
2.4 Способ крепления цифровых инклинометров.....	10
2.5 Схема подключения при построении измерительной цепи .....	11
3 ПОДГОТОВКА К КОНФИГУРИРОВАНИЮ .....	12
3.1 Подключение цифровых инклинометров.....	12
3.2 Программа «Диспетчер устройств».....	12
4 КОНФИГУРИРОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ИНКЛИНОМЕТРОВ.....	13
4.1 Конфигурирование интерфейсной части цифровых инклинометров .....	13
4.2 Назначение и состав вкладок для конфигурирования измерительной части цифровых инклинометров .....	14
5 КОНТРОЛЬ ЦИФРОВЫХ ИНКЛИНОМЕТРОВ .....	20
5.1 Проверка контрольной суммы .....	20
5.2 Непрерывный контроль .....	21
5.3 Метрологический самоконтроль инклинометров .....	22

# **1 Назначение и технические характеристики**

## **1.1 Введение**

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для изучения устройства и принципа действия цифровых инклинометров ZET 7x54 (далее по тексту инклинометры), содержит общие правила работы инклинометров, а также указания по установке, пуску и обслуживанию.

К работе с инклинометрами допускаются лица, изучившие настоящее руководство по эксплуатации и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

Распаковывание, установку, пуск, подготовку к работе может производить как пользователь, так и представитель организации, осуществляющей сервисное техническое обслуживание в рамках договора, заключенного при покупке инклинометра.

Предприятие-изготовитель оставляет за собой право вносить в конструкцию и схему инклинометров незначительные изменения, не влияющие на технические характеристики, без коррекции эксплуатационно-технической документации.

На всех этапах эксплуатации инклинометров необходимо руководствоваться настоящей инструкцией и документами, поставляемыми с инклинометрами.

## 1.2 Назначение инклинометров

Инклинометры предназначены для измерения (по двум взаимно ортогональным осям X и Y) угла наклона сооружений, конструкций, либо контролируемых элементов конструкций.

Наиболее популярными областями применения инклинометров являются:

1. Обеспечение стабильности положения, выравнивания платформ;
2. Контроль параметров положения и движения объекта измерения;
3. Сигнализация о тревоге, в случае критичного изменения положения объекта;
4. Охранные системы безопасности;
5. Навигация.

Инклинометры могут применяться автономно или в составе распределенной измерительной сети для измерения угла наклона, как на производстве, так и в жилых и общественных зданиях. Инклинометры легко устанавливаются на объекте испытаний, не требуя подключения внешних первичных преобразователей.

## 1.3 Условия эксплуатации

Инклинометры имеют промышленное исполнение и предназначены для эксплуатации в жестких условиях. Это позволяет применять их в неблагоприятных условиях окружающей среды, выдерживая большие механические нагрузки и вибрации. Инклинометры, имеющие на боковой поверхности корпуса маркировку *0ExiaIICT6X* допускаются к применению во взрывоопасных зонах.

Условия эксплуатации инклинометров ZET 7x54 представлены в *Табл. 1.1*.

*Табл. 1.1 Условия эксплуатации ZET 7x54*

Параметр	Промышленное исполнение
Температура окружающего воздуха, °С	-40...80
Относительная влажность воздуха, %	Не более 98 <sup>1</sup>
Атмосферное давление, мм. рт. ст.	495-800

---

<sup>1</sup> при температуре воздуха 35 °С.

#### 1.4 Технические характеристики

Основные технические характеристики инклинометров приведены в *Табл. 1.2*

*Табл. 1.2 Технические характеристики ZET 7x54*

Параметр	Значение	
	ZET 7054	ZET 7154
Измеряемая физическая величина	Угол наклона	
Количество осей измерения	2 (X и Y)	
Диапазон измерения, °	От -15 до +15	
Тип первичного преобразователя	Встроенный емкостной датчик	
Частота обновления данных, Гц	1	
Интерфейс передачи данных	RS-485	CAN 2.0
Диапазон напряжения питания, В	9...24	
Потребляемая мощность, Вт	0,5	
Степень защиты		
- промышленное исполнение:	IP65	
- взрывозащищенное исполнение:	IP67	
Габаритные размеры, мм		
- промышленное исполнение:	98x105x28	
- взрывозащищенное исполнение:	180x120x77	
Масса, г		
- промышленное исполнение:	300	
- взрывозащищенное исполнение:	1400	

Основные метрологические характеристики инклинометров приведены в *Табл. 1.3*.

*Табл. 1.3 Метрологические характеристики ZET 7x54*

Параметр	Значение	
	ZET 7054	ZET 7154
Пределы допускаемой основной абсолютной измерений угла наклона, °	$\pm (0,045^\circ + 0,045 \times \varphi)$ , где $\varphi$ – измеренное значение угла наклона	
Погрешность установки «нуля», °	$\pm 0,045$	
Собственный дрейф «нуля» за 100 часов, относительно диапазона измерений угла наклона при нормальных условиях, не более, °	$\pm 0,045$	
Пределы допускаемой дополнительной погрешности, вызванной изменением температуры на 10°C, °	$\pm 0,05$	

## 1.5 Комплектация

Комплект поставки цифровых инклинометров соответствует *Табл. 1.4.*

*Табл. 1.4 Комплект поставки ZET 7x54*

Поз.	Наименование	Количество
1	Инклинометр ZET 7x54	1 шт.
2	Регулировочная площадка для ZET 7x54	1 шт.
3	Разъем на кабель FQ14-4TJ-7	2 шт.
4	CD диск с программным обеспечением ZETLAB SENSOR	1 шт.
5	Паспорт	1 экз.
6	Руководство по эксплуатации <sup>2</sup>	1 экз.

