УТВЕРЖДЕН
М18.00396-01 13 01-ЛУ

ПРОГРАММА МОДЕМА-КОММУНИКАТОРА МИР МК

Описание программы
М18.00396-01 13 01

Листов 25

Инв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

2024

Аннотация

В настоящем документе приведено описание программы модема-коммуникатора МИР МК (в дальнейшем – ПО МИР МК) предназначенной для работы в модеме-коммуникаторе МИР МК М18.030.00.000 (в дальнейшем – коммуникатор), применяемого для построения АСУ ТП и АИИС КУЭ.

ПО МИР МК предназначено для обеспечения сбора, обработки, сохранения, преобразования и передачи данных в информационные системы.

Перечень сокращений и обозначений, принятых в документе, приведен в приложении А.

Перечень ссылочных документов приведен в приложении Б.

Содержание

1 Общие сведения 4
1.1 Обозначение и наименование ПО МИР МК 4
1.2 Программное обеспечение, необходимое для функционирования ПО МИР МК 4
1.3 Языки программирования 4
2 Функциональное назначение 5
2.1 Назначение ПО МИР МК 5
2.2 Функциональные ограничения 5
3 Описание логической структуры 6
3.1 Алгоритм программы 6
3.2 Структура ПО МИР МК с описанием функций составных частей 7
3.3 Архитектура файлов программы 12
3.4 Связи ПО МИР МК с другими программами 18
4 Используемые технические средства 18
4.1 Требования к аппаратному обеспечению 18
5 Вызов и загрузка 18
6 Входные и выходные данные 19
7 Компиляция и сборка проекта 19
Приложение А. Перечень сокращений и обозначений 23
Приложение Б. Перечень ссылочных документов 24

1 Общие сведения

1.1 Обозначение и наименование ПО МИР МК

Обозначение: M18.00396-01.
Наименование: Программа модема-коммуникатора МИР МК.

Разработчик:
ООО «НПО «МИР», Россия, г. Омск, ул. Успешная, 51, 644105.
Тел. (3812) 354-710, Тел. (3812) 354-730.
E-mail: mir@mir-omsk.ru.
Сервисный центр: help@mir-omsk.ru.

1.2 Программное обеспечение, необходимое для функционирования ПО МИР МК

ПО МИР МК является встроенным программным обеспечением коммуникатора. ПО МИР МК функционирует без необходимости стороннего программного обеспечения и не требует установки дополнительных драйверов.

1.3 Языки программирования

ПО МИР МК реализовано на языках высокого уровня C и C++, а также на языке низкого уровня Assembler.

2 Функциональное назначение

2.1 **Назначение ПО МИР МК**

Центральный микроконтроллер, посредством исполнения программного кода из встроенного микропрограммного обеспечения, выполняет следующие функции:

- управление работой других частей коммуникатора;
- обработка и хранение информации;
- контроль целостности данных;
- диагностика функционирования;
- индикация функционирования;
- ведение системного времени с синхронизацией от внешнего источника.

Коммуникационный микропроцессор, посредством исполнения программного кода из встроенного микропрограммного обеспечения, выполняет следующие функции:

- получение результатов измерений от внешних приборов учета электроэнергии;
- запись уставок в приборы контроля качества электроэнергии;
- синхронизация времени приборов учета электроэнергии;
- ведение журнала событий;
- передача данных по согласованному протоколу;
- трансляция команд телеуправления;
- обмен данными с верхним уровнем управления по стандартным цифровым протоколам обмена: ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004, IEC 62056 (DLMS/COSEM, включая российскую спецификацию СПОДЭС);
- сбор данных с внешних устройств ввода-вывода;
- обеспечение работоспособности следующих интерфейсов:
  а) ZigBee;
  б) PLC;
  в) GSM;
  г) Ethernet.

2.2 **Функциональные ограничения**

ПО МИР МК может функционировать только в составе аппаратной платформы модема-коммуникатора МИР МК М18.030.00.000 производства ООО «НПО «МИР».

3 Описание логической структуры

3.1 Алгоритм программы

Алгоритм запуска программ, входящих в состав ПО МИР МК, приведен на рисунке 3.1.

