

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

КАФЕДРА КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
И ПРОГРАММНОЙ ИНЖЕНЕРИИ (КАФЕДРА №43)

КУРСОВАЯ РАБОТА (ПРОЕКТ)
ЗАЩИЩЕНА С ОЦЕНКОЙ _____

РУКОВОДИТЕЛЬ:

доцент , к.т.н	/	/	/	А. А. Попов
(должность, учёная степень, звание)		(подпись)	(дата защиты)	(инициалы, фамилия)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К КУРСОВОЙ РАБОТЕ (ПРОЕКТУ)

**Разработка программного комплекса
для работы с электронным паспортом изделия (ЭПИ) встроенными в датчики
ПО КУРСУ: «ПРОГРАММИРОВАНИЕ ВСТРОЕННЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ»**

РАБОТУ ВЫПОЛНИЛИ СТУДЕНТКИ ГРУППЫ:

/ Сидиропуло Х.В.

4031

(инициалы, фамилия)

/

(подпись студента)

/

(дата отчета)

Санкт-Петербург 2023

Содержание

1. Задание на курсовое проектирование.....	3
2. Техническое задание на прибор	4
2.1. Основные требования	4
3. Схемы и алгоритмы работы.....	6
4. Тестирование.....	12
5. Заключение.....	13
6. Список использованной литературы:.....	17
Приложение 1. Код программы.....	18

1. Задание на курсовое проектирование.

Целью разработки является создание программы для ЭВМ на базе операционной системы Linux и микроконтроллера APM32F072x8xB.

Наименование изделия: Программный комплекс для работы с ЭПИ.

Индекс ПО:

1. для ПО микроконтроллера: TedsWriter.
2. для высокоуровневого ПО: TedsEditor.

2. Техническое задание на прибор

Программный комплекс должен состоять из двух программных модулей.

1. Модуль для чтения и записи ЭПИ по протоколу 1 – Wire для микроконтроллера ARM32F072x8xB (далее по тексту: TedsWriter).
2. Модуль с графическим пользовательским интерфейсом для отображения информации ЭПИ для операционных систем семейства Linux (далее по тексту: TedsEditor).
3. Операционная система Linux выбирается из реестра отечественного ПО, например AstraLinux.
4. Тип памяти используемой для ЭПИ должен быть DS2431.
5. Программный комплекс должен быть совместим со стандартом IEEE 1451.4 в части работы с ЭПИ
6. TedsWriter должен общаться с ЭПИ установленной в изделиях по протоколу 1 – Wire.
7. TedsEditor должен общаться с TedsWriter по интерфейсу USB.
8. TedsEditor является «Master», TedsWriter — «Slave».

2.1. Основные требования

Входы	Подключение к плате с памятью DS2431. Прошивка модуля микропрограммой осуществляется через USB при подаче высокого уровня на вход BOOT при старте.
Выходы	
Функции	<p>При включении микроконтроллера включить светодиоды: «Синий», «Зелёный», «Жёлтый», «Красный».</p> <p>2. После загрузки и самотестирования погасить все светодиоды, и включить «Зелёный» («Зелёный» светодиод горит от начала подачи питания до конца подачи питания.). В случае если Хеш прошивки отличается от вычисленного Хеша включить «Красный» светодиод и выключить «Зелёный».</p> <p>3. При подключении датчика включить «Синий» светодиод. (Светодиод должен гореть постоянно, пока есть подключение к компьютеру)</p> <p>4. При подключении модуля к компьютеру включить «Жёлтый» светодиод. (Светодиод должен гореть постоянно, пока есть подключение к датчику)</p> <p>5. Во время записи/чтения данных из датчика по протоколу 1 – Wire мигать «Синий» светодиодом с частотой 500 мс в случае успешной передачи данных.</p> <p>6. В случае выявления ошибок (нет подключенного датчика с TEDS, невозможно передать данные в ПО TedsEditor и др.) включить «Красный» светодиод. (Светодиод должен гореть до снятия питания с модуля)</p> <p>7. Модуль разработанный для микроконтроллера должен пройти проверку</p>

	компиляции встроенным анализатором в Qt – Creator на базе LLVM/clang без предупреждений
Особенности	Отсутствуют.
Питание	Питание от сети переменного тока через стандартный блок питания (USB адаптер).
Размеры и вес	Достаточно маленький
Стоимость производства	Примерная цена: АРМ плата – 4-5 тысяч рублей, память – 500 рублей