---

<sup>2</sup> допускается укомплектовывать одним экземпляром партию

## 2 Внешний вид, маркировка контактов и схема подключения

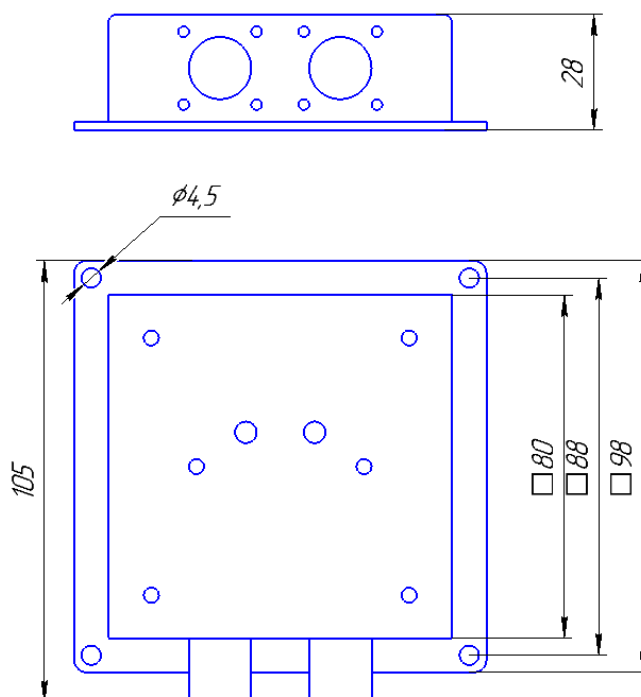
### 2.1 Внешний вид инклинометров промышленного исполнения

Внешний вид инклинометров промышленного исполнения приведен на *Рис. 2.1*.



*Рис. 2.1 Внешний вид цифрового инклинометра в промышленном исполнении*

Габаритные и присоединительные размеры инклинометров промышленного исполнения приведены на *Рис. 2.2*.



*Рис. 2.2 Присоединительные размеры цифровых инклинометров*

Четыре отверстия диаметром 4,5 мм, расположенные по углам корпуса инклинометра, предназначены для крепления инклинометра на регулировочной площадке либо непосредственно на поверхности контролируемого объекта.

## 2.2 Внешний вид инклинометров взрывозащищённого исполнения

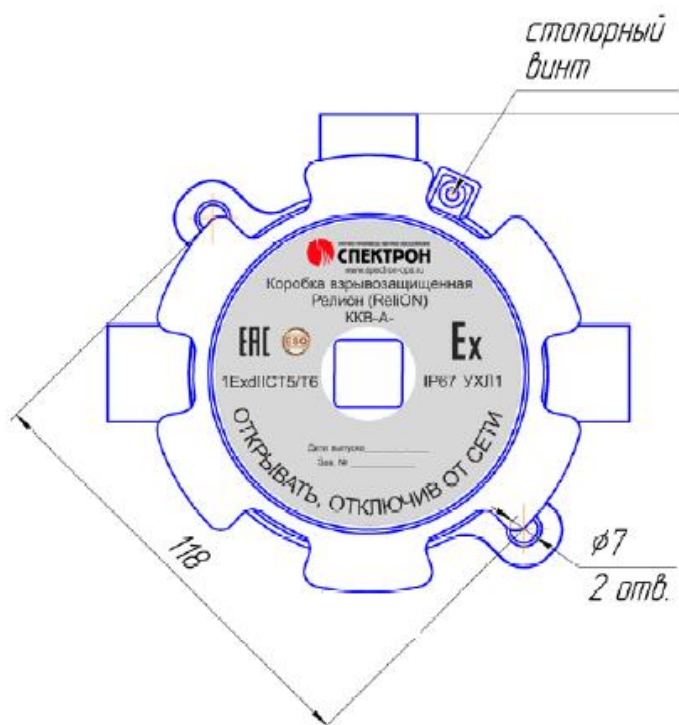
Вариант исполнения инклинометра во взрывозащищенном (1ExdIICT5/T6) корпусе ККВ-А-П.

Внешний вид цифрового инклинометра, выполненного во взрывозащищенном корпусе представлен на *Рис. 2.3*.



*Рис. 2.3 Внешний вид цифрового инклинометра в взрывозащищенном исполнении*

Присоединительные размеры цифрового инклинометра, выполненного во взрывозащищенном корпусе представлен на *Рис. 2.4*.



*Рис. 2.4 Присоединительные размеры инклинометра в взрывозащищенном исполнении*



### 2.3 Обозначение контактов цифровых инклинометров

Инклинометры имеют два 4-контактных разъёма FQ14-4ZK-S для подключения к измерительной линии.

На *Рис. 2.5* отображено обозначение контактов разъемов FQ14-4ZK-S. Оба разъема цифрового инклинометра полностью идентичны и предназначены для подключения инклинометра (в зависимости от варианта исполнения) в состав измерительной линии на базе интерфейсов RS-485, либо CAN.



Номер контакта	Подключение к измерительной сети	
	ZET 7054	ZET 7154
1	9...24 В	
2	RS-485 линия В или «DATA-»	CAN 2.0 линия «Н»
3	RS-485 линия А или «DATA+»	CAN 2.0 линия «L»
4	GND	

*Рис. 2.5* Обозначение контактов разъема для подключения измерительной сети

Разъемы FQ14-4ZK-S предназначены для включения цифрового инклинометра к соединительным кабелям измерительной линии. К одному из разъемов подключается соединительный кабель измерительной линии со стороны преобразователя интерфейса, а к другому разъему (в случае необходимости) – соединительный кабель с целью продолжения измерительной линии в направлении места расположения следующего инклинометра. Таким образом организуется последовательная структура при подключении инклинометров (соединения типа «звезда» не допускаются) с параллельным включением к электрическим цепям измерительной линии.

## 2.4 Способ крепления цифровых инклинометров

Монтаж инклинометров (корпус для крепления по углам оснащен четырьмя отверстиями диаметром 4,5 мм) может выполняться непосредственно на контролируемую поверхность.