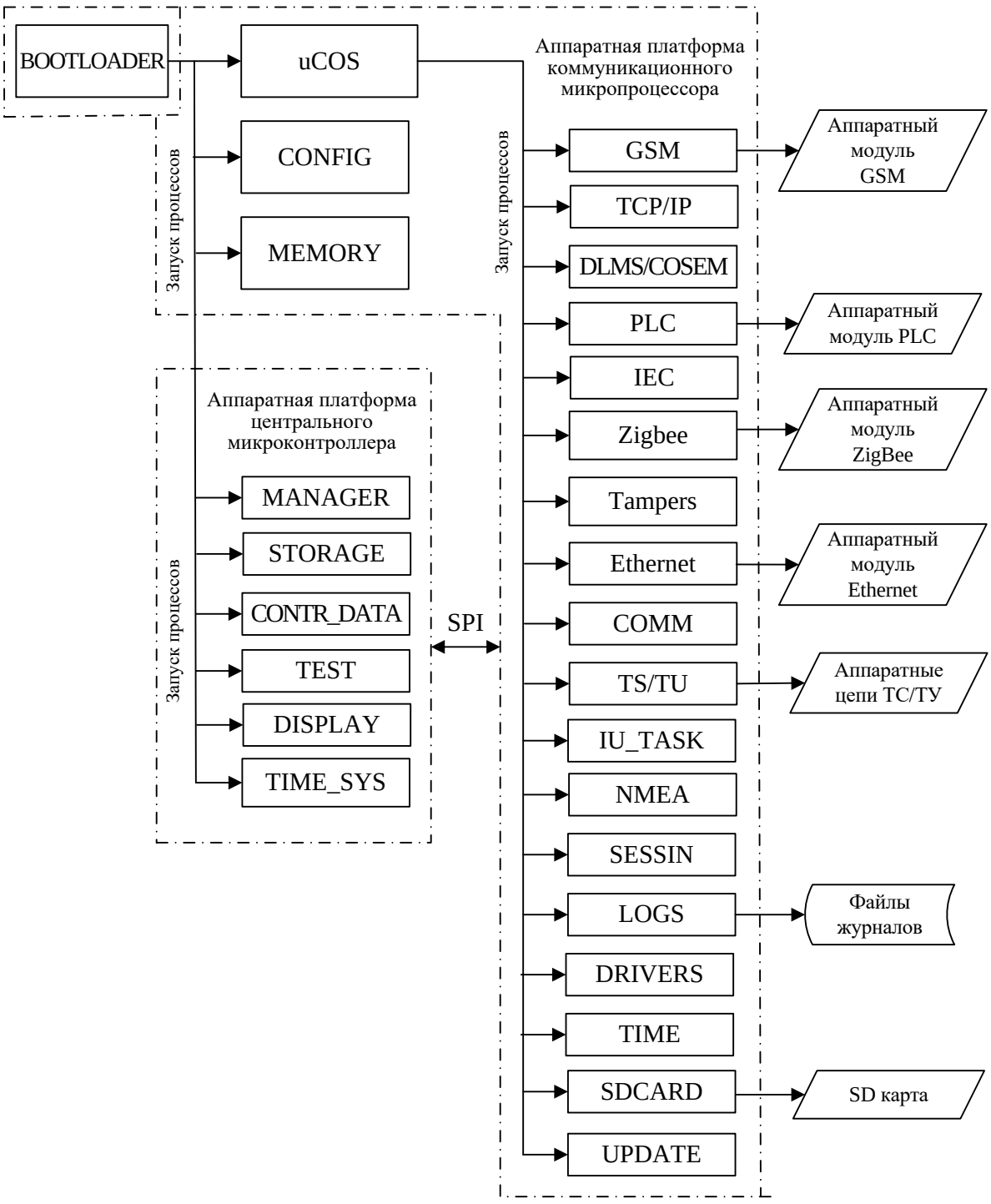


Рисунок 3.1

ПО МИР МК имеет единую логическую структуру, на аппаратном уровне разделенную на отдельные бинарные файлы, предназначенные для загрузки в энергонезависимую память центрального микроконтроллера и коммуникационного микропроцессора.

Модуль BOOTLOADER также представлен в виде отдельного бинарного файла и предназначен для загрузки в энергонезависимую память коммуникационного микропроцессора.

ПО МИР МК включает следующие составные части:

- MANAGER – управление работой других частей коммуникатора;
- STORAGE – обработка и хранение информации;
- CONTR_DATA – контроль целостности данных;
- TEST – диагностика функционирования;
- DISPLAY – индикация функционирования;
- TIME_SYS – ведение системного времени;
- GSM – драйвер интерфейса GSM;
- TCP/IP – стек протоколов TCP/IP;
- DLMS/COSEM – модуль обработки протокола DLMS/COSEM/СПОДЭС;
- PLC – драйвер интерфейса PLC;
- SDCARD – драйвер интерфейса карты памяти SD;
- uCOS – ОС uCOS версии v2.92.09;
- Zigbee – драйвер интерфейса Zigbee;
- Ethernet – драйвер интерфейса Ethernet;
- Tampers – модуль обработки внешних событий в режимах сна;
- IEC– модуль обработки протокола ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004;
- COMM – модуль управления обменом блоками данных;
- TS/TU – модуль обработки событий каналов ТС/ТУ;
- MEMORY – драйвер работы с хранением данных;
- IU_TASK – модуль опроса внешних устройств ввода вывода;
- NMEA – модуль обработки протокола NMEA;
- SESSIN – модуль обработки данных на уровне сессий;
- BOOTLOADER – модуль проверки необходимости обновления и загрузки ПО МИР МК;
- UPDATE – модуль приема и обновления ПО МИР МК;
- CONFIG – модуль системного уровня старта программы;
- LOGS – логирование;
- DRIVERS – драйвера;
- TIME – работа со временем.

3.2 **Структура ПО МИР МК с описанием функций составных частей**

3.2.1 **Модуль MANAGER**

Модуль MANAGER предназначен для синхронизации и управления работой других частей коммуникатора.

3.2.2 **Модуль STORAGE**

Модуль STORAGE предназначен для обработки и хранения информации (об учтенной энергии, текущих показаниях, профилей электроэнергии и состояний), полученной в результате опроса приборов учета электроэнергии.

3.2.3 **Модуль CONTR_DATA**

Модуль CONTR_DATA предназначен для контроля целостности данных.

3.2.4 **Модуль TEST**

Модуль TEST предназначен для диагностики функционирования коммуникатора и обработки событий о неисправности.

3.2.5 **Модуль DISPLAY**

Модуль DISPLAY предназначен для индикации состояний и режимов работы функционирования коммуникатора.

3.2.6 **Модуль TIME_SYS**

Модуль TIME_SYS предназначен для ведения системного времени с синхронизацией от внешнего источника.

3.2.7 **Модуль (драйвер) интерфейса GSM**

Модуль GSM предназначен для поддержки следующих функций:

- определение стартовой последовательности для внешних модулей GSM;
- определение наличия и регистрации SIM-карты;
- чтение информации о качестве сигнала;
- обработка AT-команд: передачи данных, установки соединений и незапрашиваемых сообщений;
- обработка стека протоколов PPP, LCP, NCP, IP-протокола;
- поддержка типов аутентификаций: PAP, CHAP.

3.2.8 **Стек протоколов TCP/IP**

Стек протоколов TCP/IP поддерживает работу следующих сетевых протоколов:

- IPv4;
- ICMP;
- DHCP;
- TCP Socket;
- TCP Client.

3.2.9 **Модуль DLMS/COSEM**

Модуль обработки протокола DLMS/COSEM обеспечивает обработку потоков данных в соответствии со стеком протоколов ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004, IEC 62056 (DLMS/COSEM, включая российскую спецификацию СПОДЭС).

3.2.10 **Модуль (драйвер) интерфейса PLC**

Драйвер интерфейса PLC предназначен для поддержки следующих функций:

- формирование сигналов для обеспечения инициализация внешнего модуля PLC;
- запись уставок, соответствующих конфигурации устройства для модулей IT700, IT900, G3-PLC;
- обработка запросов, ответов, индикаторов модулей IT700, IT900, G3-PLC;
- поддержка функций загрузчика программного обеспечения.

3.2.11 **Модуль (драйвер) интерфейса SDCARD**

Драйвер SDCARD предназначен для поддержки следующих функций:

- инициализация SD карты;
- обмен данными;
- поддержка файловой системы FAT32.

3.2.12 **Модуль uCOS**

Модуль uCOS (версия v2.92.09) является операционной системой реального времени и служит для синхронизации модулей и драйверов, входящих в состав ПО МИР МК.

3.2.13 **Модуль (драйвер) интерфейса Zigbee**

Драйвер интерфейса Zigbee предназначен для поддержки следующих функций:

- формирование сигналов для обеспечения инициализация внешнего модуля Zigbee;
- запись уставок, соответствующих конфигурации устройства для модуля Zigbee;
- чтение состояния сети Zigbee;
- перезапуск сети Zigbee;
- обработка запросов, ответов, индикаторов модуля Zigbee;
- поддержка функций загрузчика программного обеспечения.

3.2.14 **Модуль (драйвер) интерфейса Ethernet**

Драйвер интерфейса Ethernet предназначен для поддержки следующих функций:

- формирование сигналов для обеспечения инициализация внешнего модуля Ethernet;
- запись уставок, соответствующих конфигурации устройства для модуля Ethernet;
- обработка запросов, ответов, индикаторов модуля Ethernet.

3.2.15 **Модуль Tampers**

Модуль обработки внешних событий в режимах сна Tampers предназначен для поддержки следующих функций:

- фиксации времени и источника внешнего события при наличии или отсутствии напряжения питания коммуникатора, т.е. в рабочем режиме или режиме сна;
- формирования записи в соответствующем журнале событий.