3. Схемы и алгоритмы работы

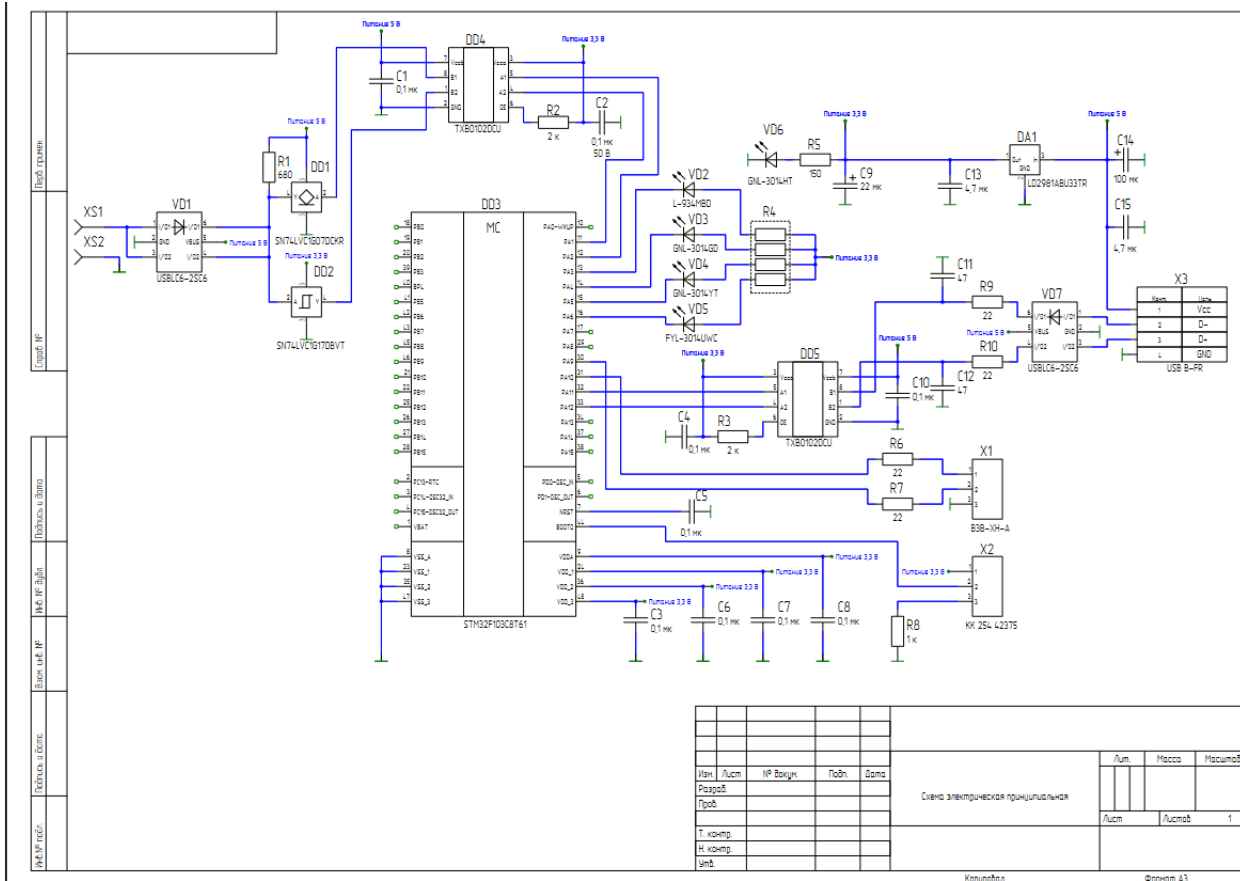


Рисунок 1. – Структурная схема микроконтроллера

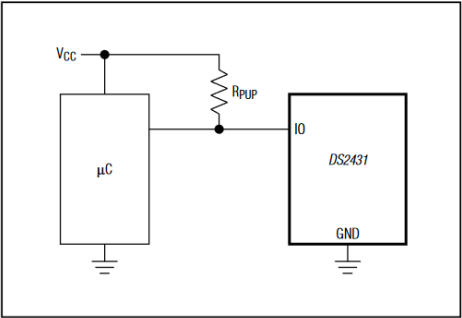
tedseditor\Device\teds\api используется для чтения и записи в память.

The registration number is used to address the device in a multidrop, 1-Wire net environment.

Applications

- Accessory/PCB Identification
- Medical Sensor Calibration Data Storage
- Analog Sensor Calibration Including IEEE P1451.4 Smart Sensors
- Ink and Toner Print Cartridge Identification
- After-Market Management of Consumables

Typical Operating Circuit



Pin Configurations appear at end of data sheet.

- ◆ **Reads and Writes Over a Wide Voltage Range from 2.8V to 5.25V from -40°C to +85°C**
- ◆ **Communicates to Host with a Single Digital Signal at 15.4kbps or 125kbps Using 1-Wire Protocol**
- ◆ **Also Available as Automotive Version Meeting AEC-Q100 Grade 1 Qualification Requirements (DS2431-A1; Refer to the IC Data Sheet for Details)**

Ordering Information

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
DS2431+	-40°C to +85°C	3 TO-92
DS2431+T&R	-40°C to +85°C	3 TO-92
DS2431P+	-40°C to +85°C	6 TSOC
DS2431P+T&R	-40°C to +85°C	6 TSOC
DS2431G+U	-40°C to +85°C	2 SFN (6mm x 6mm)
DS2431G+T&R	-40°C to +85°C	2 SFN (6mm x 6mm) (2.5k pcs)
DS2431GA+U	-40°C to +85°C	2 SFN (3.5mm x 6.5mm)
DS2431GA+T&R	-40°C to +85°C	2 SFN (3.5mm x 6.5mm) (2.5k pcs)
DS2431Q+T&R	-40°C to +85°C	6 TDFN-EP* (2.5k pcs)
DS2431X-S+	-40°C to +85°C	3x3 UCSPR (2.5k pcs)
DS2431X+	-40°C to +85°C	3x3 UCSPR (10k pcs)

Note: The leads of TO-92 packages on tape and reel are formed to approximately 100-mil (2.54mm) spacing. For details, refer to the package outline drawing.
+Denotes a lead(Pb)-free/RoHS-compliant package.
T&R = Tape and reel.
*EP = Exposed pad.

Рисунок 2. – Информация о памяти ds2431



Рисунок 3. – Диаграмма состояний системы для работы с памятью.