Для обеспечения возможности регулирования инклинометра по азимуту и горизонту установку цифрового инклинометра следует выполнять с использованием регулировочной площадки (Рис. 2.6). Регулировочная площадка по углам имеет четыре отверстия диаметром 5,5 мм для крепления на контролируемую поверхность.

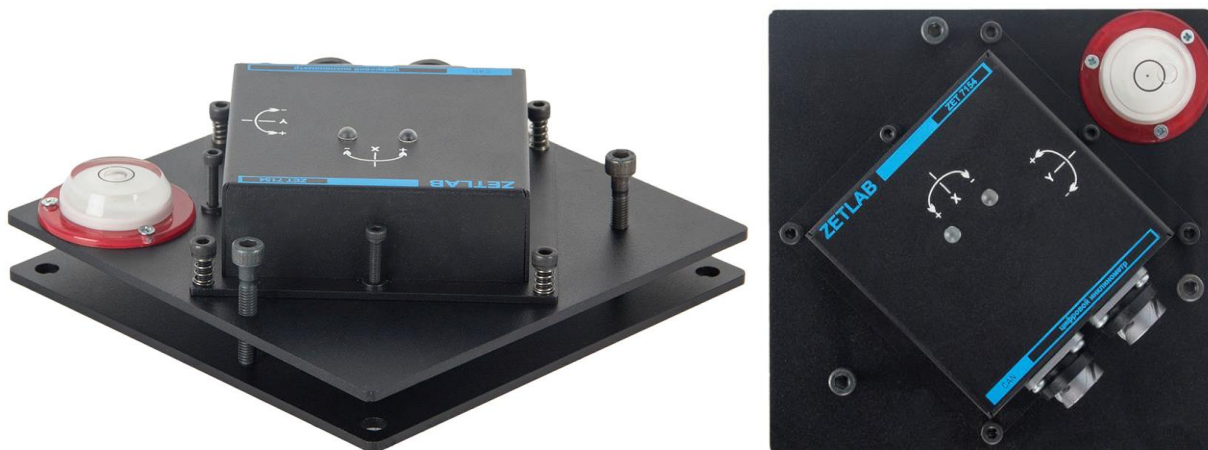


Рис. 2.6 Крепление ZET7x54 при помощи регулировочной площадки

Выбранный диапазон измерения углов для измерительных осей инклинометра обеспечивается только в случае, если нулевые значения для обоих измерительных осей инклинометра соответствует его горизонтальному положению.

Примечание: при установке инклинометра руководствуйтесь направлением измерительных осей, приведенных на его корпусе, для обеспечения необходимой ориентации инклинометра по азимуту.

## 2.5 Схема подключения при построении измерительной цепи

При построении измерительной сети, цифровые датчики ZET 7x54 подключаются последовательно. Образовавшаяся измерительная цепочка из цифровых датчиков, подключается к компьютеру при помощи преобразователя интерфейса (Табл. 3.1).

На Рис. 2.7 представлена измерительная сеть, построенная на базе цифровых датчиков ZET 7154.

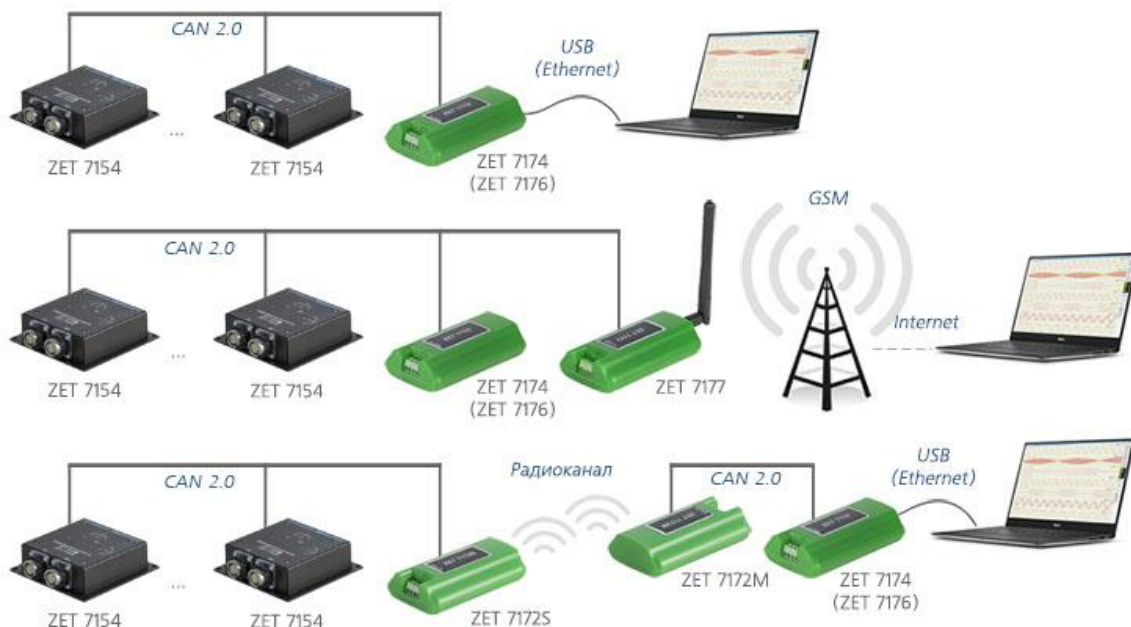


Рис. 2.7 Варианты построения измерительных линий с интерфейсом CAN

На последнем цифровом датчике ZET 7x54, в конце измерительной цепи, необходимо установить заглушку с терминальным сопротивлением 120 Ом. Заглушка устанавливается на свободный (незадействованный) разъем FQ14-4ZK-S последнего в измерительной цепи цифрового датчика ZET 7x54.

### 3 Подготовка к конфигурированию

#### 3.1 Подключение цифровых инклинометров

Перед началом работы с цифровыми датчиками их следует подключить к компьютеру с использованием преобразователей интерфейсов см. Табл. 3.1.