3.2.16 **Модуль IEC**

Модуль обработки протокола IEC предназначен для обработки потоков данных в соответствии с ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004 и формуляра согласования, приведенного в приложении Б [1].

3.2.17 **Модуль COMM**

Модуль управления обменом блоками данных предназначен для обеспечения следующих функций:

- диспетчеризация блоков данных между функциональными модулями;
- запись блоков данных в соответствующий массив блоков;
- чтение блоков данных из соответствующего массива блоков;
- определение свободного пространства в соответствующем массиве блоков данных.

3.2.18 **Модуль TS/TU**

Модуль обработки событий каналов TS/TU предназначен для обеспечения следующих функций:

- регистрация событий изменения сигналов ТС на соответствующих входах процессора с формированием записи в соответствующем журнале;
- регистрация событий в соответствии с уставками длительности сигнала после изменения его состояния;
- формирование сигналов ТУ на соответствующих выходах в соответствии с заранее установленными уставками длительности сигналов.

3.2.19 **Модуль (драйвер) MEMORY**

Модуль MEMORY предназначен для поддержки следующих функций:

- поддержка команд инициализации, записи, стирания для соответствующих микросхем FLASH, SRAM, FRAM встроенной EEPROM;
- обеспечение побайтной записи, чтения;
- обеспечение защиты от потери данных при записи данных;
- подготовка страниц FLASH к записи данных для ускорения работы программы;
- поддержка файловой системы;
- файловая система;
- резервирование FLASH;
- резервирование записи SD заголовка;

- резервирование записи SD сектора;
- информация широковещательной смены программы;
- ведение журнала исключительных ситуаций;
- ведение журнала состояния COMM кадров;
- список устройств УСПД;
- ведение очереди МЭК104;
- ведение дерева G3;
- ведение параметров МЭК104;
- ведение параметров ПКЭ для МЭК104;
- ведение сетевых журналов.

3.2.20 **Модуль IU_TASK**

Модуль IU_TASK предназначен для поддержки следующих функций:

- обработка и формирование команд записи, чтения в протоколе ModbusRTU;
- цикличный опрос внешних модулей, поддерживающих протокол ModbusRTU;
- хранение, запись, чтение списка опроса внешних устройств;
- хранение и передачу на соответствующие уровни считанных значений параметров с внешних устройств ввода/вывода.
- формирование диагностической информации о времени последнего чтения, считанных параметров, серийном номере, канале опроса и качестве принятой информации;
- цикличный опрос, сохранение и выдача по запросу учетных данных с внешних счетчиков, входящих в соответствующий список.

3.2.21 **Модуль NMEA**

Модуль распределения области NMEA предназначен для обработки потоков данных в протоколе NMEA-0183.

3.2.22 **Модуль SESSIN**

Модуль SESSIN предназначен для обработки сессионных уровней для следующих протоколов и модулей:

- МЭК-101;
- МЭК-104;
- DLMS/COSEM;
- ModbusRTU;
- «прозрачный» режим работы;
- УСПД.

3.2.23 **Модуль BOOTLOADER**

Модуль BOOTLOADER предназначен для проверки необходимости обновления и загрузки ПО. Модуль BOOTLOADER представлен в виде отдельного бинарного файла и выполняет следующие функции:

- проверка необходимости замены ПО МИР МК;
- контроль соответствия аппаратной платформы и ПО МИР МК;

- копирование образа прошивки в соответствующую область FLASH;
- передача управления скопированному ПО МИР МК.

3.2.24 **Модуль UPDATE**

Модуль UPDATE выполняет функции приема, сохранения блоков образа ПО МИР МК и проверки контрольной суммы, как каждого переданного блока, так и всего образа принятой программы. После приема образа ПО МИР МК модуль передает управление модулю BOOTLOADER.

3.2.25 **Модуль CONFIG**

Модуль CCONFIG выполняет функции установки и настройки периферийных модулей процессора, инициализации встроенных задач операционной системы и старта ПО МИР МК.

3.2.26 **Модуль LOGS**

Модуль LOGS выполняет функции ввода/вывода служебных данных с целью проверки функционирования программы и поиска неисправностей в ходе разработки программного обеспечения.

3.2.27 **Модуль DRIVERS**

Модуль DRIVERS выполняет функции ввода/вывода интерфейсов I2C и UART.

3.2.28 **Модуль TIME**

Модуль TIME выполняет функции конфигурирования, запуска и корректировки времени в часах реального времени, а также отсчета интервалов опроса задач.

3.3 **Архитектура файлов программы**

Архитектура фалов, входящих в состав ПО МИР МК, приведена на рисунках 3.2 –3.9.