После этого система переходит в режим опроса состояния работы с памятью, и, при поступлении сигнала (завершения операции), система переходит в новое состояние, из которого снова попадает в состояние управления памятью.

Этот цикл повторяется до завершения работы с программой записи.

Class Index				
_ a d m n p s t v z				
-	PqDatabaseConParams	TedsDataParamPredefGroups	TedsDbDataParamValue	TedsSensorModelID
_LARGE_INTEGER	PqDatabaseErrors	TedsDataParamPredefParam	TedsDbDataParamValueGroup	TedsWriterDevBaseWidget
a	s	TedsDataParamPredefTemplate	TedsDbErrors	TedsWriterDevStateWidget
AboutDialog	SensorDataEditWidget	TedsDataParamPredefTemplates	TedsDbJsonDefTags	TedsWriterInfoDialog
AuthDialog	SensorDataParamsBaseItem	TedsDataParamPredefTypeDescr	TedsDbJsonValue	TedsWriterInfoWidget
d	SensorDataParamsGroupItem	TedsDataParamPredefTypeDescrChar5	TedsDbProgramInfo	TLTEDS_ENCODE_CONTEXT
DbConParamsConfigDialog	SensorDataParamsRootItem	TedsDataParamPredefTypeDescrDate	TedsDbSensorDataFullInfo	TLTEDS_INFO_BASIC
m	SensorDataStorage	TedsDataParamPredefTypeDescrEnum	TedsDbSensorDataParamDefaultValues	TLTEDS_INFO_DATE
ManualView	SensorDataStorageErrors	TedsDataParamPredefTypeDescrEnumDb	TedsDbSensorDataParamValues	TLTR_ERROR_STRING_DEF
n	SensorDesignSelectionBox	TedsDataParamPredefTypeDescrFixedPt	TedsDbSensorDataTreeInfo	TreeMultilineViewDelegate
NotificationServer	SensorEditDataStorage	TedsDataParamPredefTypeDescrInt	TedsDbSensorDesignTreeInfo	TreeParameter
p	SensorEditDataStorageKeys	TedsDataParamPredefTypeDescrOkpd2	TedsDbSensorInfo	TreeParamsBaseItem
PageSelector	SensorEditStoreData	TedsDbAccLevel	TedsDbSensorTreeInfo	TreeParamsBaseModel
TreeParamsBaseModel::Param	SensorVariantSelectionBox	TedsDbCalTypeDict	TedsDbSensorVariantFullInfo	v
PqDatabase	SensorVariantSelectionWidget	TedsDbCalTypeInfo	TedsDbSensorVariantTreeInfo	TedsDataParamPredefTypeDescrEnumDb::Value
	t	TedsDbConParamsStorage	TedsDbTemplateInfo	z
	TedsDataParamPredefGroup	TedsDbDatabase	TedsDbTemplatesDict	ZoomSelector
	TedsDataParamPredefGroupAxis	TedsDbDataParametersInfo	TedsDbUnitInfo	
		TedsDbDataParamInfo	TedsDbUnitsDict	
		TedsDbDataParamInfoGroup	TedsDbUser	

Рисунок 3. Полный список классов.

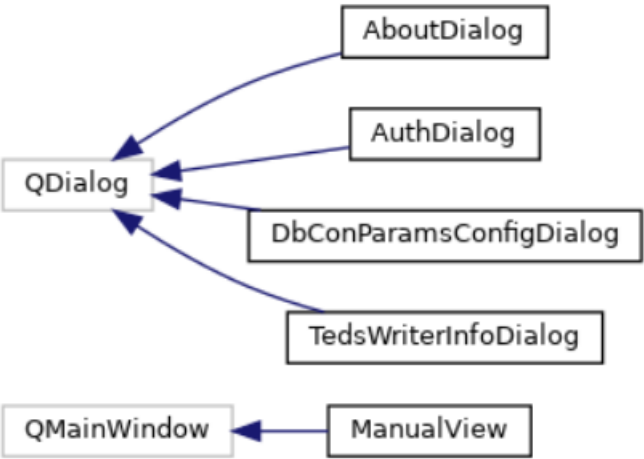


Рисунок 4. Классы с названием Dialog отвечают за реализацию GUI интерфейса приложения.

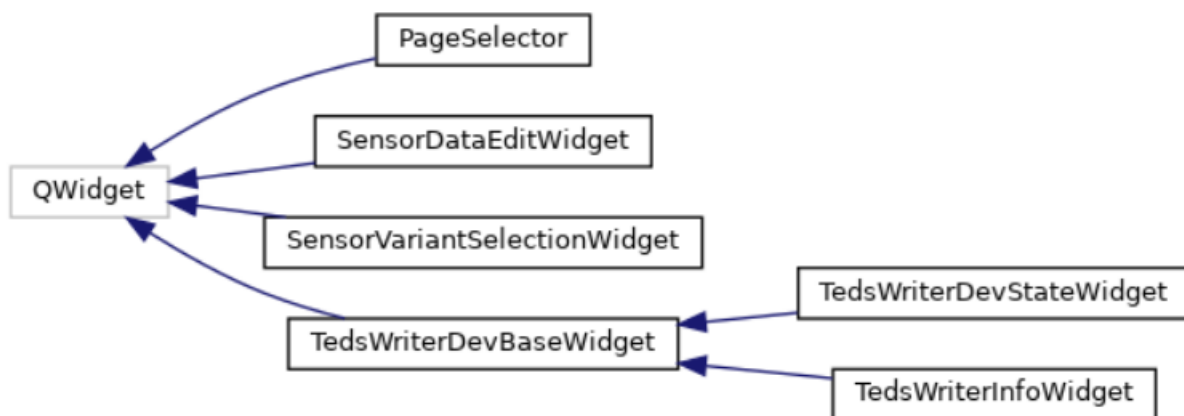


Рисунок 5. Реализация классов виджетов для взаимодействия с приложением.