*Примечание:* необходимо чтобы преобразователи интерфейсов были сконфигурированы в режимы, обеспечивающие работу с цифровыми датчиками (см. «Руководство по конфигурированию ZET7070», «Руководство по конфигурированию ZET 7076»).

Табл. 3.1 Подключение ZET 7х54 к преобразователям интерфейса

Тип цифрового датчика	Преобразователь интерфейса	Порт на компьютере
ZET 7054	ZET7070	USB 2.0
	ZET7076	Ethernet
ZET 7154	ZET7174	USB 2.0
	ZET7176	Ethernet

На компьютере, при помощи которого будет производиться конфигурирование цифровых датчиков, должна быть установлена операционная система Windows, а также установлено и запущено программное обеспечение ZETLAB.

#### 3.2 Программа «Диспетчер устройств»

Конфигурирование цифровых датчиков производится в программе «Диспетчер устройств», которая располагается в меню «Сервисные» на панели ZETLAB (Рис. 3.1).

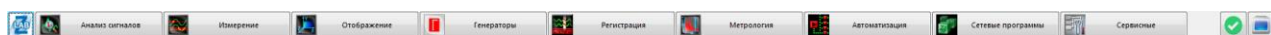


Рис. 3.1 Панель ZETLAB

В левой части окна располагается дерево иерархии устройств, подключенных к ПК. Верхний уровень иерархии составляют преобразователи интерфейса и устройства, подключаемые непосредственно к ПК. Во втором уровне иерархии отображаются цифровые датчики, подключенные к выбранному преобразователю интерфейса.

Если выбран режим подробного отображения, то в правой части окна отображаются основные параметры измерительных каналов в виде таблицы.

Выбор цифрового датчика, подлежащего конфигурированию, осуществляется двойным кликом левой кнопкой мыши по его наименованию. (Для более подробного ознакомления см. «Программное обеспечение ZETLAB. Руководство пользователя»).

Регулирование и настройка инклинометра производится в программе «Диспетчер устройств», которая располагается в меню «Сервисные» на панели ZETLAB.

## **4 Конфигурирование цифровых инклинометров**

*Внимание!* Производитель оставляет за собой право на изменение версии программного обеспечения цифрового датчика. Порядок обновления цифрового датчика до текущей версии программного обеспечения описан в документе «PO\_Сервисная работа с ZET7xxx.pdf», расположенном по директории <https://file.zetlab.com/Document/>.

### **4.1 Конфигурирование интерфейсной части цифровых инклинометров**

Конфигурирование интерфейсной части проводится в соответствии с методикой, приведенной в документе «Конфигурирование интерфейсной части интеллектуальных модулей серии ZET7xxx».

Следует обратить особое внимание, что во вкладках «Информация» в поле «Адрес (node) от 2 до 63», каждого цифрового датчика, должен устанавливаться уникальный адрес устройства в измерительной цепи. Обязательным условием исправной работы измерительной цепи является наличие разных адресов у всех устройств, входящих в состав данной цепи. Адреса устройств следует устанавливать в диапазоне от 3 до 63.

*Примечание:* цифровые датчики ZET 7x54 состоят из двух каналов (по умолчанию они имеют названия: «Ось X», «Ось Y»), соответствующие двум измерительным осям. При установке адресов устройств следует учитывать, что каналы цифровых датчиков ZET 7154 занимают два адреса в измерительной цепи, а каналам цифровых датчиков ZET 7054 присваивается один общий адрес.

## 4.2 Назначение и состав вкладок для конфигурирования измерительной части цифровых инклинометров

Цифровой датчик состоит из двух каналов (по умолчанию они имеют названия: «Ось X», «Ось Y»). Изменения параметров цифрового датчика возможно вносить только во вкладках канала «Ось X». При изменении параметров канала «Ось X», система автоматически вносит соответствующие изменения по всем каналам.

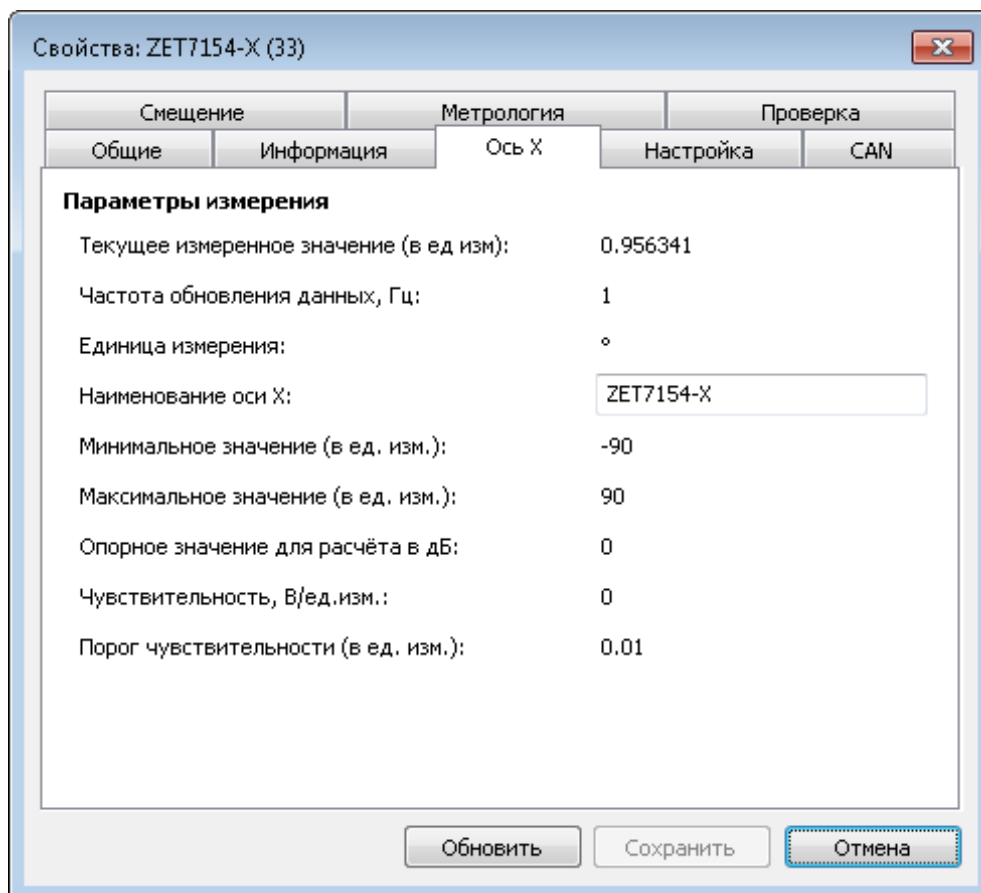
### 4.2.1 Вкладки «Ось X» и «Ось Y»