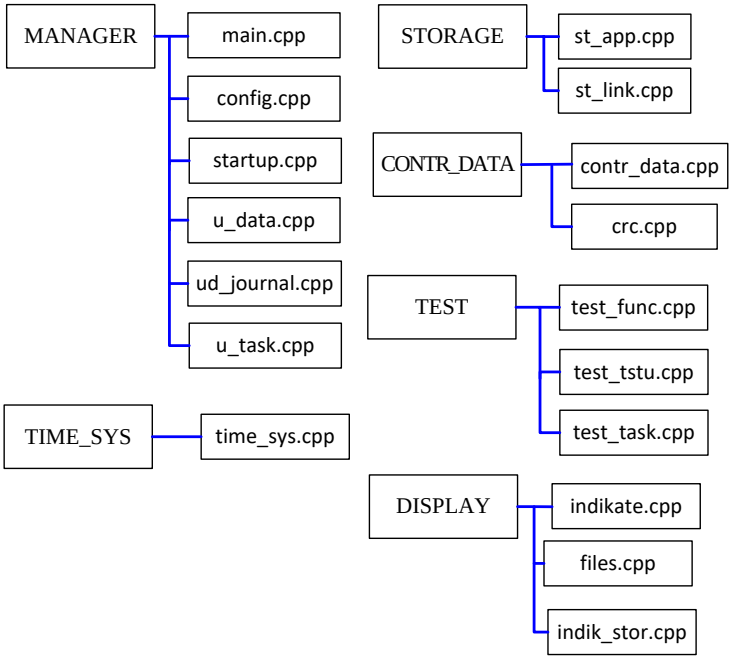


Рисунок 3.2

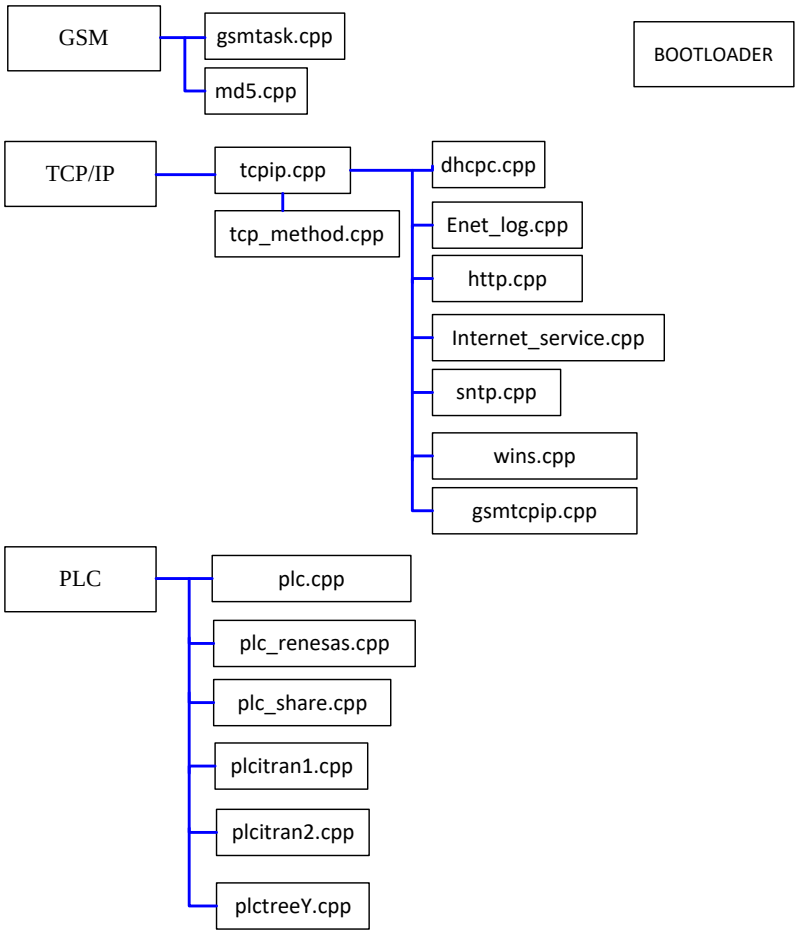


Рисунок 3.3

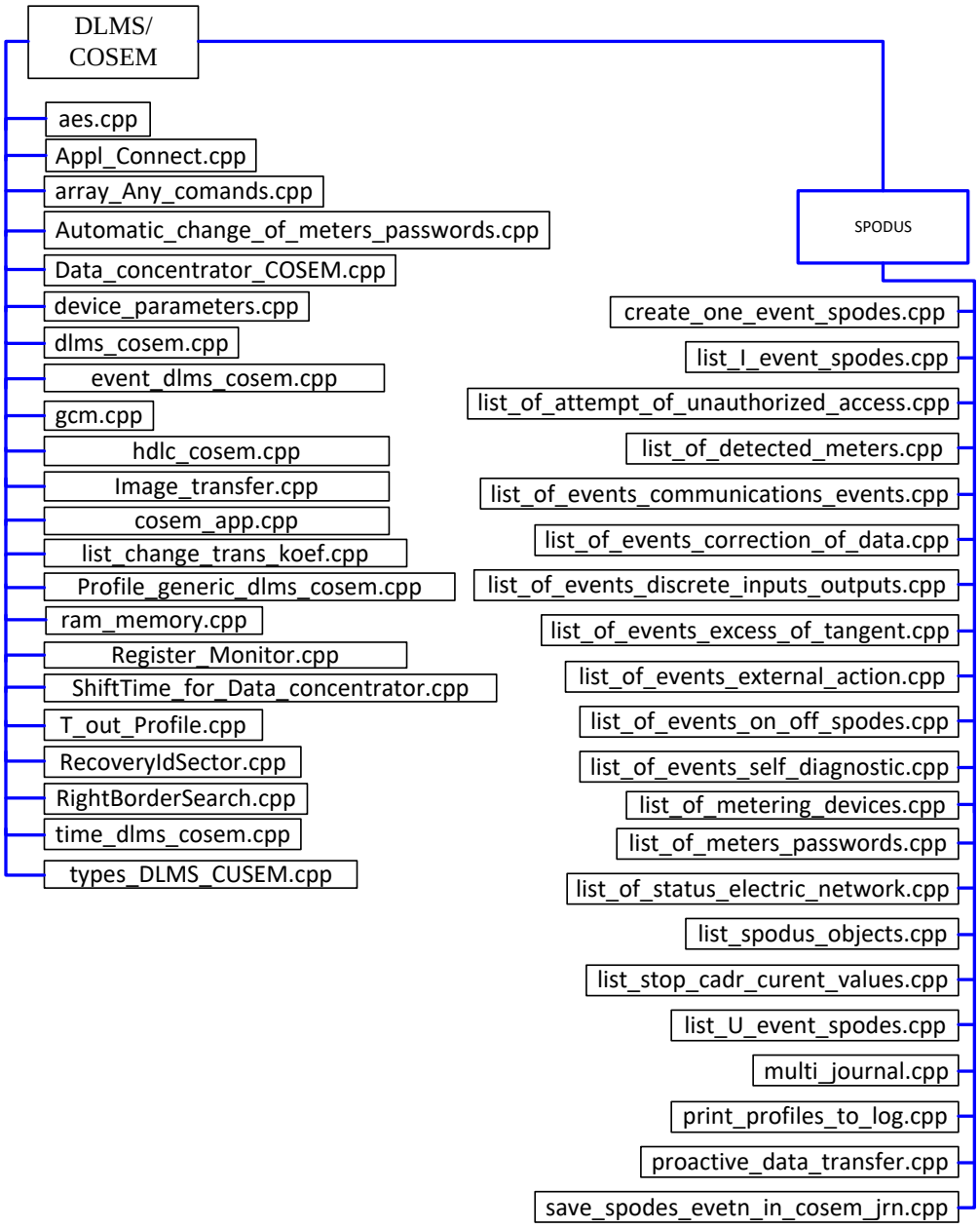

DLMS/ COSEM
aes.cpp
Appl_Connect.cpp
array_Any_comands.cpp
Automatic_change_of_meters_passwords.cpp
Data_concentrator_COSEM.cpp
device_parameters.cpp
dlms_cosem.cpp
event_dlms_cosem.cpp
gcm.cpp
hdlc_cosem.cpp
Image_transfer.cpp
cosem_app.cpp
list_change_trans_koef.cpp
Profile_generic_dlms_cosem.cpp
ram_memory.cpp
Register_Monitor.cpp
ShiftTime_for_Data_concentrator.cpp
T_out_Profile.cpp
RecoveryIdSector.cpp
RightBorderSearch.cpp
time_dlms_cosem.cpp
types_DLMS_CUSEM.cpp
SPODUS
create_one_event_spodes.cpp
list_I_event_spodes.cpp
list_of_attempt_of_unauthorized_access.cpp
list_of_detected_meters.cpp
list_of_events_communications_events.cpp
list_of_events_correction_of_data.cpp
list_of_events_discrete_inputs_outputs.cpp
list_of_events_excess_of_tangent.cpp
list_of_events_external_action.cpp
list_of_events_on_off_spodes.cpp
list_of_events_self_diagnostic.cpp
list_of_metering_devices.cpp
list_of_meters_passwords.cpp
list_of_status_electric_network.cpp
list_spodus_objects.cpp
list_stop_cadr_curent_values.cpp
list_U_event_spodes.cpp
multi_journal.cpp
print_profiles_to_log.cpp
proactive_data_transfer.cpp
save_spodes_evetn_in_cosem_jrn.cpp