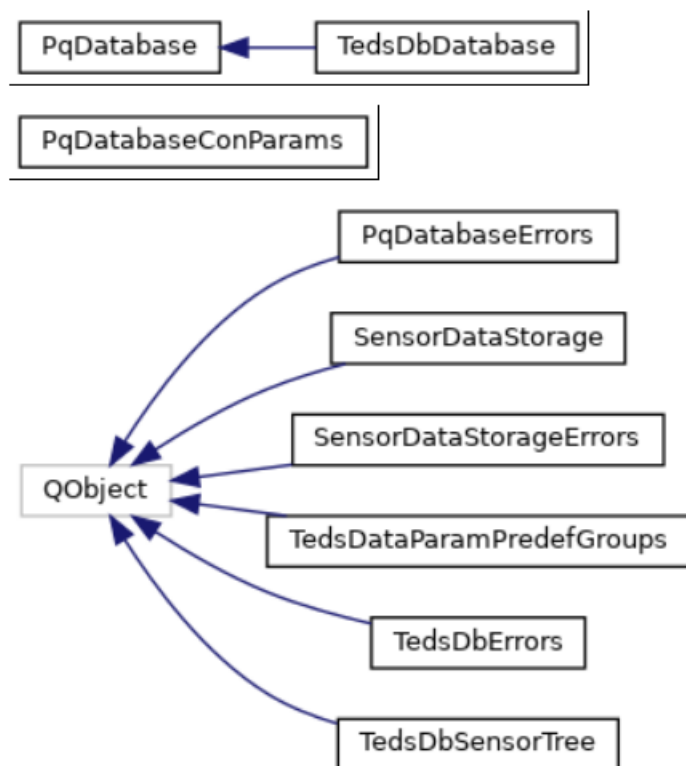


Рисунок 6. Данные классы отвечают за настройку работы с базой данных.

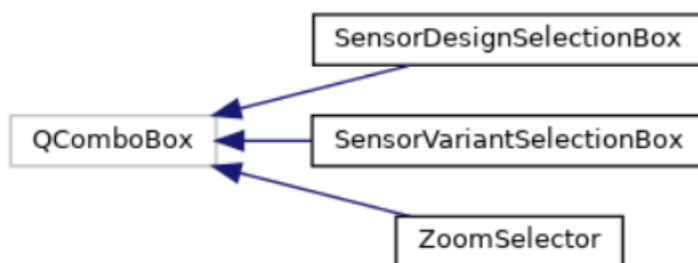


Рисунок 7. Классы для заполнения элементов управления ComboBox.

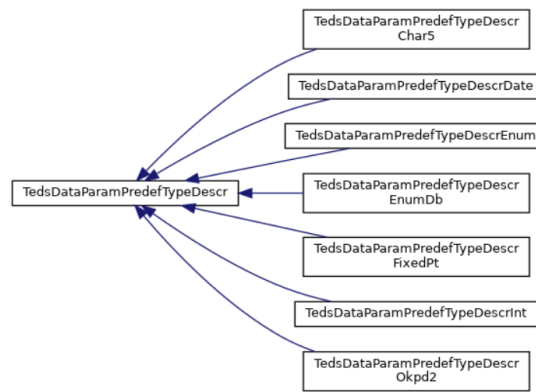


Рисунок 8. Классы для работы с параметрами электронного паспорта изделия (teds)

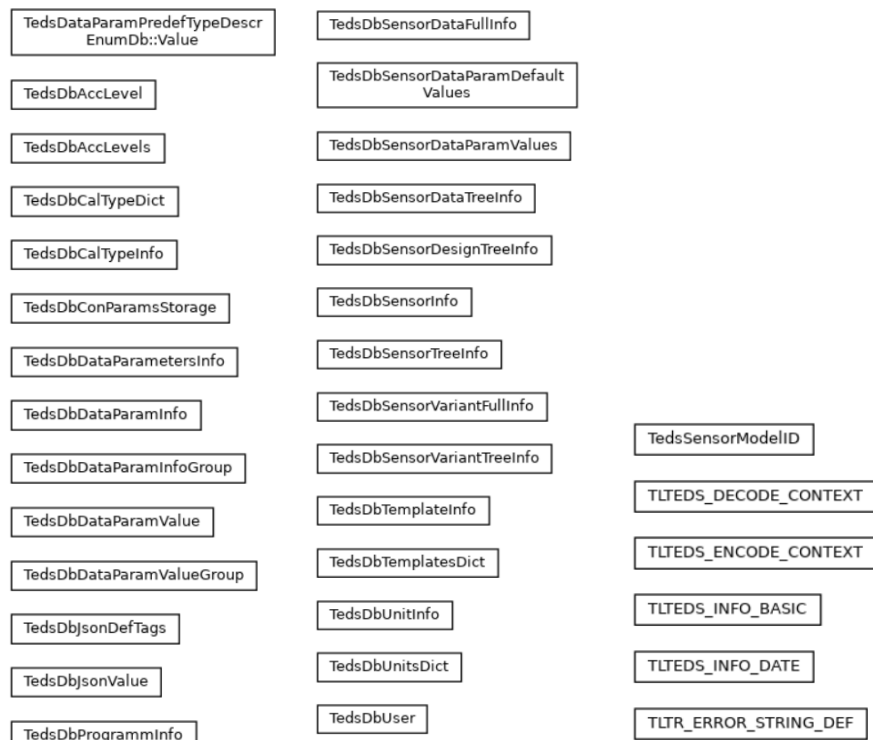


Рисунок 9. Различные классы для хранения параметров TEDS.