Цифровой инклинометр ZET7x54 включает в себя два взаимно ортогональных канала X и Y. Вкладки «Ось X» и «Ось Y» содержат информацию о параметрах каналов, приведенных в Табл. 4.1.

Табл. 4.1 Параметры вкладки «Ось X»

Параметр	Возможность изменения	Допустимые значения	Описание
Текущее значение канала (в ед. изм.)	–	В пределах диапазона измерений	Отображает измеренное значение на канале, зафиксированное на момент открытия вкладки
Частота обновления выходного сигнала, Гц	–	–	Определяется значением, выбранным для параметра «Частота преобразования», вкладки «Сенсор»
Единица измерения	–	–	Соответствует текущей единице измерений»
Наименование канала для оси X (либо Y)	Да	Любая последовательность символов (не более 32)	Назначается произвольно. Рекомендуется для первого канала назначать имя с символом «X», а для второго с символом «Y»
Минимальное значение (в ед. изм.)	–	–	В ячейке отображается минимально возможное значение, которое может быть измерено цифровым инклинометром.
Максимальное значение (в ед. изм.)	–	–	В ячейке отображается максимально возможное значение, которое может быть измерено цифровым инклинометром.
Опорное значение для расчета в дБ	–	–	Отображается опорное значение, необходимое для пересчета измеренного значения в дБ
Чувствительность, (в ед. изм.)	–	–	Отображается значение чувствительности (для инклинометром серии ZET 7x54 параметр не актуален)
Порог чувствительности (в ед. изм.)	–	–	Параметр указывает на точность измерений

На *Рис. 4.1* приведен пример вкладки «Ось X».



*Рис. 4.1* Вкладка «Ось X»

#### 4.2.2 Вкладка «Настройка»

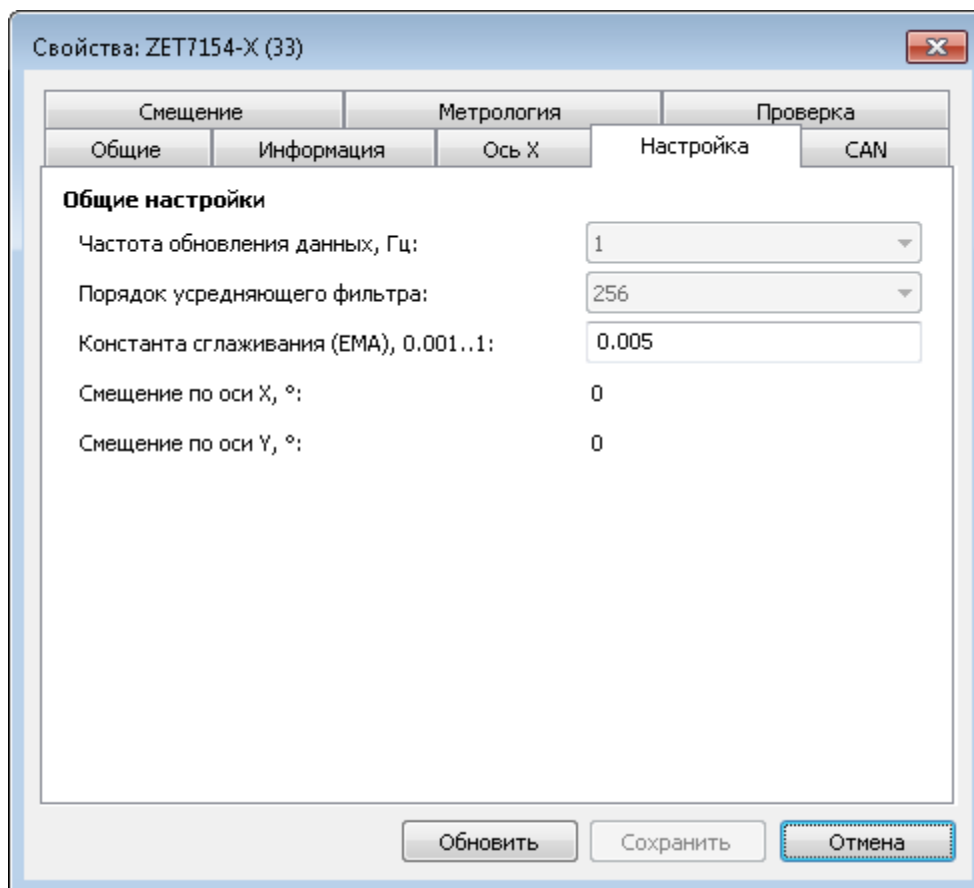
Вкладка «Настройка» содержит информацию о параметрах, приведенных в *Табл. 4.2.*

*Табл. 4.2 Параметры вкладки «Настройка»*

<b>Параметр</b>	<b>Возможность изменения</b>	<b>Допустимые значения</b>	<b>Описание</b>
Частота обновления данных, Гц	Нет	1	Частота, с которой инклинометр регистрирует данные
Порядок усредняющего фильтра	Нет	256	Количество усредненных отсчетов
Константа сглаживания	Да	0.001...1	Коэффициент $\alpha$ для ЕМА фильтра, определяемого формулой: $DMA_t = \alpha * EMA_t + (1-\alpha) * DMA_{t-1}$ Чем меньше значение $\alpha$ , тем больше сглаживание, но тем медленнее реакция на изменение. Для медленных изменений рекомендуется установить значение 0.005, а для быстрых 0.1
Смещение по оси X, °	Нет	-90...90	Текущее смещение «нуля» для осей. Подробнее см. описание вкладки «Смещение»
Смещение по оси Y, °	Нет	-90...90	



На *Рис. 4.2* приведен пример вкладки «Настройка».