Рисунок 3.4

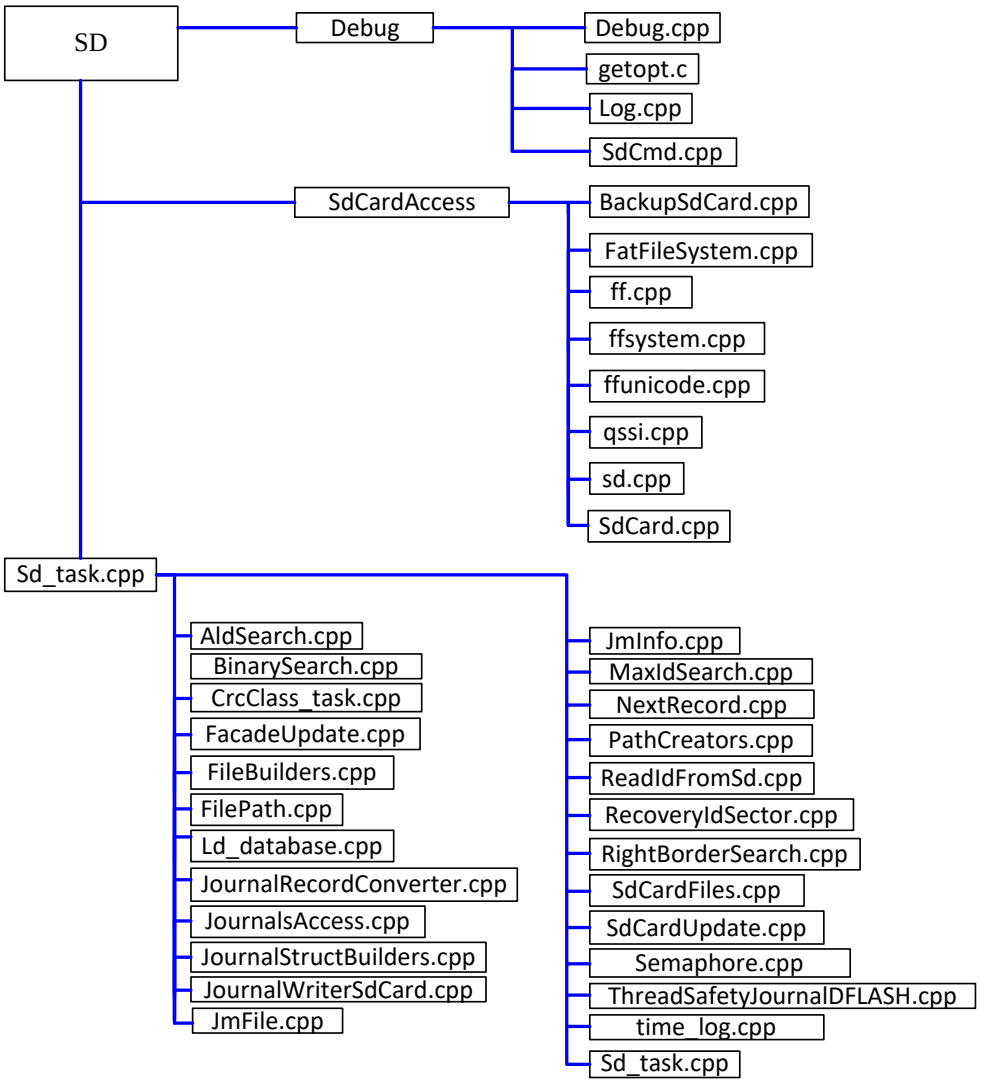

SD
Debug
Debug.cpp
getopt.c
Log.cpp
SdCmd.cpp
SdCardAccess
BackupSdCard.cpp
FatFileSystem.cpp
ff.cpp
ffsystem.cpp
ffunicode.cpp
qssi.cpp
sd.cpp
SdCard.cpp
Sd_task.cpp
AldSearch.cpp
BinarySearch.cpp
CrcClass_task.cpp
FacadeUpdate.cpp
FileBuilders.cpp
FilePath.cpp
Ld_database.cpp
JournalRecordConverter.cpp
JournalsAccess.cpp
JournalStructBuilders.cpp
JournalWriterSdCard.cpp
JmFile.cpp
JmInfo.cpp
MaxIdSearch.cpp
NextRecord.cpp
PathCreators.cpp
ReadIdFromSd.cpp
RecoveryIdSector.cpp
RightBorderSearch.cpp
SdCardFiles.cpp
SdCardUpdate.cpp
Semaphore.cpp
ThreadSafetyJournalDFLASH.cpp
time_log.cpp
Sd_task.cpp