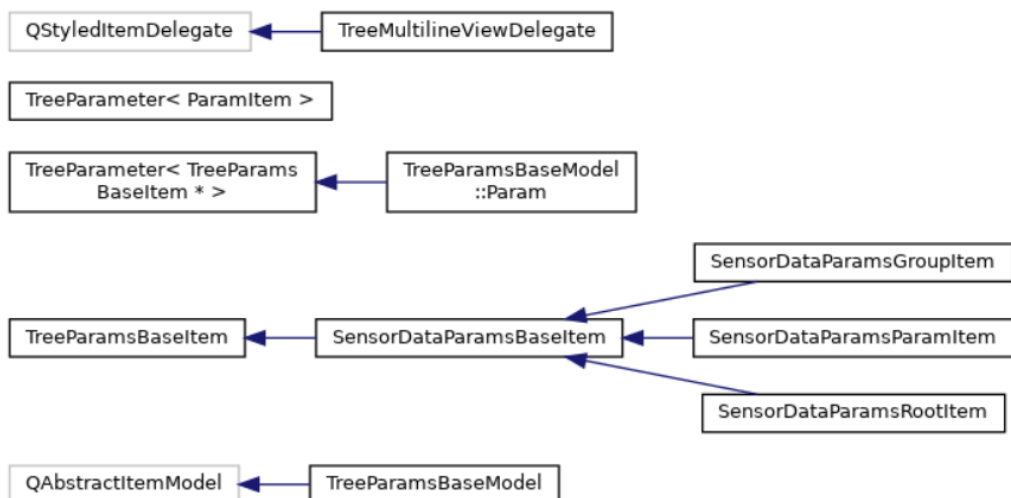


Рисунок 10. Различные параметры датчиков для взаимодействия с элементами управления TreeView.

- Data : **TLTEDS_DECODE_CONTEXT** , **TLTEDS_ENCODE_CONTEXT**
- DataLen : **TLTEDS_DECODE_CONTEXT** , **TLTEDS_ENCODE_CONTEXT**
- Day : **TLTEDS_INFO_DATE**
- Flags : **TLTEDS_DECODE_CONTEXT** , **TLTEDS_ENCODE_CONTEXT**
- ManufacturerID : **TLTEDS_INFO_BASIC**
- ModelNumber : **TLTEDS_INFO_BASIC**
- Month : **TLTEDS_INFO_DATE**
- ProcBitPos : **TLTEDS_DECODE_CONTEXT** , **TLTEDS_ENCODE_CONTEXT**
- Reserved : **TLTEDS_DECODE_CONTEXT** , **TLTEDS_ENCODE_CONTEXT**
- SerialNumber : **TLTEDS_INFO_BASIC**
- VersionLetter : **TLTEDS_INFO_BASIC**
- VersionNumber : **TLTEDS_INFO_BASIC**
- Year : **TLTEDS_INFO_DATE**

Рисунок 11. Различные переменные, содержащие информацию для работы с памятью.

Полная документация была составлена с помощью **doxygen** находится по следующей ссылке:

<https://github.com/sidiropulo/pvp/blob/main/htmlzip.zip>

4. Тестирование

Тесты для контроля соответствия техническому заданию

При запуске программы появляется интерфейс наименований датчиков из базы данных

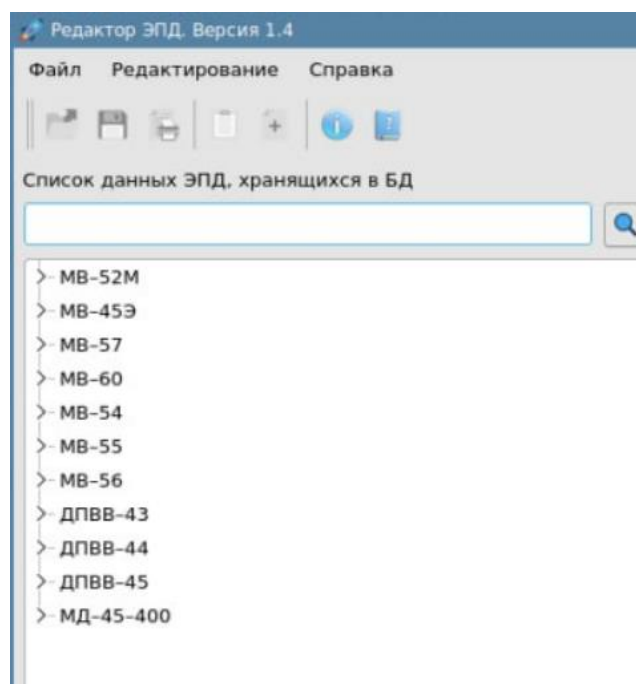


Рисунок 12. Дата записи является обозначением того, что в память была записана информация.