*Рис. 4.2* Вкладка «Настройка»

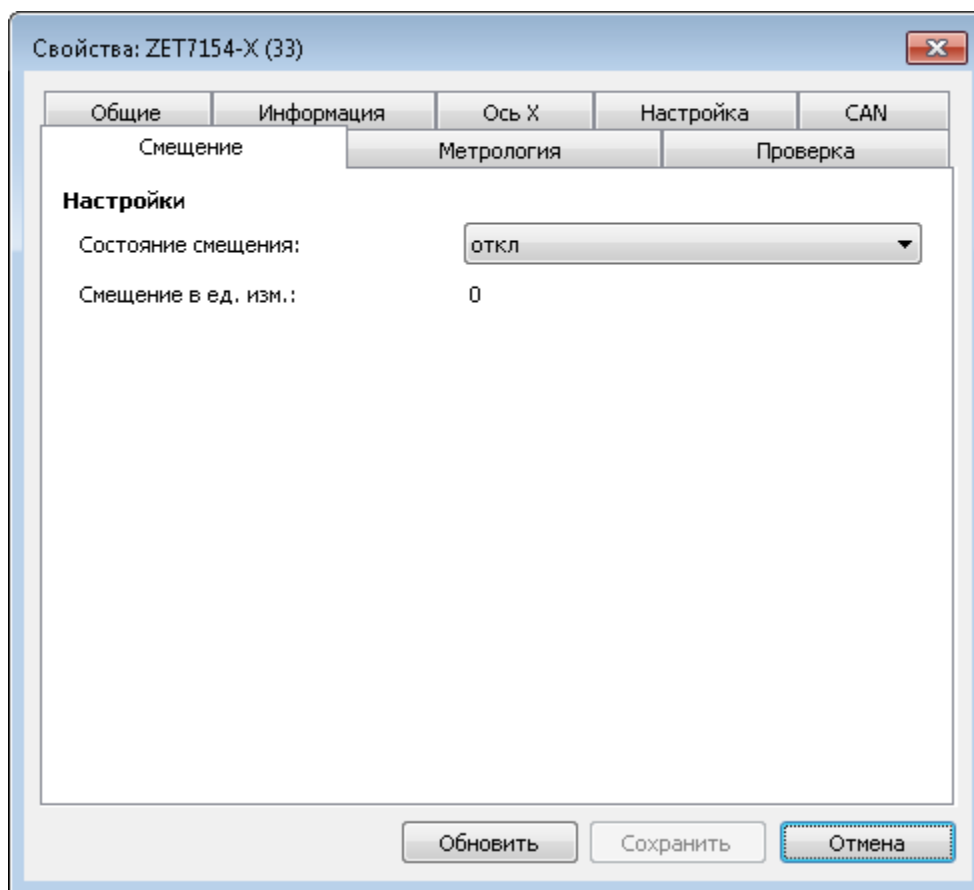
#### 4.2.3 Вкладка «Смещение»

Вкладка «Смещение» содержит информацию о параметрах, приведенных в *Табл. 4.3*.

*Табл. 4.3 Параметры вкладки «Смещение»*

Параметр	Возможность изменения	Допустимые значения	Описание
Смещение	Да	выкл вкл	При включении смещения, текущие показания по X и Y принимаются за нулевые. При этом величина смещения отображается на вкладке «Настройка» в полях «Смещение по оси». При выключении смещения, показания передаются без изменений.
Смещение в ед. изм.	Нет	—	Значение, в которое устанавливаются показания модуля при включении смещения.

На *Рис. 4.3* приведен пример вкладки «Смещение».



*Рис. 4.3 Вкладка «Смещение»*

Пример №1: Цифровой инклинометр устанавливается на контролируемый элемент конструкции, который находится в положении, относительно которого необходимо контролировать измерение его угла наклона. В поле «Смещение» выберите «выкл», сохраните настройки, дождитесь стабилизации показаний цифрового инклинометра (для коэффициента  $\alpha=0.005$  это время составляет около 15 минут, визуально это можно увидеть при помощи программы «Многоканальный осциллограф» из комплекта ПО ZETLab), затем в поле «Смещение» выберите «Вкл.» и вновь сохраните настройки. Цифровой инклинометр начнет регистрировать изменение угла наклона элемента конструкции относительно установленного нулевого значения.