Рисунок 3.5

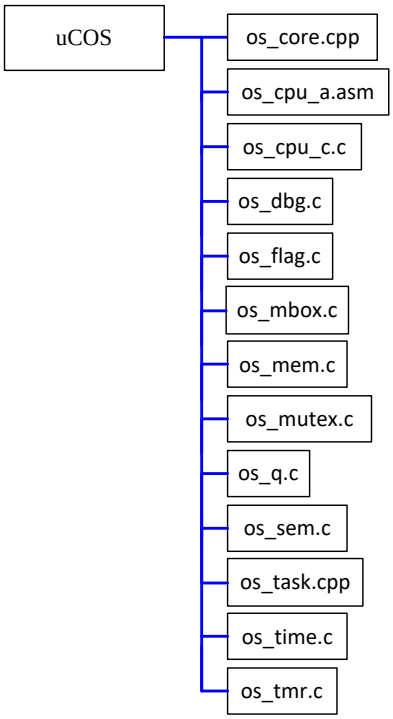


Рисунок 3.6

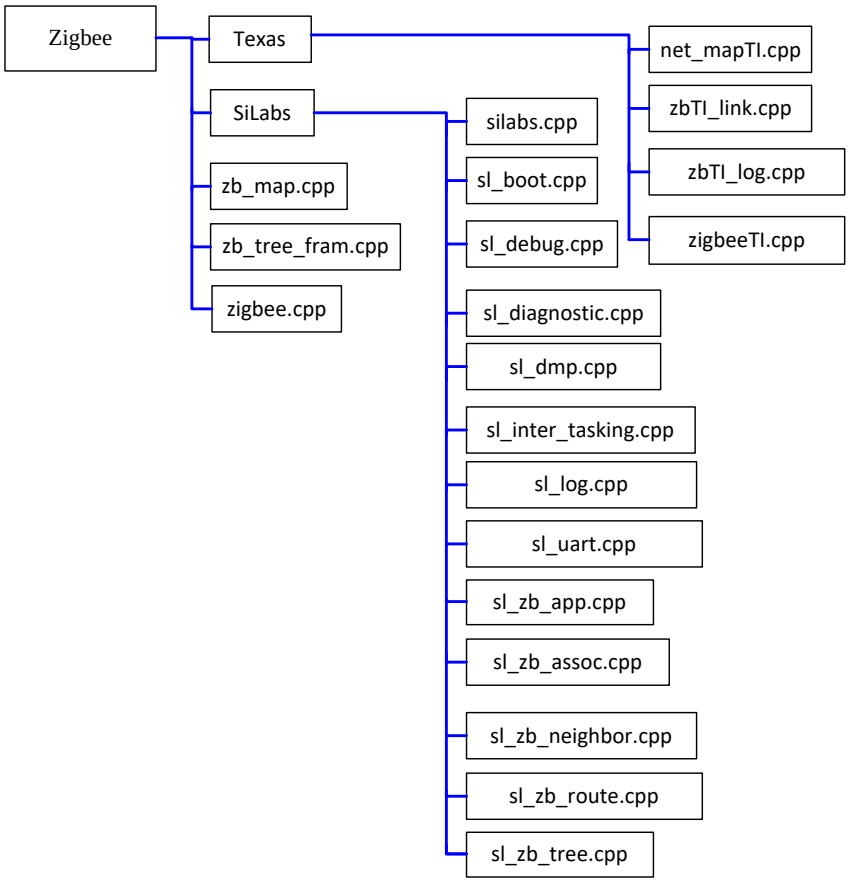


Рисунок 3.7

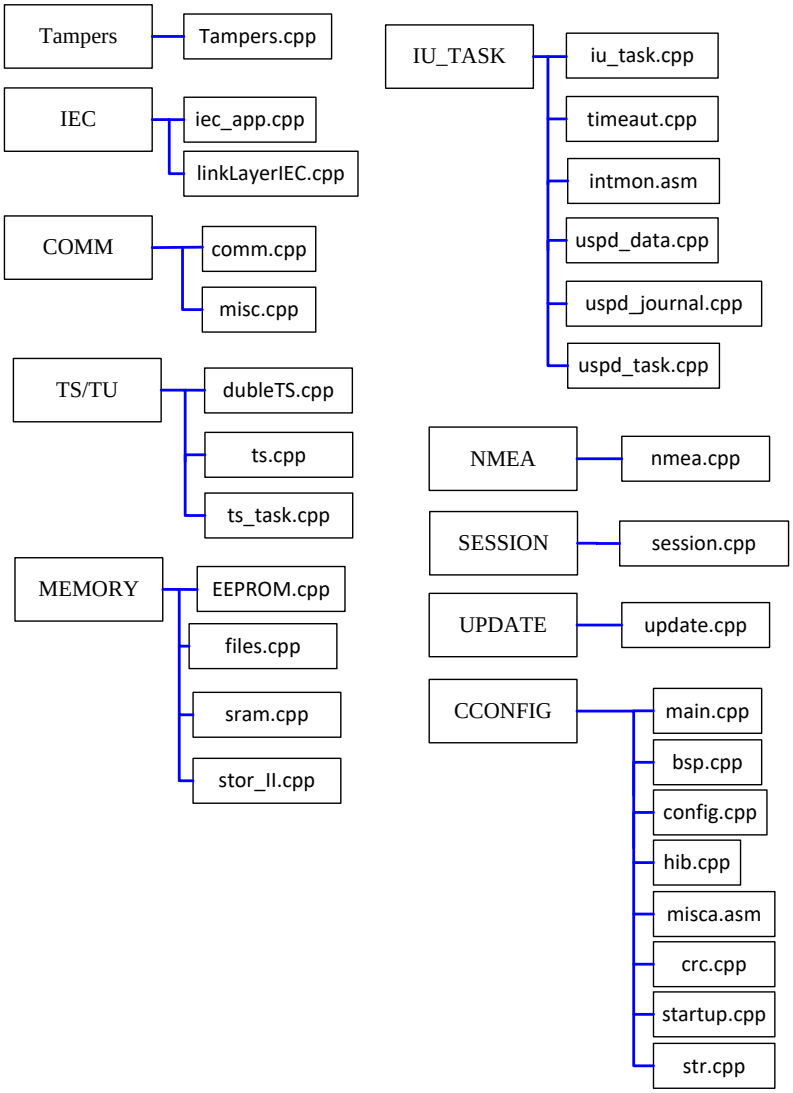


Рисунок 3.8

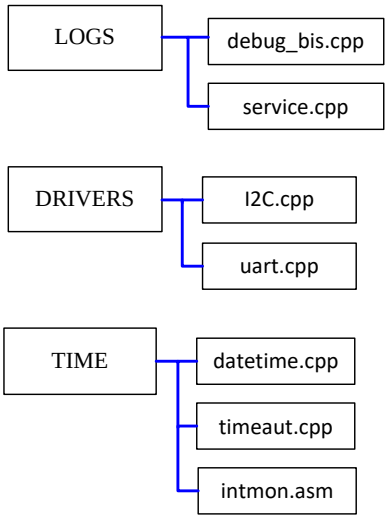


Рисунок 3.9

3.4 Связи ПО МИР МК с другими программами

Задание конфигурации коммуникатора производится с помощью (внешней) программы КОНФИГУРАТОР ПРИБОРОВ УЧЕТА М12.00327-02 (в дальнейшем – программа КОНФИГУРАТОР) или иной другой программы, поддерживающей протокол DLMS/COSEM/СПОДЭС.

Программа КОНФИГУРАТОР устанавливается на персональный компьютер и предназначена для конфигурирования коммуникатора и считывания журналов и данных опроса.

Связь с программой КОНФИГУРАТОР осуществляется по любому доступному интерфейсу.

Описание применения программы КОНИФГУРАТОР приведено в [3].

4 Используемые технические средства

4.1 Требования к аппаратному обеспечению

ПО МИР МК предназначено для функционирования в составе аппаратной платформы модема-коммуникатора МИР МК М18.030.00.000 производства ООО «НПО «МИР».

Используемые ресурсы:

- оперативная память 260 Кбайт;
- постоянная память 700 Кбайт.

5 Вызов и загрузка

Первичная установка ПО МИР МК в коммуникатор осуществляется заводом-изготовителем.

Стадии загрузки ПО МИР МК в коммуникатор:

- первичная запись hex-файла ПО МИР МК в центральный микроконтроллер К1986ВК025 платы микроконтроллера коммуникатора осуществляется посредством интерфейса JTAG. Первичная запись hex-файлов ПО МИР МК и модуля BOOTLOADER в коммуникационный микропроцессор TM4C129DNCPDTI3R платы цифровой GSM+Ethernet коммуникатора осуществляется посредством интерфейса SWD;
- после записи запуск модуля BOOTLOADER производится автоматически;
- модуль BOOTLOADER проверяет необходимость обновления и соответствие ПО МИР МК аппаратной платформе коммуникатора;
- в случае успешной проверки модуль BOOTLOADER передает управление ПО МИР МК;
- ПО МИР МК проверяет контрольную сумму области программ, затем функционирует в соответствии с алгоритмом работы программы и заданной конфигурацией.