При добавлении записи в память выполняется запрос в базу данных, из этих же данных и строится интерфейс о наличии записей.

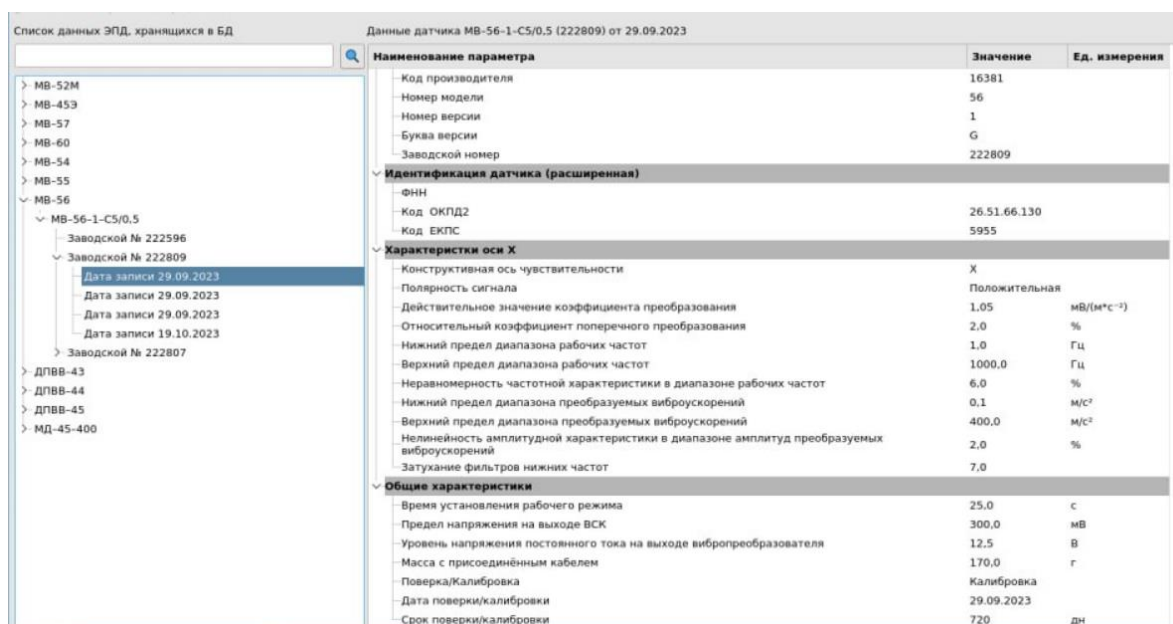


Рисунок 13. Доступна функция печати паспорта датчика в формат PDF.

Редактор ЭПД. Версия 1.4

Файл Редактирование Справка

Список данных ЭПД, хранящихся в БД

Данные датчика MB-56-1-C5/0,5 (222809) от 29.09.2023

Наименование параметра	Значение	Ед. измерения
Код производителя	16381	
Номер модели	56	
Номер версии	1	
Буква версии	G	
Заводской номер	222809	
Идентификация датчика (Basic TEDS)		
ФНН	26.51.66.130	
Код ОКПД2	5955	
Код ОКПТС	X	
Характеристики датчика (расширенная)		
Конструктивная ось чувствительности	Положительная	
Полнота сигнала	1.05	мВ/(м·с ⁻²)
Действительное значение коэффициента преобразования	2.0	%
Относительный коэффициент поперечного преобразования	1.0	Гц
Нижний предел диапазона рабочих частот	1000.0	Гц
Верхний предел диапазона рабочих частот	6.0	%
Неравномерность частотной характеристики в диапазоне рабочих частот	0.1	м/с ²
Нижний предел диапазона преобразуемых виброускорений	400.0	м/с ²
Верхний предел диапазона преобразуемых виброускорений	2.0	%
Нелинейность амплитудной характеристики в диапазоне амплитуд преобразуемых виброускорений	7.0	
Затухание фильтров нижних частот		

Общие характеристики

Печать

Принтер

Название: Печать в файл (PDF) Свойства

Расположение:

Тип:

Вывод в файл: seditor-Desktop-Debug/print.pdf ...

Параметры >>

Печать Отмена

1.pdf - Okular

Файл Вид Правка Переход Закладки Сервис Настройка Справка

1 из 2

Уменьшить 75% Увеличить

Миниатюры

Поиск...

1

2

Данные датчика MB-56-1-C5/0,5 (222809) от 19.10.2023

Распечатал: Басин А. Е., 19.12.2023

Наименование параметра	Значение	Ед. измерения
Идентификация датчика (Basic TEDS)		
Код производителя	16381	
Номер модели	56	
Номер версии	1	
Буква версии	G	
Заводской номер	222809	
Идентификация датчика (расширенная)		
ФНН	26.51.66.130	
Код ОКПД2	5955	
Код ОКПТС	X	
Характеристики датчика (расширенная)		
Конструктивная ось чувствительности	Положительная	
Полнота сигнала	1.02	мВ/(м·с ⁻²)
Действительное значение коэффициента преобразования	2.6	%
Относительный коэффициент поперечного преобразования	10.0	Гц
Нижний предел диапазона рабочих частот	1000.0	Гц
Верхний предел диапазона рабочих частот	6.0	%
Неравномерность частотной характеристики в диапазоне рабочих частот	0.1	м/с ²
Нижний предел диапазона преобразуемых виброускорений	400.0	м/с ²
Верхний предел диапазона преобразуемых виброускорений	2.0	%
Нелинейность амплитудной характеристики в диапазоне амплитуд преобразуемых виброускорений	7.0	
Затухание фильтров		