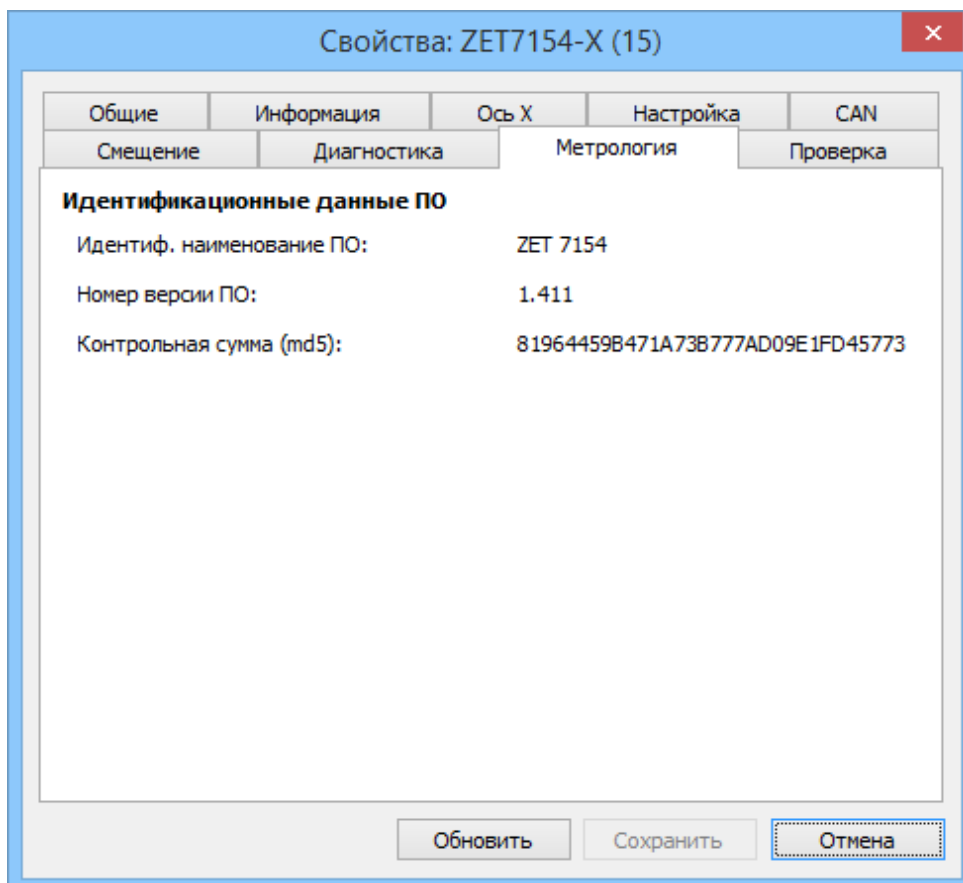
Пример №2: Чтобы измерить абсолютный угол, необходимо установить цифровой инклинометр на ровную горизонтальную поверхность, выполнить действия для учета смещения (см. пример №1), затем перенести цифровой инклинометр на измеряемую поверхность и измерить угол.

## 5 Контроль цифровых инклинометров

### 5.1 Проверка контрольной суммы

На вкладке «Метрология» отображается цифровой идентификатор программного обеспечения. Поле «Цифровой идентификатор» должно иметь значение «81964459B471A73B777AD09E1FD45773».

На *Рис. 5.1* приведен пример вкладки «Метрология».



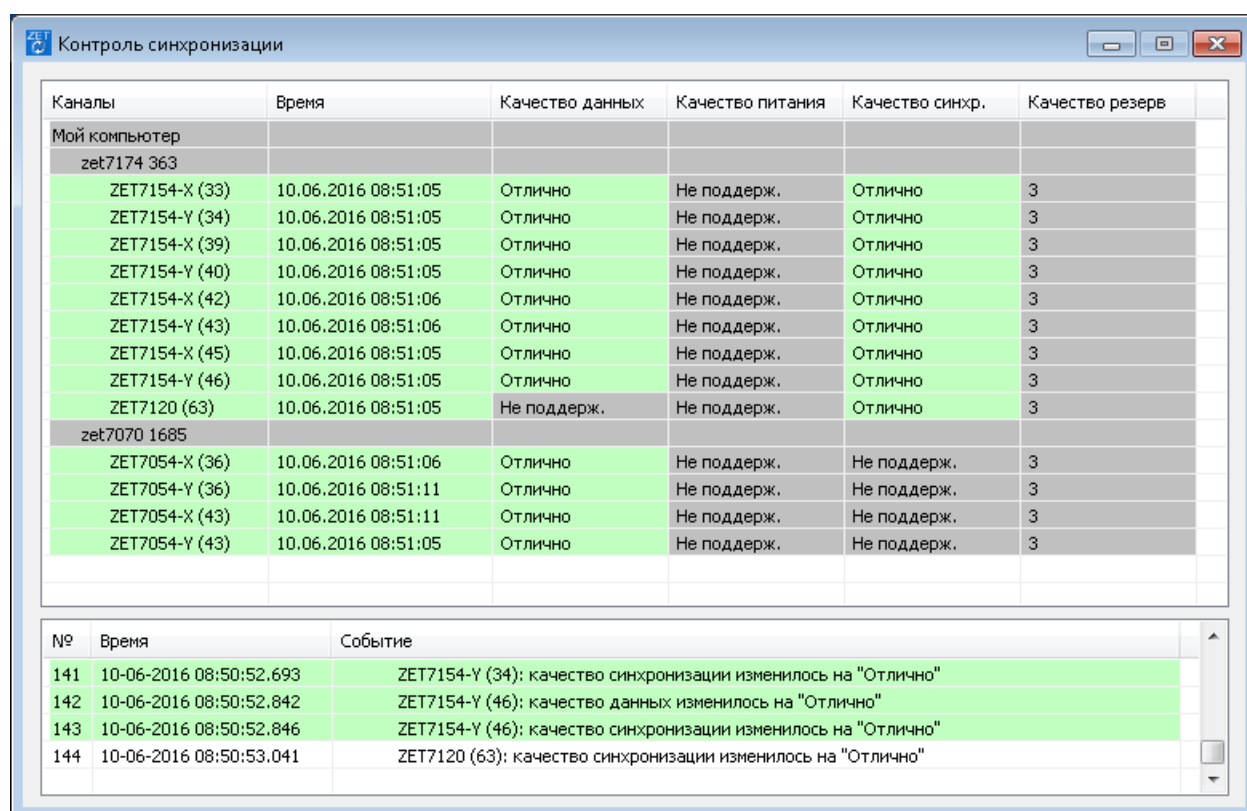
*Рис. 5.1* Вкладка «Метрология»

## 5.2 Непрерывный контроль

В инклинометрах реализован непрерывный контроль, который осуществляется во время работы. Для просмотра результатов непрерывного контроля необходимо запустить исполняемый файл программы «Контроль синхронизации», находящийся по следующему пути: "C:\ZETLab\SynchronizationControl.exe". Оценивать результаты непрерывного контроля необходимо не менее, чем через 5 минут после запуска программы.