Процедура проверки работоспособности и записи ПО МИР МК в энергонезависимую память центрального микроконтроллера К1986ВК025 платы микроконтроллера и коммуникационного микропроцессора TM4C129DNCPDTI3R платы цифровой GSM+Ethernet описана в [2].

Обновление ПО МИР МК осуществляется с помощью программы КОНФИГУРАТОР путем передачи в коммуникатор бинарного файла образа ПО МИР МК (*.bin).

Стадии обновления ПО МИР МК в коммуникаторе:

- обновление ПО МИР МК осуществляется посредством функций модуля UPDATE;
- в процессе обновления ПО МИР МК производится передача блоков образа ПО МИР МК и проверка контрольной суммы, как каждого переданного блока, так и всего образа, принятого ПО МИР МК;
- после передачи всех блоков образа ПО МИР МК и их успешной проверки управление предается модулю BOOTLOADER.

Процедура обновления ПО МИР МК приведена в разделе 8 [1].

Проверка работоспособности ПО МИР МК осуществляется по индикатору «СТАТУС», расположенному на лицевой панели коммуникатора, период мигания индикатора должен составлять 1 с.

6 Входные и выходные данные

Входными данными для ПО МИР МК является конфигурационная информация, позволяющая собирать данные с приборов учета электроэнергии и передавать ее в системы верхнего уровня.

Выходными данными для ПО МИР МК являются журналы событий коммуникатора и журналы событий, полученные в результате опроса приборов учета электроэнергии.

Полный набор входных и выходных данных приведен в [1].

7 Компиляция и сборка проекта

Компиляция и сборка проекта для центрального микроконтроллера К1986ВК025 платы микроконтроллера осуществляется с помощью любой доступной среды разработки, поддерживающей архитектуру RISC-V.

Компиляция и сборка проекта для коммуникационного микропроцессора TM4C129DNCPDTI3R осуществляется с помощью любой доступной среды разработки, поддерживающей архитектуру ARM.

Далее, для примера, рассмотрен способ сборки проекта, т.е. получения исполняемых файлов с помощью среды разработки IAR Embedet Workbench (в дальнейшем – приложение).

После установки и запуска приложения выбираем в верхнем меню *File* > *Open Workspace*.

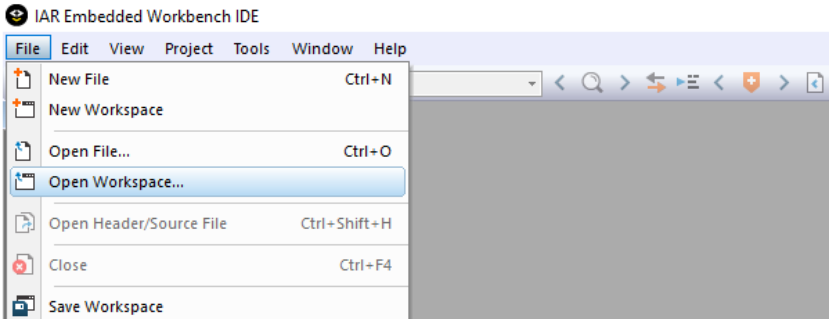


Рисунок 7.1

Приложение предложит указать место расположения файла с параметрами рабочего пространства, необходимо указать расположение файла *work_mk.eww*.

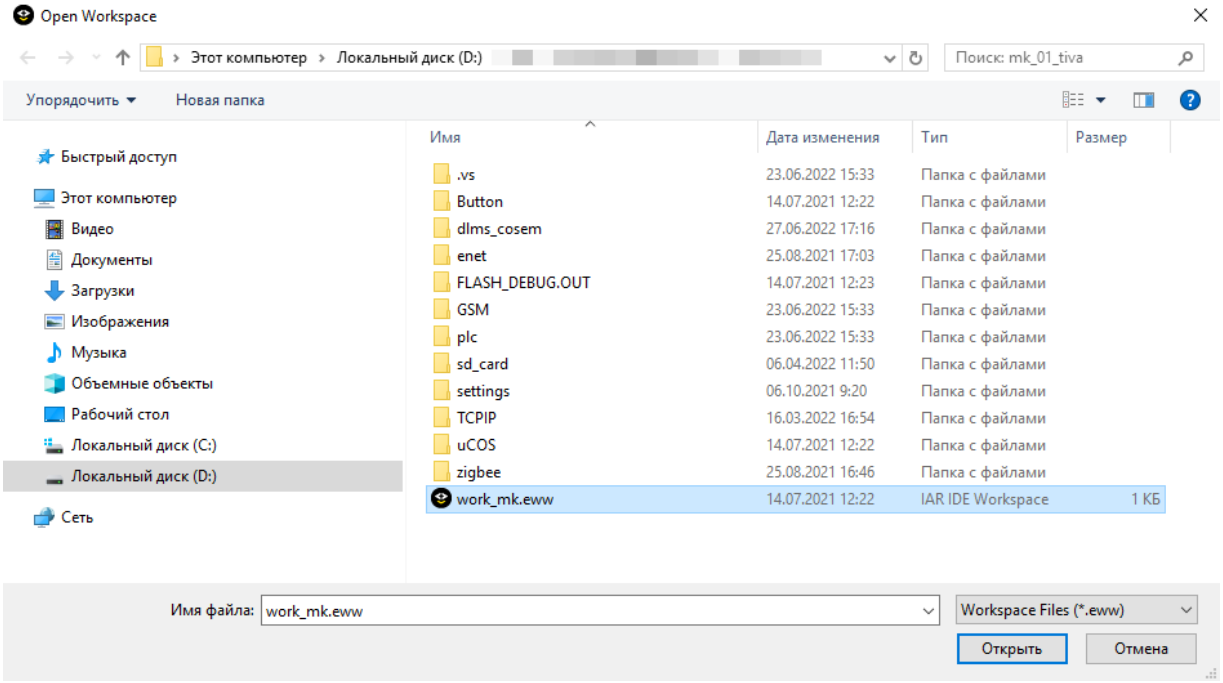


Рисунок 7.2

Приложение отобразит рабочее пространство.

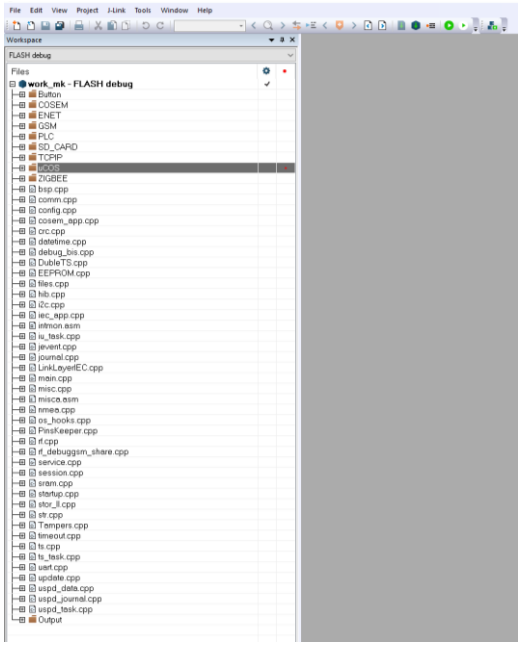


Рисунок 7.3

В приложении выбираем в верхнем меню *Project > Rebuild All*.