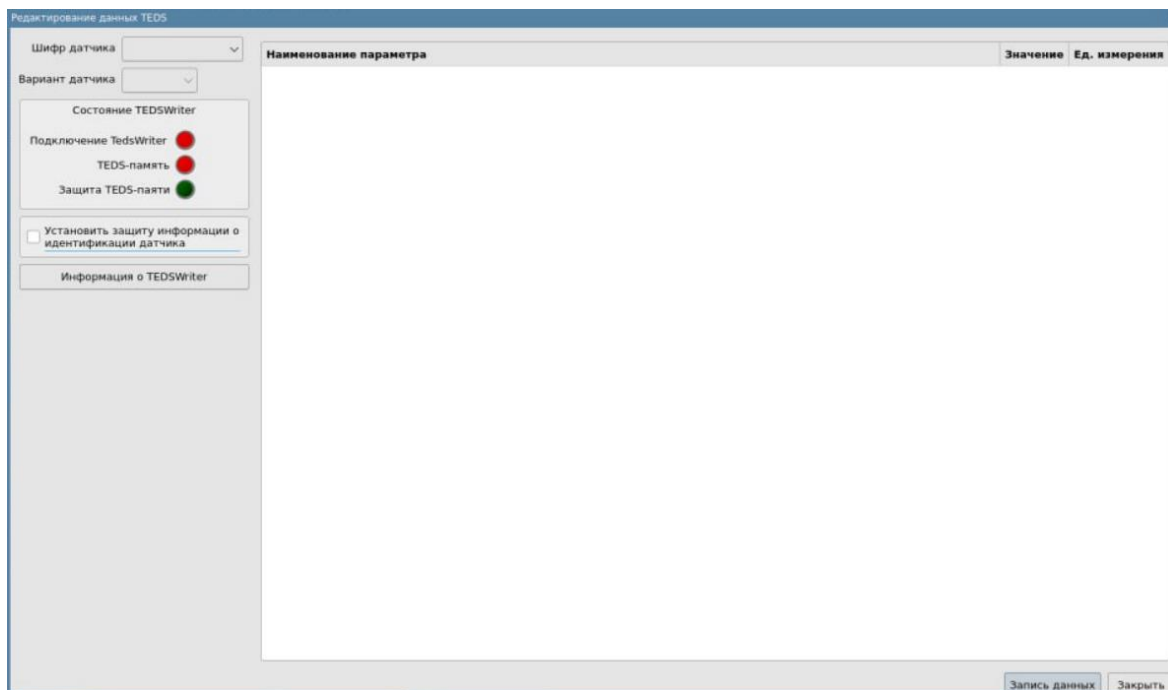


Рисунок 14. Интерфейс работы с записью в память

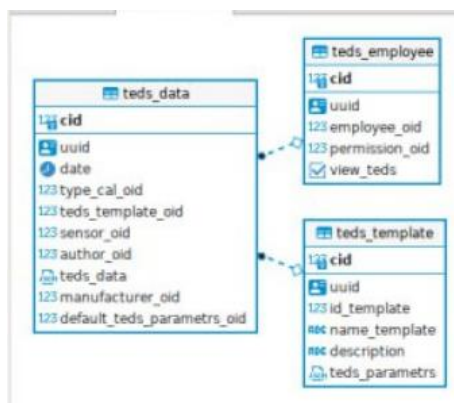
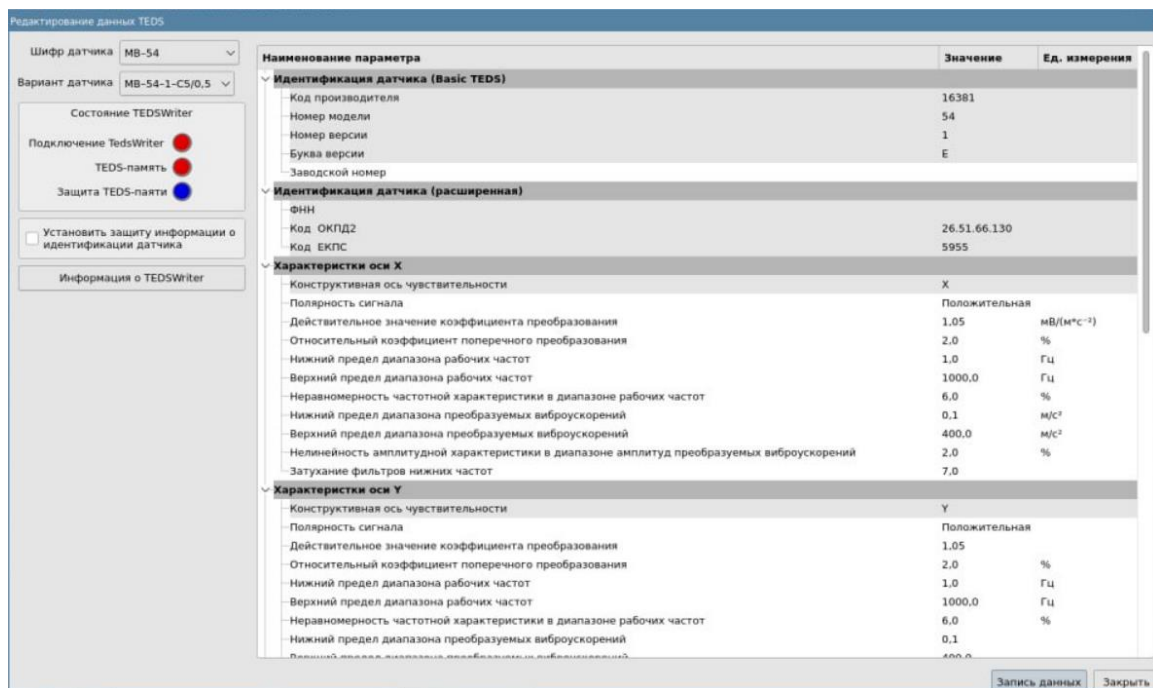
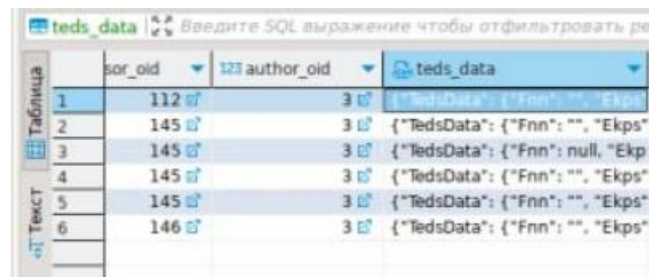