Для инклинометров ZET 7154 поддерживается непрерывный контроль качества данных и качества синхронизации, для инклинометров ZET 7054 – только контроль качества данных.

На *Рис. 5.2* приведен пример работы программы «Контроль синхронизации».



Каналы	Время	Качество данных	Качество питания	Качество синхр.	Качество резерв
Мой компьютер					
zet7174 363					
ZET7154-X (33)	10.06.2016 08:51:05	Отлично	Не поддерж.	Отлично	3
ZET7154-Y (34)	10.06.2016 08:51:05	Отлично	Не поддерж.	Отлично	3
ZET7154-X (39)	10.06.2016 08:51:05	Отлично	Не поддерж.	Отлично	3
ZET7154-Y (40)	10.06.2016 08:51:05	Отлично	Не поддерж.	Отлично	3
ZET7154-X (42)	10.06.2016 08:51:06	Отлично	Не поддерж.	Отлично	3
ZET7154-Y (43)	10.06.2016 08:51:06	Отлично	Не поддерж.	Отлично	3
ZET7154-X (45)	10.06.2016 08:51:05	Отлично	Не поддерж.	Отлично	3
ZET7154-Y (46)	10.06.2016 08:51:05	Отлично	Не поддерж.	Отлично	3
ZET7120 (63)	10.06.2016 08:51:05	Не поддерж.	Не поддерж.	Отлично	3
zet7070 1685					
ZET7054-X (36)	10.06.2016 08:51:06	Отлично	Не поддерж.	Не поддерж.	3
ZET7054-Y (36)	10.06.2016 08:51:11	Отлично	Не поддерж.	Не поддерж.	3
ZET7054-X (43)	10.06.2016 08:51:11	Отлично	Не поддерж.	Не поддерж.	3
ZET7054-Y (43)	10.06.2016 08:51:05	Отлично	Не поддерж.	Не поддерж.	3

№	Время	Событие
141	10-06-2016 08:50:52.693	ZET7154-Y (34): качество синхронизации изменилось на "Отлично"
142	10-06-2016 08:50:52.842	ZET7154-Y (46): качество данных изменилось на "Отлично"
143	10-06-2016 08:50:52.846	ZET7154-Y (46): качество синхронизации изменилось на "Отлично"
144	10-06-2016 08:50:53.041	ZET7120 (63): качество синхронизации изменилось на "Отлично"

*Рис. 5.2* Пример программы «Контроль синхронизации»

Расшифровка значения поля «качество данных»:

- Отлично - значения находятся в диапазоне от  $-15^\circ$  до  $+15^\circ$ ;
- Хорошо - значения от  $\pm 15^\circ$  до  $\pm 80^\circ$ ;
- Плохо - значения от  $\pm 80^\circ$  до  $\pm 90^\circ$
- Не поддерж. – данный вид контроля не поддерживается.

Расшифровка значения поля «качество синхронизации»:

- Отлично – инклинометр синхронизирован с преобразователем интерфейса;
- Хорошо – идет процесс синхронизации;
- Плохо – синхронизация отсутствует;
- Не поддерж. – данный вид контроля не поддерживается.

### 5.3 Метрологический самоконтроль инклинометров

В инклинометрах ZET 7154 реализована возможность метрологического самоконтроля на основе функциональной избыточности согласно ГОСТ Р 8.734-2011 «Датчики интеллектуальные и системы измерительные интеллектуальные. Методы метрологического самоконтроля».

При этом на чувствительный элемент инклинометра подается эталонный сигнал, который имитирует изменения угла наклона на определенную величину.

По отклонению значения изменения от опорного значения оценивается метрологическая исправность инклинометра.

При регулярном метрологическом самоконтроле инклинометров, не реже 1 раза в год, поверочный интервал может увеличиться в пять раз.

Для проведения самоконтроля предназначена вкладка «Проверка» (Рис. 5.3).

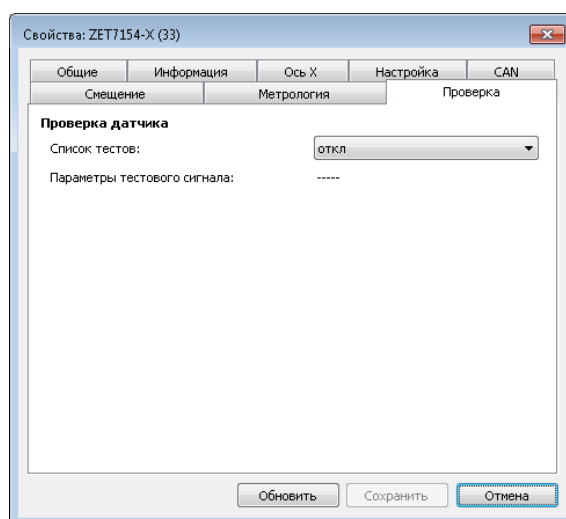


Рис. 5.3 Вкладка «Проверка»

Порядок проведения самоконтроля:

1. Установить инклинометр на ровную горизонтальную поверхность.
2. Зафиксировать текущее измеренное значение на вкладках «Ось X» и «Ось Y» (начальные показания).
3. На вкладке «Проверка» в списке тестов выбрать «Измерение» и сохранить изменения.
4. Проверить текущее измеренное значение на вкладках «Ось X» и «Ось Y». Показания должны быть больше начальных на величину от 17 до 30 градусов, в этом случае контроль считается пройденным.
5. Для выключения режима самоконтроля необходимо либо на вкладке «Проверка» в списке тестов выбрать «откл.», либо отключить питание инклинометра.