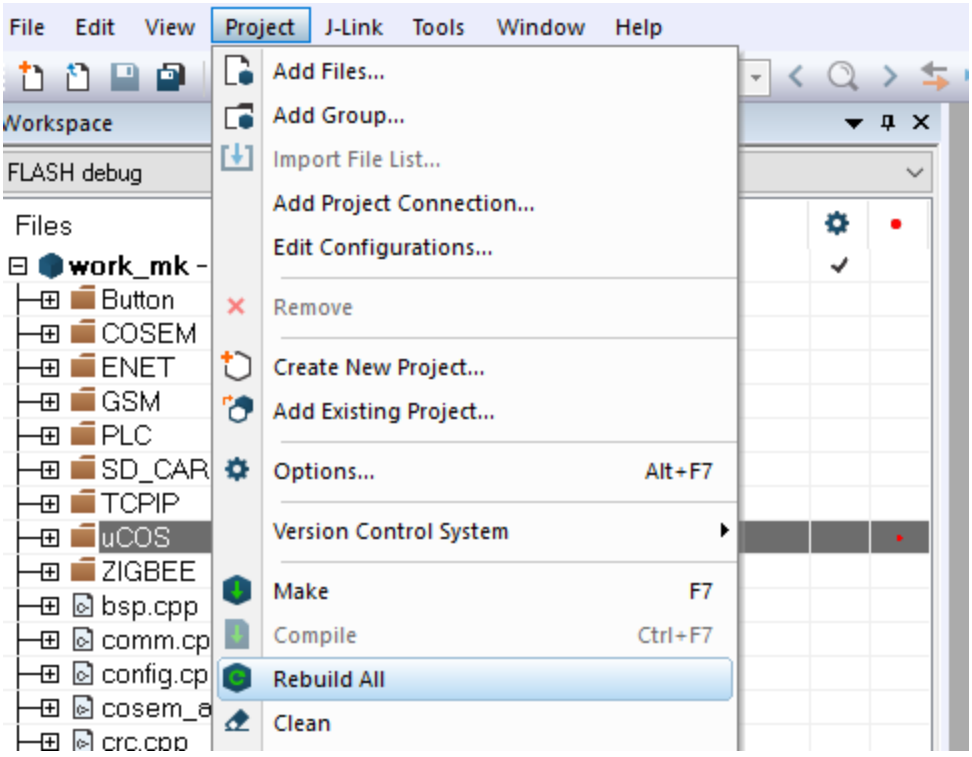


Рисунок 7.4

Приложение запустит процесс компиляции и сборки проекта. Ход и завершение компиляции и сборки можно проверить в окне *Build*, расположенном в нижней левой части рабочего пространства приложения. По завершении сборки в окне *Build* должно сформироваться сообщение *Total number of errors:0*.

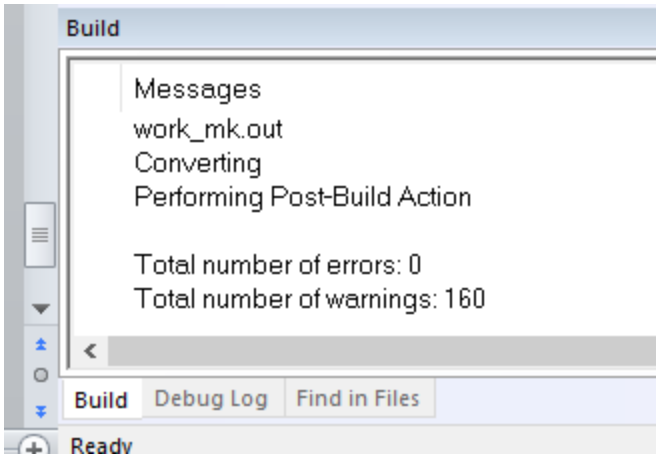


Рисунок 7.5

Полученные в результате компиляции и сборки исполняемые файлы *.bin и *.hex, предназначенные для загрузки в центральный микроконтроллер или коммуникационный микропроцессор, будут располагаться в каталоге *EXE* по следующему пути: *каталог проекта\FLASH_DEBUG.OUT\EXE*.

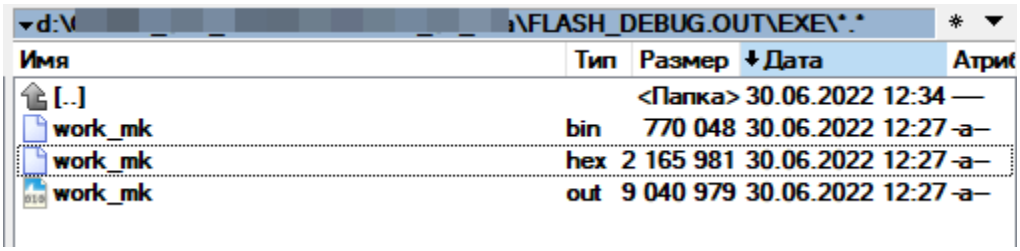


Рисунок 7.6

Приложение А

Перечень сокращений и обозначений

GSM (Global System for Mobile communications) – глобальная система мобильной связи.

DLMS/COSEM – протокол обмена данными между приборами учета и системами сбора данных, соответствующий стандарту IEC 62056.

PLC (Power line communication) – система для использования линии электропередачи для передачи голосовых сообщений и данных.

TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) – протокол управления передачей/протокол Internet, стек протоколов Internet.

АИИС КУЭ – автоматизированная информационно-измерительная система коммерческого учета электроэнергии.

АСУ ТП – автоматизированная система управления технологическими процессами.

МЭК-104 – протокол обмена данными в соответствии с ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004.

ПКЭ – показатели качества электроэнергии.

ПО – программное обеспечение.

СПОДЭС – спецификация протокола обмена данными электронных счетчиков (информационная модель) в соответствии с ГОСТ Р 58940-2020.

УСПД – устройство сбора и передачи данных.

ТС – телесигнализация.

ТУ – телеуправление.

Приложение Б

Перечень ссылочных документов

1 М18.030.00.000 РЭ «Модем-коммуникатор МИР МК. Руководство по эксплуатации».

2 М18.030.00.000 И1 «Модем-коммуникатор МИР МК. Инструкция по настройке».

3 М12.00327-02 31 01 «Программа КОНФИГУРАТОР ПРИБОРОВ УЧЕТА. Описание применения».

Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в докум.	№ докум.	Входящий № сопроводительного документа и дата	Подпись	Дата
	изменённых	заменённых	новых	аннулированных					