Рисунок 15. Схема рабочей базы данных



	sor_oid	author_oid	teds_data
1	112	3	
2	145	3	{"TedsData": {"Fnn": "", "Ekps":
3	145	3	{"TedsData": {"Fnn": null, "Ekp
4	145	3	{"TedsData": {"Fnn": "", "Ekps"
5	145	3	{"TedsData": {"Fnn": "", "Ekps"
6	146	3	{"TedsData": {"Fnn": "", "Ekps"

JSON-файл для построения интерфейса

```
{
  "TedsData": {
    "Fnn": "",
    "Ekps": "5955",
    "Okpd2": "26.51.66.130",
    "Weight": 170,
    "StartTime": 25,
    "DCVoltageLevel": 12.5,
    "IndividualData": [
      {
        "Polarity": "Положительная",
        "Linearity": 2,
        "Sensitivity": 1.05,
        "MaxLinearityScale": 400,
        "MinLinearityScale": 0.1,
        "MaxFrequencyResponse": 1000,
        "MinFrequencyResponse": 1,
        "SensitivityDirection": "X",
        "TransverseSensitivity": 2.02,
        "AttenuationLowPassFilters": 7,
        "FlatnessFrequencyResponse": 6
      }
    ],
    "CalibrationDate": "2022-09-24",
    "CalibrationType": 4,
    "VSKVoltageLimit": 300,
    "CalibrationPeriod": 720
  },
  "BasicTeds": {
    "ModelNumber": "55",
    "SerialNumber": 220986,
    "VersionLetter": "F",
    "VersionNumber": "1",
    "ManufacturerID": 16381
  }
}
```

4. Заключение

В результате выполнения данного проекта было реализовано ПО для записи данных в память DS2431 по протоколу 1-Wire с использованием микроконтроллера APM32F072x8xB под отечественную операционную систему Astra Linux.

5. Список использованной литературы:

1. Микроконтроллеры. Разработка встраиваемых приложений: учебное пособие / А.Е. Васильев; С.-Петербургский государственный политехнический ун-т. -СПб. : Изд-во СПбГПУ, 2003. - 211 с.
2. The Definitive Guide to ARM Cortex-M3 and Cortex-M4 Processors. Third Edition. Joseph Yiu. ARM Ltd., Cambridge, UK. [электронный ресурс] // URL: <https://www.pdfdrive.com/the-definitive-guide-to-arm-cortex-m3-and-cortex-m4-processors-e187111520.html> (дата обращения 12.05.2020).
3. Джозеф Ю. Ядро Cortex-M3 компании ARM. Полное руководство. 2012. ISBN:978- 5-94120-243-0. [электронный ресурс] // URL: <https://b-ok.xyz/book/2373589/b5c3ad> (дата обращения 12.05.2020).
4. RM0008. Reference manual STM32F101xx, STM32F102xx, STM32F103xx, STM32F105xx and STM32F107xx advanced Arm®-based 32-bit MCUs [электронный ресурс] // URL: https://www.st.com/resource/en/reference_manual/cd00171190-stm32f101xx-stm32f102xx-stm32f103xx-stm32f105xx-and-stm32f107xx-advanced-armbased-32bit-mcus-stmicroelectronics.pdf (дата обращения 12.05.2020).
5. Datasheet STM32F103x8 STM32F103xB Medium-density performance line ARM®-based 32-bit MCU with 64 or 128 KB Flash, USB, CAN, 7 timers, 2 ADCs, 9 com. Interfaces. [электронный ресурс] // URL: <https://www.st.com/resource/en/datasheet/stm32f103c8.pdf> (дата обращения 12.05.2020).
6. Мартин М. Инсайдерское руководство по STM32 [электронный ресурс] // URL: <https://istarik.ru/file/STM32.pdf> (дата обращения 12.05.2020).
7. Рекомендация МСЭ-R М.1677-1 Международный код Морзе. Международный союз электросвязи 2009 [электронный ресурс] //URL: https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.1677-1-200910-I!!PDF-R.pdf (дата обращения 12.05.2020)

Приложение 1. Код программы

<https://github.com/sidiropulo/pvp>